



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PORAUKSEN TIEDONKERUU, KÄSITTELY JA JALOSTAMINEN HUOLTOA TUKEVIKSI RAPORTEIKSI

TEKIJÄ: Anssi Marin

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Anssi Marin	
Työn nimi Porauksen tiedonkeruu, käsittely ja jalostaminen huoltoon tukeviksi raporteiksi	
Päiväys 28.2.2019	Sivumäärä/Liitteet 24/1
Ohjaaja(t) Kai Auvinen, tuntiopettaja / Juha Pakarinen, tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) E. Hartikainen Oy / Juhani Tiikkaja, työmaapäällikkö	
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin porausurakkaa varten kehitettyä vikakoodijärjestelmää. Kohteena oli Siilinjärven kaivoksella pääurakoitsijana toimiva E. Hartikainen Oy:n toimipiste. Tämän lisäksi tarkasteltiin vikakoodijärjestelmästä saatavia raportteja ja näiden raporttien käyttöä poravaunuhuollon kehittämiseksi kohti ennakoivampaa huoltoa tarkentamalla tuotannonseisahdusten syitä. Aiemmin poravaunujen korjaushistoria on tallennettu taulukko-ohjelmia käyttäen ja vikahistoria ja –taajuus ovat olleet lähinnä muistin varassa. Poravaunuille haluttiin vaunukohtainen vikahistorian seuranta. Samalla vaunujen käyttöasteiden ja teknisen käytettävyyden laskemista haluttiin tarkentaa.</p> <p>Projekti toteutettiin listaamalla yleisimmät viat poravaunujen osakokonaisuuksien mukaan, muokkaamalla olemassa olevaa laskutusohjelmaa koodien syöttämislustaksi, muodostamalla raportointipohjat, sekä sopimalla säännölliset palaverit vikakoodien seuraamista varten. Projektiin kuului myös ohjelman käyttöönotto, porareiden ja huollon henkilöstön koulutus ja tulosten seuranta. Lähdeaineistona käytettiin yrityksen omaa materiaalia. Materiaali ei ole julkisesti saatavilla.</p> <p>Tuloksena saatiin hyvä työkalu poravaunujen vikahistorian tarkasteluun, sekä hyvät ja monipuoliset raportit tuotannon seurantaan ja huollon toiminnan mittaamiseen ja kehittämiseen.</p>	
Avainsanat Vikakoodit, Huolto, E. Hartikainen Oy, Huoltotoiminnan kehitys, Kaivos, Kunnossapito	
Luottamuksellinen liitteiden osalta	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Anssi Marin			
Title of Thesis Collecting and processing of drilling data into reports for drill rig maintenance			
Date	28 February 2019	Pages/Appendices	24/1
Supervisor(s) Mr. Kai Auvinen, Senior Lecturer / Mr. Juha Pakarinen, Lecturer			
Client Organisation /Partners E. Hartikainen Oy / Mr. Juhani Tiikkaja, Surveying Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to study the diagnostic trouble code system developed for the drilling piecework in Siilinjärvi mine, where E. Hartikainen Oy is the main contractor. Reports provided by the trouble code system are then used to develop a more proactive maintenance schedule by specifying the reasons for production downtime. In the past the maintenance history of drill rigs has been saved in spreadsheet programs on computers and the history and frequency of failures have mostly been saved in the memory of users. The company wanted to develop a system to track the history of failures for each drill rig and to enhance the calculation of the utilization rate and technical availability for each rig.</p> <p>The project was carried out by listing the most common failures in the drill rigs by category, by modifying the existing billing program to work as an insertion platform for the trouble codes, by forming the report basis and by scheduling meetings to monitor the trouble codes. The project also included the implementation of the program, the training of users and maintenance workers and the monitoring of results. The base material was supplied by the company and it is not available to the public.</p> <p>As a result the company received a valuable tool to review the fault history of drill rigs as well as good and comprehensive reports to monitor production. These reports are also used to measure and further develop the effectivity of general maintenance of the drill rigs.</p>			
Keywords fault codes, maintenance, development of maintenance, mining,			
Attachments are confidential			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	OPINNÄYTETYÖN TILAAJA	6
3	KÄSITTEET	7
4	DOWNTIME-KOODISTON LUOMINEN	9
4.1	Nykytila ja taustaa	9
4.2	Koodien luominen	11
4.3	Ohjelmiston vaatimat muutokset.....	12
4.4	Downtime koodiston käyttöönotto.....	12
5	TULOSTEN TARKASTELU.....	13
5.1	Ennakoitujen huoltojen päävikatyypit	14
5.2	Ennakoitujen huoltojen alivikatyytit	15
5.3	Ennakoimattomien korjausten päävikatyypit	16
5.4	Ennakoimattomien korjausten alivikatyytit	17
6	TEKNINEN KÄYTETTÄVYYS JA HUOLTOJEN SUHDE.....	18
7	RAPORTIN KÄYTTÖ KALUSTON HUOLLON SUUNNITTELUSSA	19
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	20
9	KEHITYSEHDOTUKSET.....	21
9.1	Pilvipalvelu	21
9.2	Tiedonkeruumenetelmät.....	21
9.3	Ohjelmiston muokkaus	22
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	23
	KUVAT.....	23
	LIITE 1: PORAUSKALUSTON SEISOKKIKOODIT	24

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan E. Hartikainen Oy:n Siilinjärven toimipisteen porausurakkaa varten kehitettyä vikakoodijärjestelmää, sekä siitä saatavia raportteja ja näiden raporttien käyttöä poravaunuhuollon kehittämiseksi kohti ennakoivampaa huoltoa. Vikakoodijärjestelmällä pyritään löytämään yleisimmin toistuvat viat konekohtaisesti, sekä selvittämään niiden vikataajuus, eli kauanko kyseiset komponentit toimivat. Tätä kautta voidaan ennustaa mahdolliset vikatilanteet ja laajentaa määräaikaishuoltoja koskemaan kyseisiä vikaantuvia komponentteja. Näillä toimenpiteillä pyritään saamaan tuotannosta karsittua ylimääräiset katkeamiset.

E. Hartikainen on maarakennusalalla tunnettu tehokkaan tuotannon lisäksi myös kaluston tehokkaasta huollosta. Silti hyvääkin kannattaa kehittää. Tähän asti poravaunuissa on määräaikaishuoltojen lisäksi ollut erittäin paljon korjattavaa, eli jokin osa on mennyt rikki ja näin ollen tuotanto on keskeytynyt suunnittelematta. Tähän haluttiin muutos siten, että määräaikaishuoltojen yhteydessä voitaisiin vaihtaa rikkoutuvat komponentit etukäteen, jolloin tuotanto olisi mahdollisimman katkeamattonta.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan vikakoodijärjestelmän kehittämistä, sen käyttöönottoa ja tuloksia. Huollon kannalta tarkastellaan toiminnan tehokkuuden mittaamista ja kehittämistä. Lopuksi käydään läpi johtopäätökset ja kehitysehdotukset.

2 OPINNÄYTETYÖN TILAAJA

E. Hartikainen Oy on maarakennusurakoijana yksi Suomen suurimpia yksityisiä maarakennusyhtiöitä ja yhtiön autotalot Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Savossa ja Kainuussa ovat toiminta-alueensa johtavia autoliikkeitä. Yhtiön liikevaihto vuonna 2016 oli 203 miljoonaa euroa ja E. Hartikainen Oy:ssä työskentelee lähes 700 henkilöä autotaloissa ja urakointikohteissa ympäri Suomea. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Joensuussa. Yhtiöön kuuluvat E. Hartikainen Oy maarakennuksen liiketoiminta sekä monimerkkien Autotalo Hartikainen Joensuussa, Kuopiossa, Iisalmessa ja Kajaanissa. (E. Hartikainen Oy)

Maarakennuksen liiketoiminnan vahvuutena on kaivosurakointi. Vuosikymmenien kokemus maarakennusurakoijana ja luottamus yhtiön toimintaan on tuonut yhtiölle merkittäviä urakoita koko valtakunnan tasolla. Yhtiön osaaminen kattaa kaivosten aluerakentamisen ja massojen käsittelyn lisäksi, teollisuuden pohjarakentamisen sekä infrarakentamisen. Osaava henkilökunta, vahva ja järeä kalusto sekä luotettava kumppanuus ovat E. Hartikainen Oy:n maarakennuksen menestyksen tekijöitä. (E. Hartikainen Oy)

3 KÄSITTEET

Seuraavat käsitteet ja käsitteiden määrittelyt ovat käytössä E. Hartikainen Oy:llä. Määrittelyt perustuvat kalustopäällikkö Pekka Jormanaisen haastatteluun:

Downtime-koodi, eli **vikakoodi**, myös **seisakkikoodi** tarkoittaa tässä yhteydessä selitettä, jolla tarkennetaan koneen tilapäisen tuotantokatkoksen syytä. Sisältää päävikatyypit ja niitä tarkentavat alavikatyyppit.

Huoltojen suhde tarkoittaa ennakoitujen huoltojen ja ennakoimattomien korjausten keskinäistä suhdetta. Tässä tapauksessa myös ennakoitujen ja ennakoimattomien korjausten suhde voidaan laskea samalla tavalla.

Käyttöaste tarkoittaa sitä, kuinka paljon kone tai laite on ollut käytössä kalenteriaikaan nähden. Mitä korkeampi käyttöaste, sitä tehokkaammin kone tai laite on ollut käytössä ajallisesti. Käyttöaste lasketaan kaavalla:

$$((\text{Suunnitellut poraustunnit}) - (\text{muut tunnit})) / (\text{kalenteriaika}) \times 100 \%,$$

jossa tarkasteltuna esimerkiksi yhden viikon jaksossa kaksivuorojärjestelmässä "suunnitellut poraustunnit" ovat 80h. "Muut tunnit" sisältävät kaiken muun, paitsi poraustunnit, esimerkiksi ruokataut, koneen siirrot, huollot, korjaukset, koulutukset ja räjäytyksen ajan louhoksesta poistuttuna olo. Kalenteriaika tarkoittaa kyseisellä jaksolla olevia kokonaistunteja, esimerkiksi viikossa on tunteja 168. Voidaan tarkastella kalenteriaikaa arkipäivisin, jolloin tunteja kertyy 120.

Lyhyt huolto / korjaus tarkoittaa pääsääntöisesti alle puoli tuntia kestävästä tuotannon katkosta. Lyhyt huolto käsittää 50 tunnin välein tehtävät rasvaukset puomistoon ja mahdolliset öljyjen ja nesteiden lisäykset. Lyhyt korjaus käsittää pienen korjauksen, esimerkiksi letkun tai pultin kiristyksen tai imurin letkun vaihdon.

Peruskorjaus on käytännössä laajennettu huolto, jossa poravaunuun vaihdetaan tai kunnostetaan pääkomponentit, kuten moottori, puomisto ja hydraulipumput. Koneen arvioitu elinikä kattaa 2 - 3 peruskorjausta.

Seisokki, seisakki, yleisnimitykseltään **tuotannon keskeytys**. Aika, jolloin tuotanto on keskeytetty ennakoidusta tai ennakoimattomasta syystä.

Suunniteltu huolto, eli **ennakoitu huolto**, yleisimmin käytettynä nimitys **määräaikaishuolto** on aikataulutettu etukäteen, siinä koneelle tai laitteelle varataan aika pesuun ja huoltoon ja varaosat tilataan etukäteen. Huollon yhteydessä tehdään monesti ennakoituja korjauksia, eli korjataan koneesta etukäteen toimitetun vikalistan mukaiset kohteet. Ennakoidun huollon yhteydessä on porarille toimitettu varakone, mikäli sellaiseen on mahdollisuus.

Suunniteltu korjaus voidaan toteuttaa tuotantotilanteen salliessa silloin, kun koneelle ei ole osoitettu operaattoria. Kone on siis tällöin pois tuotannosta. Suunniteltu korjaus koskee yleensä sellaisia komponentteja, jotka eivät estä tuotannon tekemistä, mutta haittaavat kuitenkin käyttöä, esimerkiksi ilmastoinnin tehottomuus. Mahdollisuuksien mukaan suunnitellut korjaukset voidaan sijoittaa määräaikaishuollon yhteyteen.

Suunnittelematon korjaus, eli ennakoimaton korjaus tarkoittaa niin sanotusti yllättäen tulleen vian korjausta. Tällöin tuotanto keskeytyy suunnittelematta, koska kone täytyy korjata ennen tuotantoon saamista. Esimerkkinä hydrauliletkun rikkoutuminen, moottoririkko, tai muu vastaava rikkoutuminen, mikä estää koneen käyttämisen.

Tekninen käytettävyys tarkoittaa aikaa, jolloin kone tai laite on ollut mahdollista pitää tuotannossa, eli se ei ole ollut huollossa tai korjattavana. Toisin sanoen kone tai laite on ollut käyttökunnossa. Tekninen käytettävyys on E. Hartikaisella laskettu kaavalla:

(Suunnitellut poraustunnit – huollot ja korjaukset) / suunnitellut poraustunnit x 100 %

Tuloksena saadaan prosenttilukema 0 – 100 % väliltä, jossa 100 % tarkoittaa, että kone tai laite on ollut koko ajan käytettävissä. Teknisen käytettävyyden erona käyttöasteeseen on se, että tekninen käytettävyys ottaa huomioon vain korjaukset ja huollot, kun taas käyttöasteeseen lasketaan mukaan kaikki porauksesta pois oleva aika.

4 DOWNTIME-KOODISTON LUOMINEN

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään downtime-koodien, eli seisakkikoodien suunnittelun lähtökohtaa, kehitysprosessia ja ohjelmistoihin tehtyjä muutoksia.

4.1 Nykytila ja taustaa

Porarit tekevät vuoron aikana ns. porausilmoituksen, jossa on tarkastusluettelo ennen porauksen aloittamista, kenttä, reikäkoko, metrit, huoltotunnit, korjaustunnit, räjäytystunnit, siirtotunnit ja muut tunnit. Muut tunnit sisältävät lounastauot ja muut tauot porauksesta (öljyn lisäys, odotustunnit ja koulutukset yms).

Poravaunujen huolloista on tähän saakka jäänyt merkintä huollon työnjohtajan sähköiseen huoltokirjaan, joskaan se ei sisällä tietoa huollon kestosta, ainoastaan laajuudesta ja sisällöstä. Näin ollen on jäänyt saamatta tieto ajasta, jolloin poravaunua ei ole ollut mahdollista pitää tuotannossa. Tämä vaikuttaa heikentävästi teknisen käytettävyyden laskentaan, kuten myös käyttöasteen laskentaan.

Tähän saakka tekninen käytettävyys on laskettu kaavalla

$$((\text{Suunnitellut poraustunnit}) - (\text{muut tunnit})) / (\text{Suunnitellut poraustunnit}) \times 100 \%,$$

jossa "suunnitellut poraustunnit" ovat vuorolistan mukaisia viikkotunteja tietyssä kalenteriajassa, toisin sanoen onko kone suunniteltu olemaan käytössä yhdessä-, kahdessa-, vai kolmessa vuorossa. "Muut tunnit" ovat edellä mainittuja taukoja porauksesta.

Tämä laskentatapa on sinällään oikea, mutta tässä tapauksessa on siis antanut vääränlaisia tuloksia, kuten tekniseksi käytettävyydeksi 95 - 100 %, mikä antaa hieman liian optimistisen kuvan.

Teknisen käytettävyyden mittaamisen tarkoitus on korjaamon toiminnan tehokkuuden tarkastelu, korjaamon toiminnan kehittäminen, sekä löytää konemallikohtaisesti ennenaikaiset rikkoutuvat komponentit, jolloin voidaan kehittää koneiden huoltosuunnitelmaa.

Taulukko 1: Entinen käytössä ollut käyttöasteiden ja teknisen käytettävyyden laskentataulukko (Marin 2019)

Poravaunujen käytettävyys ja käyttöaste					
Kone	Poraus-tunnit	Tunnit/kk	Huollot/korjaukset	Käytettävyys %	Käyttöaste %
926	93	528	9,5	98,2	17,6
938	203,5	528	19,5	96,3	38,5
942	301	528	14,5	97,3	57,0
943	189	528	34,5	93,5	35,8
954	248	528	21,5	95,9	47,0
955	252	528	28	94,7	47,7
959	297	528	21	96,0	56,3
929	0	528	0	100,0	0,0
937	150	528	5	99,1	28,4
947	130,5	528	11	97,9	24,7
949	296	528	12,5	97,6	56,1
950	178,5	528	2	99,6	33,8
957	153	528	1,5	99,7	29,0

4.2 Koodien luominen

Koodiston luonti aloitettiin pitämällä palaveri poravaunuhuollon esimiehen ja kalustopäällikön ja työmaainsinöörin kanssa. Palaverissa päätimme jaotella viat päävikatyyppeihin ja alivikatyyppeihin ja tätä kautta koodeiksi. Päävikakoodit sisältävät pääkomponentit poravaunusta, kuten vasaran, porakaluston, hydraulikan, moottorin, kompressorin ja sähköjärjestelmän. Alivikakoodit luotiin tarkentamaan päävikakoodia. Esimerkiksi päävikakoodi "hydraulinen vika" sisältää alivikakoodit letkuvaurio, venttiilivaurio, lämpöongelma, pumppuvaurio ja sylinterivaurio.

Lisäksi jaottelimme vikatyypit suunnittele mattomiin korjauksiin ja suunniteltuihin huoltoihin ja korjauksiin. Suunnitellut korjaukset voidaan tehdä silloin, kun korjaus ei aiheuta haittaa tuotannolle, esimerkiksi kun kone on ilman poraria. Mikäli mahdollista, vian korjauksen voi siirtää seuraavan määräaikaishuollon yhteyteen korjattavaksi hallissa.

Suunniteltu huolto, eli määräaikaishuolto, tehdään käytännössä 250 tunnin välein. Laajennettu määräaikaishuolto tehdään 500 h, 1000 h, 2000 h, 8000 h ja 16 000 h välein. 250 h huolto tehdään pääsääntöisesti kentällä porarin ruokatauon aikana. Muut siitä suuremmat huollot tehdään hallissa.

Päävikakoodeja tuli kaikkiaan 13 ja alivikakoodeja tuli 46. Alivikakoodeja ei koettu järkeväksi tehdä liikaa, vain yleisimmät viat listattiin kokemuspohjalta. Mikäli alivikakoodeja olisi käytännössä lähes jokaiselle mahdolliselle komponentille, tulisi raportin luettavuus kärsimään liiallisen tiedonmäärän vuoksi. Mikäli sopivaa alivikatyyppeä ei listalta löydy, käytetään vian kuvaukseen vain päävikakoodia. Tällaiset viat ovat yleensä harvemmin toistuvia.

4.3 Ohjelmiston vaatimat muutokset

IBM Notes (IBM Notes, 2018) on käytössä E. Hartikaisella Siilinjärvellä laskutusohjelmana, joten päädimme valitsemaan sen vikakoodien syöttämisalustaksi sen sijaan, että investoisimme uuteen ohjelmistoon. Notes-ohjelmaa puolsi myös sen helposti muokattavat raportointiominaisuudet. Toisena vaihtoehtona olisi ollut lisätä vikakoodien käyttö E. Hartikaiselle jo silloin tilattuun, mutta vielä käyttöönottamattomaan Kauko-ohjelmistoon. (Rytönen 2018) Kyseinen ohjelma on tarkoitettu huollon suunnitteluun ja aikatauluttamiseen siten, että siihen syötetään tiedot ja tunnit koneista ja vasa-roista. Kauko-ohjelmiston käyttöönoton aikataulu ei tässä vaiheessa ollut vielä täysin selvillä, eikä ohjelmiston sisällöstä ja käytettävyydestä ollut tarkkaa kuvaa, mikä osaltaan puolsi Notes-ohjelmiston laajentamista koodien käyttöönottoon.

Notes-ohjelman muutokset toteutettiin ulkoisen IT-tuen kautta. Raporttipohjaksi annettiin kaavat teknisen käytettävyyden, käyttöasteen ja huoltojen suhteen laskemiseen. Samalla laajennettiin raportointia koskemaan myös porari-, vaunu- ja reikäkokohtaisia tuloksia, sekä muita tuotannon suunnittelun kannalta olennaisia tuotantotietoja, kuten esimerkiksi polttoaineen kulutus. Raportointiosioon lisättiin graafiset taulukot selkeyttämisen vuoksi. Pelkästään luvut olisivat vaikeaselkoisia lukea ja tarkoitus oli heti alusta alkaen panostaa raporttien luettavuuteen.

4.4 Downtime koodiston käyttöönotto

Ensimmäisenä koulutettiin porareille koodien käyttö. Koulutuksen yhteydessä oli erittäin tärkeää täydentää koodien käytön merkitys, eli miksi koodeja kerättiin. Huollon henkilöstölle koulutus käytiin samalla tavalla. Kummallekin työntekijäryhmälle käytiin erikseen läpi tilanteet, milloin kukakin merkkaa koodin ja ajan. Pääsääntönä oli, että kun vaunulla on työvuorossa oleva porari, hän merkkaa vikakoodin vian sattuessa. Kun vaunu on tyhjillään, merkkaa huoltomies vikakoodin. Näin estetäisiin päällekkäisyydet.

Koodit otettiin käyttöön heti esittelyn ja koulutuksen jälkeen. Jokaiseen poravaunuun tulostettiin A4-paperille koodit ja paperit laminoitiin, jotta ne kestäisivät luettavana pölyn ja mahdollisten epäpuhauksien keskellä. Vikakoodeja alkoi tulla hyvin porailmoituksiin sitä mukaa, kun vikoja tuli.

Käyttöönotettaessa ensimmäisiä raportteja huomattiin, että vikakoodilistaa tulisi täydentää. Pienten korjausten, esimerkiksi pulttien kiristyksen pystyy tekemään niin, ettei se haittaa tuotantoa. Myöskään liian yksityiskohtaista tietoa ei kaivattu, sillä se olisi todennäköisesti sotkenut oikeat, tuotannon viivästyymiseen johtavat vikakohteet. Pienten korjausten määrä olisi noussut prosentuaalisesti niin paljon, että isompien vikojen prosentuaalinen osuus olisi vastaavasti pienentynyt. Tämä olisi vaikeuttanut turhaan raportin luettavuutta ja tulkittavuutta. Tämä kohta korjattiin lisäämällä vikakoodi "Lyhyt huolto/korjaus", joka tarkoittaa alle puoli tuntia kestävästä korjauksesta.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Raportteja tutkin kuukauden välein yhdessä korjaamon työnjohtajan kanssa. Tuloksissa oli alussa vajavaisuutta isojen huoltojen osalta, eli ajalta, kun vaunu tuodaan halliin huollettavaksi pois kentältä. Tällöin ei tule ilmoitusta porarilta, eikä hallissa ollut aikaa saatu kunnolla tallennettua. Tämä ongelma ratkaistiin tekemällä huoltomiehille omat huoltoilmoitusvihkot. Kyseiseen vihkoon merkitään kone, asentaja, päivämäärä ja vuoro, sekä vikakoodi ja vapaa tila kommenteille.

Tarkan kokonaiskuvan saaminen edellyttää tarkasteluväliä, joka sisältää koneen yhden isoimman huollon välin. Poravaunujen osalta menee Siilinjärvellä noin 9 kuukautta nykyisellä kaksivuoro-järjestelmällä, jotta saavutetaan 2000 moottorituntia. Mikäli tarkasteltaisiin koneita esimerkiksi yhden kuukauden ajanjaksolla, yhdellä koneella saattaisi olla kaksi viikkoa huoltoa ja muilla koneilla ei huoltoa ollenkaan. Kaksivuorojärjestelmässä 250h huollon väli on noin yksi kuukausi. Toki yhden kuukauden ajanjaksolla pystytään tarkastelemaan yksittäisen koneen huollon tai korjauksen läpimenoaikoja, jolloin voidaan esimerkiksi tarkastella, onko ollut tarpeeksi työntekijöitä, onko varaosien toimituksissa ollut kohtuutonta viivettä (pitääkö osat tilata aiemmin), sekä onko ollut työvirheiden aiheuttamia viivästyksiä.

Tuloksia päätettiin aluksi tiedonkeräysvaiheessa tarkastella kolmen kuukauden ajanjaksolta riittävän kattavan kuvan saamiseksi. Kuukauden välein tarkasteltuna kyseiselle ajanjaksolle ei välttämättä ajoitu joihinkin koneisiin isoja, hallissa tehtäviä huoltoja, kun taas joihinkin koneisiin kyseiset huollot tulevat ajankohtaisiksi. Näin ollen kuukauden ajanjaksolla tulokset eivät ole vertailukelpoisia. Kolmen kuukauden tarkasteluvälillä jokaiselle koneelle on erittäin suurella todennäköisyydellä tullut edes yksi iso huolto (1000h tai 2000h).

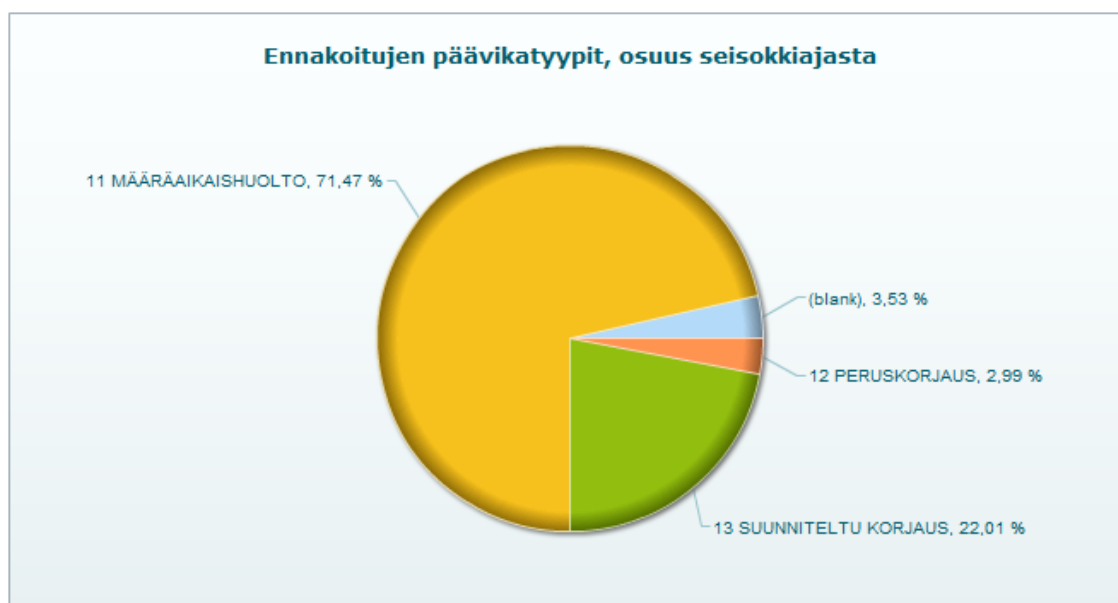
Vikakoodien avulla saadaan tarkempaa tietoa ennakoimattomien vikojen esiintyvyydestä ja kunnossapidon kehitystoimet voidaan paremmin ohjata ongelmakohtiin (Jormanainen 2019).

Seuraavissa kappaleissa esitetyt kuviot ovat yhdestä esimerkkikoneesta kolmen kuukauden tarkastelujaksolta.

5.1 Ennakoitujen huoltojen päävikatyypit

Kuviossa 1 näkyy ennakoitujen huoltojen ja suunniteltujen korjausten päävikatyypit, joista noin 71 % on ollut määräaikaishuoltoja ja 22 % suunniteltuja korjauksia. Suunniteltujen korjausten osuus on hyvällä alulla. Tavoite on saada tulevaisuudessa sen osuus paljon suuremmaksi, jotta ylimääräiset tuotannon katkokset saataisiin minimoitua.

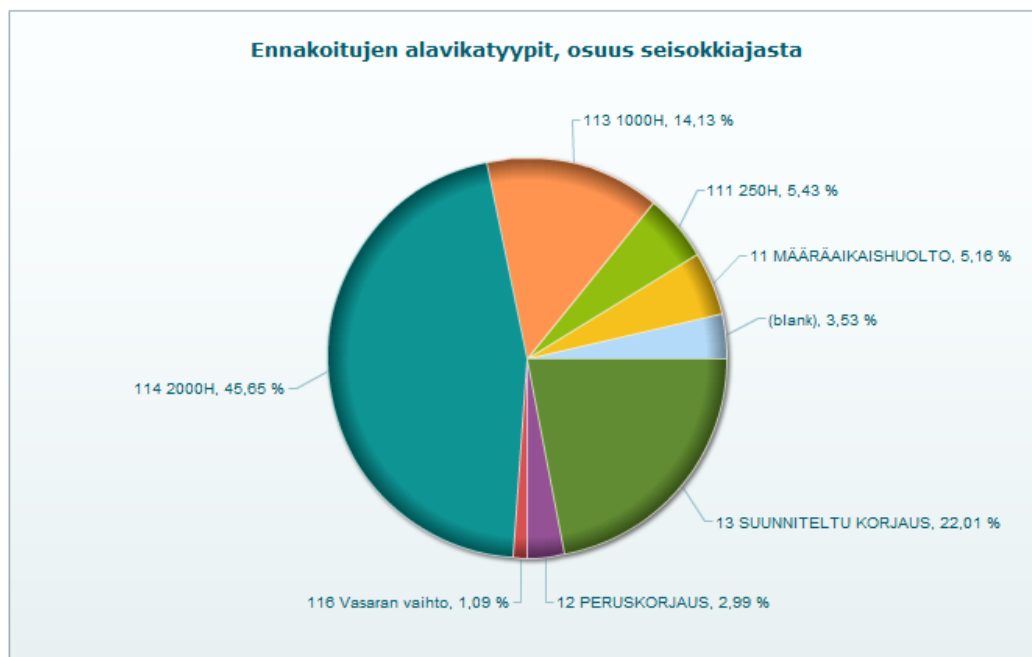
Suunniteltu korjaus tehdään pääsääntöisesti määräaikaishuollon yhteydessä hallissa. Joskus myös maastossa, mikäli korjaus ei voi odottaa määräaikaishuoltoon asti. Peruskorjaus alla olevassa kuviossa voidaan laskea mukaan suunnitellun korjauksen osuuteen.



Kuvio 1: Ennakoitujen huoltojen ja suunniteltujen korjausten päävikatyypit (Marin 2018)

5.2 Ennakoitujen huoltojen alivikatyypit

Kuviossa 2 näkyy ennakoitujen huoltojen ja suunniteltujen korjausten alivikatyypit, eli tarkennukset päävikatyypeille. Kuvasta selviää, että lähes puolet ennakoituista seisakeista on vienyt 2000 h huolto, joka on kolmanneksi laajin koneeseen tehtävä huolto ennen 16 000 h huoltoa, joka puolestaan on jo perusteellinen kunnostus koneen moottoriin ja puomistoon.



Kuvio 2: Ennakoitujen huoltojen ja suunniteltujen korjausten alivikatyypit (Marin 2018)

Suunniteltu korjaus on tehty lähes poikkeuksetta silloin, kun koneella ei ole ollut operaattoria. Näin ollen ei ole tullut suunnittelemattomia tuotantokatkoksia. Kuvaajassa peruskorjaus on liitettävissä suunniteltuun korjaukseen.

5.3 Ennakoimattomien korjausten päävikatyypit

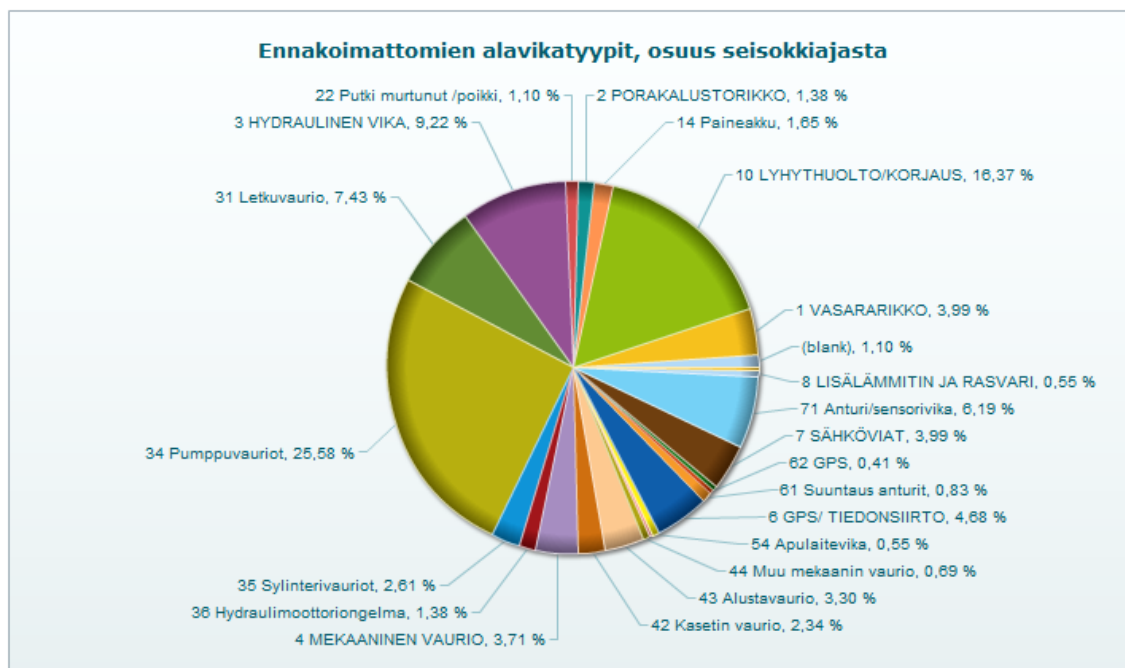
Kuviossa 3 näkyy ennakoimattomien korjausten päävikatyypit, joista lähes puolet (46 %) on hydraulisen vian aiheuttamia. Muita merkittäviä tuotannonmenetyksen aiheuttajia ovat olleet lyhyt-
huolto/korjaus (yleisnimitys), mekaaninen vaurio ja sähköviat.



Kuvio 3: Ennakoimattomien korjausten päävikatyypit (Marin 2018)

GPS- ja tiedonsiirto-ongelmat yleensä pysäyttävät tuotannon, koska urakan tilaaja vaatii porauksessa käytettävän paikannuslaitteiston ja sitä kautta porauksessa syntyvän toteumatiedon.

5.4 Ennakoimattomien korjausten alivikatyypit



Kuvio 4: Ennakoimattomien korjausten alivikatyypit (Marin 2018)

Kuviosta 4 ilmenee, että esimerkiksi hydrauliset viat muodostavat pääosan korjauksista. Suurimpina vikakohtina pumpuvauriot ja letkuvauriot. Pumpuvaurion suurta osuutta selittää yleensä osien pitkä toimitusaika, jolloin kone on luonnollisesti pois tuotannosta, mikäli korvaavaa osaa ei löydy varastosta tai toiselta työmaalta. Kuvion perusteella voitaisiin ryhtyä jatkotoimenpiteinä selvittämään hydraulipumpun rikkoontumisen syitä, sekä selvittämään tarvetta lisätä kyseisen komponentin määrää varastoon.

Mukana oleva "hydraulinen vika" tarkoittaa, että vialle ei ole vikalistasta löytynyt osuvaa vikaa, vaan se on jätetty ilman alivikakoodia. Alivikakoodin edessä oleva kaksiosainen numero viittaa päävikakoodiin, esimerkkinä numerot 31, 34, 35 ja 36 viittaavat numeroon 3.

6 TEKNINEN KÄYTETTÄVYYS JA HUOLTOJEN SUHDE

Huollon onnistumisen mittarina tekninen käytettävyys ja huoltosuhte on todettu olevan E. Hartikaisella kuvaavimpia. Sovimme kalustopäällikön ja huollon esimiehen kanssa tavoitetasot molemmille kuvaajille.

Tekninen käytettävyys pyritään pitämään vähintään 95 %:ssa. Huoltosuhteessa tavoite on 80 %, jolloin käytännössä 80 % seisokkitunneista on ennakoitua. (Jormanainen 2019)

Huoltotunnit yht.	Korjaustunnit yht.	Seisokkitunnit yht.	Käytettävyys-% (keskiarvo)	Huoltosuhte (keskiarvo) - Huoltojen osuus seisokkitunneista
VAUNU: 929				
0	0	0	100,00 %	NAN %
VAUNU: 935				
2	4	6	98,44 %	33,33 %
VAUNU: 937				
5	28	33	97,07 %	15,15 %
VAUNU: 938				
0,5	31	31,5	94,29 %	1,59 %
VAUNU: 942				
95	79	174	88,31 %	54,60 %
VAUNU: 943				
17,5	49,5	67	95,50 %	26,12 %
VAUNU: 950				
3	12	15	98,70 %	20,00 %
VAUNU: 955				
52	51	103	93,29 %	50,49 %
VAUNU: 957				
10	16	26	97,70 %	38,46 %
VAUNU: 959				
31,5	28	59,5	96,06 %	52,94 %
VAUNU: 960				
2	9	11	99,25 %	18,18 %
218,5	307,5	526	95,56 %	41,54 %

Kuva 1: Tekninen käytettävyys ja huoltosuhte (Marin 2018)

Yllä olevan kuvan esimerkissä huoltotunnit merkitsevät suunniteltua huoltoa, eli määräaikaishuoltoa. Myös ennakoivat korjaukset kuuluvat näihin tunteihin. Korjaustunnit ovat suunnittelemattomia, tuotannon katkaisseita tunteja. Huoltosuhteessa verrataan ennakoitujen huoltojen ja –korjausten yhteenlaskettua tuntimäärää ja verrataan sitä kaikkiin seisokkitunteihin. Sillä voidaan käytännössä mitata, onko määräaikaishuolto tarpeeksi laaja ja huolletaanko konetta riittävän usein. Huoltosuhte on kyseisellä tarkastelujaksolla jäänyt tavoitteesta jokaisella vaunulla, mutta on kolmella vaunulla kuitenkin yli 50 %.

Käytettävyys on kyseisellä ajanjaksolla ollut vaunua 942 lukuun ottamatta erinomainen; keskiarvona 95,56 %. Vaunu 929 ei toki ole kyseisellä ajanjaksolla ollut tuotannossa, vaan varavaununa, joten siihen ei ole tarvinnut tehdä huoltoja tai korjauksia. Siitä huolimatta se on ollut tuotannon käytettävissä.

7 RAPORTIN KÄYTTÖ KALUSTON HUOLLON SUUNNITTELUSSA

Downtime-koodien pääasiallinen käyttötarkoitus on löytää koneista usein toistuvia vikoja yksilötasolla, eli yksittäisen koneen historiaa selaamalla voidaan havaita, tuleeko johonkin koneeseen jokin tietty vika toistuvasti tai onko jollakin komponentilla käyttöikä oletettua lyhyempi. Näin ollen konemallikohtaisella seurannalla pystytään ottamaan lisää komponentteja huolto-ohjelmaan, mikäli huomataan tietyn vikatyypin aiheuttaneen kohtuuttoman paljon suunnittelemtomia korjauksia ja tätä kautta ylimääräisiä tuotannon keskeytyksiä.

Laittevalmistajat ovat laatineet omat huolto-ohjelmat eri konetyypeille. Samoin E. Hartikaisella on omat huolto-ohjelmansa, jotka mukailevat valmistajan huolto-ohjelmia tietyin muutoksin. E. Hartikaisella huolto-ohjelmia on muokattu kokemuksen perusteella eri komponenttien kestoikästä riippuen. Joidenkin komponenttien käyttö- ja huoltoaikaa on jatkettu konevalmistajan ohjeesta poiketen, mikäli on huomattu vallitsevissa olosuhteissa komponentin kestävä pidempään. Toisinaan joissakin osissa käyttöikä on jouduttu jopa puolittamaan suositellusta, kun on huomattu osan ikääntyessä tulevan paljon suunnittelemtonta korjausta ja tuotannon keskeytyksiä. (Leskinen 2018) Vaikka komponenttien tiheämmästä vaihtovälistä koituu välittömiä kustannuksia, on ne mahdollista saada takaisin pitkällä aikavälillä teknisen käytettävyyden kohoamisen johdosta.

Pyrkimyksenä on kehittää kunnossapitoa jatkuvasti ennakoivan kunnossapidon suuntaan ja täten ennakoimattomien vikojen osuuden pienenemiseen. Tämä on häiriöttömän tuotannon kannalta oleellinen ja tärkeä asia. Korjaushistoria tallentuu huolto-ohjelmistoon vikakoodien perusteella ja historiatiedon käsittely ja hakeminen helpottuvat vikakoodien avulla. (Jormanainen 2019)

Raportteja tullaan tulevaisuudessa käyttämään yhä enemmän määräaikaishuoltojen tukena. Nykyään on otettu käyttöön kerran viikossa perjantaisin pidettävä huoltopalaveri, jossa huoltomiehet huollon esimiehen ja korjaamopäällikön johdolla käyvät läpi edellisen viikon huoltoreportit, sekä samalla pidemmältä aikaväliltä konekohtaisia vikoja. Käytössä on myös kalustopäällikön vetämä kerran kuukaudessa pidettävä kunnossapitopalaveri, jossa käydään läpi edellisen kuukauden korjaamotoiminnan asiat. Kyseisessä palaverissa käydään tammikuisin edellinen vuosi läpi muun muassa vikakoodiseurannan osalta ja sovitaan tarvittavista toimenpiteistä.

Tulevaisuuden odotukset kunnossapidon alueella ovat helppo tiedon käsiteltävyys, korjausten ennustettavuus, parantunut tekninen käytettävyys ja huollon resurssien tasainen kuormitus. Kerätyn tiedon perusteella saadaan lisätietoa tuotannon suunnittelua varten, muun muassa kalustomäärä, varakaluston tarve ja kriittisten varaosien varasto. (Jormanainen 2019)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vikakoodiseurannalle on ollut selkeästi tarvetta. Tähän mennessä kirjanpito huolloista on tehty taulukko-ohjelmilla. Vikataajuuden havainnointi on perustunut yksittäisten ihmisten muistikuviiin, koska taulukko-ohjelmista on toistuvien vikojen hakeminen ollut työlästä. Tämän projektin tuloksena syntynyt vikakoodien keräämisjärjestelmä on hyvä edistysaskel kohti ennustettavampaa ja vakaampaa tuotantoa huollon kehityksen kautta.

Tulosten luotettavuus ja hyödynnettävyys riippuvat paljon siitä, kuinka tietoa kerätään. Tuleeko kaikki tieto varmasti kirjattua jokaiselta porarilta tai huoltomieheltä? Kirjaako työnjohto koodit oikein? Nämä ovat avainasioita, joihin tulisi kiinnittää huomiota ja saada luotua rutiini. Nyt saatujen kokemusten perusteella on jäänyt joitakin isoja huoltoja kirjaamatta ja nämä parin vaunun osalta vääristävät tilastoja.

Käyttökokemusten perusteella voidaan todeta, että vikakoodijärjestelmä on hyödyllisin pitkällä aikavälillä, esimerkiksi yli kahden vuoden jaksolla, jolloin tietoa on kerääntynyt eri vuodenojilta ja eri olosuhteista. Näilläkin on merkitystä koneiden kunnossapitoon, esimerkiksi pitkät pakkasjaksot rasittavat koneita suuresti. Järjestelmän parhaita puolia ovat raporttien luettavuus ja tietojen monipuolisuus. Mahdollisuudet tietojen yhdistelemiseen ovat lähes rajattomat, sillä ohjelmaan kerätään samalla tuotantotiedot ja koneen tuottama data, esimerkkinä tuntitiedot ja polttoaineen kulutus. Hyvä työkalu, jonka käyttöä kannattaa pitää vikakoodijärjestelmän ohessa on juurisyyanalyysi. Sen avulla on mahdollista löytää ratkaisu ongelmiin, kuten esimerkiksi jossakin vaunussa toisia useammin esiintyvä GPS-vika.

Huollon kehittämistä ajatellen kannattanee kerätä tietoa usealta vuodelta, jolloin voidaan verrata samanlaisten huoltojen läpimenoaikoja, sekä nähdä tarkemmin yksittäisten komponenttien tai osakokonaisuuksien, esimerkiksi sähköjärjestelmän vikataajuutta ja tätä kautta laajentaa määräaikaishuoltoja koskemaan kyseisiä osia tai kokonaisuuksia. Tuotannon puolesta vikakoodijärjestelmä antaa suurimman hyödyn, kun opitaan yhdistelemään tuotanto- ja korjaustietoja. Näillä voidaan tarvittaessa yksilöidä koulutustarvetta juurisyyntelmän avulla, mikäli jollakin porarilla on havaittu olevan enemmän vaunun kanssa tuotannon katkoksia. Lisäksi on mahdollista seurata konekohtaisesti polttoaineen kulutusta ja reagoida, mikäli kulutus muuttuu olennaisesti.

9 KEHITYSEHDOTUKSET

Jotta porauksen tuotantotiedoista ja huoltoa tukevista tiedoista saataisiin mahdollisimman paljon irti, tulisi ohjelmistoja ja tiedonkeruutapoja muuttaa. Kehitysehdotukset on jaettu eri osioihin sisällön selkiyttämiseksi, mutta jokainen osio on kannatettavaa toteuttaa.

9.1 Pilvipalvelu

Mitä enemmän Notes-ohjelmistoon syötetään tietoa, sitä enemmän sen käyttö alkaa hidastua. Ensimmäisenä ehdotuksena on luoda oma tietokanta porauksen tuotantotiedoille ja huolto- ja korjaushistorialle pilvipalveluun, josta voidaan esimerkiksi Notes-ohjelmistolla tai jollakin muulla vastaavalla luoda raportteja mitä tahansa tarkoitusta varten. Nykyäänkin osa ohjelmaan syötetyistä porausilmoituksen tiedoista siirtyy urakan tilaajan pilvipalvelun kautta tilaajan omiin ohjelmistoihin (Pelttari 2018), joten tämä tietokanta olisi toteutettavissa.

Myös huollon Kauko-ohjelmistosta pitäisi olla mahdollista ottaa huollon kestoajat ja mahdolliset korjausten sisällöt pilvipalveluun ja yhdistää ne tuotantotietoihin syötettäviin korjaustunteihin. Tällä tavoin olisi mahdollista saada tarpeeksi kattava tietokanta eri tarkoituksia palvelevia raportteja varten.

Huonona puolena tässä on esimerkiksi tietoliikenneyhteyksien toimivuus. Jos pilvipalvelu ei syystä tai toisesta ole saatavilla, on tietojen siirtyminen varmistettava yhteyksien jälleen toimiessa.

Hyvinä puolina mainittakoon parantunut käyttökokemus nopean tiedonsyötön kautta, sekä mahdollinen vertailukelpoisuus muiden työmaiden kanssa, jolloin saataisiin esiin eri työmaiden olosuhteiden ja mahdollisesti eroavien työtapojen vaikutukset.

9.2 Tiedonkeruumenetelmät

Jotta mahdollisimman varmasti tulisi kaikki tieto saatua koneeseen tehdyistä ennakoimattomista ja ennakoituista korjauksista, jotka pääsääntöisesti tehdään kentällä, olisi poravaunu varustettava kannettavalla mobiililaitteella. Tässä laitteessa, esimerkiksi tabletti tai puhelin, olisi mahdollisimman yksinkertainen ohjelma tiedonkeräämistä varten; kaksi nappia, joista toinen antaa tiedon koneen tuotannossa olemisesta ja toinen koneen olevan korjattavana tai huollettavana. Tähän pystyisi haluttaessa liittämään liukuvalikkona koodit seisakkia varten.

Haasteena tässä on saada kaikki operaattorit ja huollon henkilöstö käyttämään kyseistä laitetta aktiivisesti. Mikäli tälle tasolle päästään, vikakoodien keräys automatisoituisi ja korjausten aikamääreet tarkentuisi erinomaiselle tasolle. Tällä tavoin pystyttäisiin saamaan myös tekninen käytettävyys konekohtaisesti todellisuutta kuvaavalle tasolle. Nykyään suurena ongelmana on nimenomaan tiedon

keräys, koska monesti huoltomiehiltä unohtuu kirjata tuotannon ulkopuolella tehdyt pienet korjaukset poravaunuihin.

Hyötyinä olisi mahdollisuus saada tarkka tieto korjauksista, sekä niihin kuluneesta ajasta. Työaikaa vapautuisi muuhun käyttöön monelta ihmiseltä tietojen kirjaamisen vähenemisen johdosta. Mikäli poravaunut varustettaisiin tableteilla, toisi se mahdollisuuden toteuttaa langattoman tiedonsiirron avulla muitakin porausta ja huoltoa helpottavia ohjelmistoja.

Tiedonkeruuseen liittyen tulisi selvittää mahdollisuus kerätä koneen diagnostiikasta hetkellistä dataa etäyhteydellä esimerkiksi korjaamon työnjohtajan toimesta, jolloin voitaisiin etänä diagnosoida jotakin vikaa. Tähän on olemassa valmistajien omia ohjelmistoja, mutta lisenssimaksut ovat yleensä suuren konemäärän takia tuntuvia. Käytössä olevien eri valmistajien järjestelmät ovat myös erilaisia, joten tämä voi tuottaa vaikeuksia löytää oikeaa rajapintaa datan keräykseen, mutta toimiessaan toisi suuren edun vian diagnosoimiseen.

9.3 Ohjelmiston muokkaus

Nykyisessä ohjelmistossa tulisi muokata tiedonsyöttämiskenttiä niin, että olisi mahdollisuus syöttää enemmän tietoja kerralla. Nykyään on mahdollista syöttää vain yksi vika kerrallaan lomakkeelle. Monesti määräaikaishuollon yhteydessä korjataan porarin tekemän vikalistan kohteet ja mahdollisuus monivalinnalle nopeuttaisi tietojen syöttämistä, sekä tarkentaisi huoltamiseen ja korjaamiseen mennyttä aikaa.

Poran vikailmoitus

Työmaa	032 Siilinjärven poraus & louhinta		
Vuoro	25.02.2019 16		
Vaunun numero			
Korjaaja	(henkilönumero tai nimi)		
Vikatiedot			
Tyyppi: <input checked="" type="radio"/> Ennakoitu <input type="radio"/> Ennakoimaton			
Huoltotunnit	h	11 MÄÄRÄAIKAISHUOLTO	
		114 2000H	
Korjaustunnit	h	3 HYDRAULINEN VIKA	
		31 Letkuvaurio	
Selite / huomautukset			

Lisätietoja:

Kuva 2: Vikailmoituksen syöttö nykytilanteessa (Marin 2019)

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

E. Hartikainen OY. Toiminta alkoi vuonna 1965 yhden miehen maarakennusliiketoiminnasta Pohjois-Karjalassa. [Viitattu 27.2.2019] Saatavissa: <https://www.hartikainen.com/tyhtio>

IBM Notes. An enterprise email client that integrates social collaboration, messaging and business applications into a single workspace. [Viitattu 2018-11-14] [Verkköjulkaisu] Saatavissa: <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/enterprise-email>

JORMANAINEN, Pekka 2019-02-08. [Haastattelu.] Siilinjärvi: E. Hartikainen OY. Poravaunukorjaamo.

LESKINEN, Tero 2018-10-12. [Haastattelu.] Siilinjärvi: E. Hartikainen OY. Poravaunukorjaamo.

PELTTARI, Mikko 2019-01-18. [Haastattelu.] Siilinjärvi: E. Hartikainen OY. Poravaunukorjaamo.

Rytkönen, Juha 2018-04-10. Case study: E. Hartikainen OY [Viitattu 2018-11-14] Saatavissa: <https://www.kauko.com/case/kauko-digitalisoi-e.-hartikaisen-maanrakennuskoneiden-huoltotoiminnan>

KUVAT

Taulukko 1: Entinen käytössä ollut käyttöasteiden ja teknisen käytettävyyden laskentataulukko (Marin 2019, kuvakaappaus)

Kuvio 1: Ennakoitujen huoltojen ja suunniteltujen korjausten päävikatyypit (Marin 2018, kuvakaappaus)

Kuvio 2: Ennakoitujen huoltojen ja suunniteltujen korjausten alivikatyypit (Marin 2018, kuvakaappaus)

Kuvio 3: Ennakoimattomien korjausten päävikatyypit (Marin 2018, kuvakaappaus)

Kuvio 4: Ennakoimattomien korjausten alivikatyypit (Marin 2018, kuvakaappaus)

Kuva 1: Tekninen käytettävyys ja huoltosuhde (Marin 2018, kuvakaappaus)

Kuva 2: Vikailmoituksen syöttö nykytilanteessa (Marin 2019, kuvakaappaus)

LIITE 1: PORAUSKALUSTON SEISOKKIKOODIT