

Riku Palo

HYDRAULIVASAROIDEN TUNTI- JA SIJAIN TISEURANTA

HYDRAULIVASAROIDEN TUNTI- JA SIJAINTEURANTA

Riku Palo
Opinnäytetyö
Syksy 2022
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Riku Palo

Opinnäytetyön nimi: Hydraulivasaroiden tunti- ja sijaintiseuranta

Työn ohjaaja: Juha Junntila

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2022

Sivumäärä: 31

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja tutkia hydraulivasaroihin tarkin mahdollinen tunti- ja sijaintiseurannan mittalaite, järjestelmä ja valmistaja. Työn toimeksiantajana oli Tapojärvi Oy. Työn tarkoituksena oli saada luotettavaa dataa hydraulivasaroiden isku- ja sijaintitiedoista Tapojärven omaan kunnossapitojärjestelmään.

Normaalisti hydraulivasaroiden tuntiseuranta tapahtuu työkoneseen moottorituntien seurannan kautta eli on suuntaa antava. Mittalaite mahdollistaa hydraulivasaroiden etäseurannan. Vasaraa käytettäessä mittalaite kerää ja lähettää käyttö- ja sijaintitietoja. Nämä tiedot ovat saatavilla verkkopalveluissa, ja niitä voidaan käyttää esimerkiksi työhistorian tarkasteluun, huoltoaikojen hallintaan, vasaran suorituskyvyn optimointiin, käyttäjäkoulutuksen suunnitteluun ja vasarakaluston hallintaan.

Opinnäytetyössä verrattiin eri valmistajien mittalaitteita ja järjestelmiä tunti- ja sijaintiseurantaan. Työssä perehdyttiin kolmen eri johtavan valmistajan eli Caterpillarin, Epirocin ja Sandvikin mittalaitteisiin sekä heidän käyttöjärjestelmiinsä. Vertailuissa käytettiin apuna myös työkonesta saatua tietoa. Tarkoituksena oli löytää edellä mainittujen eri valmistajien kesken laadulta, hinnalta, käyttöjärjestelmältä sekä ennen kaikkea iskutuntimäärältään paikkaansa pitävä mittalaite ja järjestelmä Tapojärvi Oy:lle.

Tutkimuksien, erilaisten testien ja tulosten jälkeen päätyi Tapojärvi Oy jatkamaan Sandvikin RD3:n mittalaitteen ja järjestelmän käyttöä nykyisissä hydraulivasaroissa. Käyttöjärjestelmä on helppokäyttöinen sekä erilaista dataa on saatavissa paljon ja helposti. Lisäksi akun toiminta-aika on riittävän suuri, mikä vähentää kustannuksia pitkällä aikavälillä, koska mittalaitetta ei tarvitse tällöin uusia kovinkaan tiheään. Tärkeimpänä huomattiin mittalaitteen virhe iskutunneissa ja parametrejä saatiin muutettua siten, että siitä saatava data varsinkin iskutunteihin liittyen on luotettavaa. Sandvikin RD3:een on tulossa muutoksia keväällä 2023, ja Tapojärvi päätyi odottamaan näitä päivityksiä ennen varsinaista ostopäätöstä. Tiedonsiirto valmistajan järjestelmästä Tapojärven omaan kunnossapitojärjestelmään tullaan myös suunnittelemaan, kun osto on varmistunut.

Asiasanat: ennakoiva huolto, työkonene, seuranta, hydraulivasara

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Automotive and Machine Engineering

Author: Riku Palo

Title of thesis: Hydraulic Hammers Hour and Location Tracking

Supervisor: Juha Junntila

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2022

Number of pages: 31

The purpose of this thesis was to find out and research the most accurate measuring device, system and manufacture for hour and position monitoring for hydraulic hammers. The client of the work was Tapojärvi Oy. The purpose of the work was to get reliable data on the impact and location information of hydraulic hammers for Tapojärvi's own maintenance system.

Normally, the hourly monitoring of hydraulic hammers takes place through the monitoring of the machine's engine hours, i.e., it is only indicative. The measuring device enables remote monitoring of hydraulic hammers. When using the hammer, the measuring device collects and sends usage and location data. This information is available in online services and can be used, for example, to review work history, manage maintenance times, optimize hammer performance, plan user training and manage hammer stock.

In the results of the thesis, measuring devices and systems of different manufactures were compared in terms of hours and location. In the work, the measuring devices of three different leading manufacturers, namely Caterpillar, Epiroc and Sandvik, and their operating systems were familiarized. In the comparisons information obtained from the work machine was also used as an aid. The purpose was to find a measuring device and system for Tapojärvi Oy among the various manufactures mentioned above in terms of quality, price, operating system and, above all hours of operation.

Results is that Tapojärvi Oy decided to continue using Sandvik's RD3 measuring device and system in the current hydraulic hammers. The operating system is easy to use and lot of data is available easily. In addition, the operating time of the battery is long enough, which reduces costs in the long term, because the measuring device does not need to be renewed very often. The most important thing was that the measuring device's error in stock hours was noticed and the parameters were changed in such a way that the data obtained from it, especially in relation to stroke hours, is reliable. Changes are coming to Sandvik's RD3 in spring 2023, and Tapojärvi ended up waiting for these updates making the actual purchase decision. Data transfer from the manufacture's system to Tapojärvi's own maintenance system will also be planned when the purchase is confirmed.

Keywords: maintenance, machines, tracking, hydraulic hammers

SISÄLLYS

ALKUSANAT	6
1 JOHDANTO	7
2 TAPOJÄRVI OY.....	8
3 TYÖN TARKOITUS	10
4 KUNNOSSAPITO	12
5 TOIMINTAPERIAATE JA KÄYTTÖÖNOTTO	14
5.1 Caterpillar PL161.....	15
5.2 Tekniset tiedot	16
5.3 Epiroc HATCON	16
5.4 Tekniset tiedot	17
5.5 Sandvik RD3	18
6 CATERILLAR PL161 & MYCAT	19
6.1 Mycat-yleisnäkymä.....	19
6.2 Sijaintitiedot.....	20
6.3 Iskutunnit päiväkohtaisesti.....	20
6.4 Yleiskuva	21
7 SANDVIK RD3 & SAM.....	22
7.1 Sijaintitiedot.....	23
7.2 Isku- ja kokonaistunnit päiväkohtaisesti.....	23
7.3 Akun tila	24
7.4 Iskujen kesto	25
7.5 Lämpötila.....	25
8 EPIROC HATCON & MYEPIROC	26
9 TULOKSET	27
9.1 Caterpillar	27
9.2 Epiroc	27
9.3 Sandvik	28
10 YHTEENVETO	29
LÄHTEET.....	31

ALKUSANAT

Haluan kiittää Tapojärveä sekä erityisesti projekti-insinööri Markus Partasta opinnäytetyöni aiheesta, ohjauksesta ja saamastani avusta.

Sodankylässä 16.11.2022

Riku Palo

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Tapojärvi Oy. Työ on suoritettu käytännössä Tapojärven toimipisteellä Kevitsan kaivoksella Sodankylässä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää ja tutkia hydraulivasaroihin tarkoin mahdollinen tunti- ja sijaintiseurannan järjestelmä, josta saadaan luotettavaa dataa Tapojärven omaan kunnossapitojärjestelmään. Tarkoituksena on myös yhtenäistää kaikki seuranta hydraulivasaroista samaan järjestelmään, jotta seuranta olisi helppoa ja vaivatonta. Työ tehdään Tapojärvi Oy:lle helpottaakseen työvälineiden seuranta sijainnin ja käyttötuntien osalta. Hydraulivasaroilla tarkoitetaan työkoneisiin liitettävää työvälineitä, joita käytetään louhinnassa ja rikotuksessa. Mittalaitteella, joka kiinnitetään hydraulivasaraan, on mahdollista seurata käyttötunteja ja sijaintia tietokoneelta mobiilisovellukseen asti. Normaalisti hydraulivasaroiden tuntiseuranta tapahtuu työkoneen moottorituntien seurannan kautta. Tällä kyseisellä mittalaitteella pystytään seuraamaan tarkemmin käyttötunteja ja sitä kautta kulutusosien tarkempaa kulumista suhteissa käyttötunteihin.

Markkinoilla on olemassa eri valmistajien mittalaitteita ja järjestelmiä tunti- ja sijaintiseurantaan. Tässä työssä perehdytään kolmen eri johtavan valmistajan eli Caterpillarin, Epirocin ja Sandvikin lähettimiin sekä heidän käyttöjärjestelmiinsä. Vertailuissa tullaan käyttämään apuna myös työkooneesta saatua tietoa. Tarkoituksena on selvittää edellä mainittujen eri valmistajien kesken laadulta, hinnalta, käyttöjärjestelmä sekä ennen kaikkea iskutunteja paikkansa pitävä järjestelmä Tapojärvi Oy:lle.

Työn taustalla on Tapojärvi Oy:llä tarve saada toimiva järjestelmä hydraulivasaroiden tunti- ja sijaintiseurantaan. Seuraamalla mahdollisimman tarkasti hydraulivasaroiden käyttöä on mahdollista suunnitella ja suorittaa huoltoja juuri oikeaan aikaan. Arvokkaiden hydraulivasaroiden ja näiden komponenttien vuoksi on tärkeää hydraulivasaran seuranta, huoltaminen ja oikeaoppinen käyttö. Jotta oikeaoppista käyttöä on mahdollista seurata iskutuntien keston suhteen, on tärkeää löytää eri valmistajien väliltä sellainen järjestelmä, johon voidaan luottaa ja josta saadaan riittävästi kerättyä tietoa Tapojärven omaan kunnossapitojärjestelmään.

2 TAPOJÄRVI OY

Tapojärvi Oy on vuonna 1955 Esko Tapojärven perustama kansainvälinen kiertotalouden kehittäjä sekä kaivos- ja tehdaspalvelujen erikoisosaaja, joka luo uusia ratkaisuja kestäväan elämään. Tapojärvi tuottaa elinympäristömme kannalta kestäviä tuotteita ja palveluja. Kustannustehokkuus Tapojärvellä kehittyi kilpailijoitansa nopeammin operatiivisen erinomaisuuden ja uusien teknologioiden käyttöönoton kautta. Tapojärvellä edellytyksenä on vastuun kantaminen toiminnasta ja jatkuva suorituskyvyn, turvallisuuden, laadun ja ympäristön parantaminen. Tapojärvi on ensisijainen valinta palvelujen tuottajaksi (Tapojärvi Oy 2022a, 16–17.) Kuvassa 1 on esiteltyä Tapojärven eri toimialoja.



KUVA 1. Tapojärven eri toimialoja

Tapojärvi Oy työllistää yli 800 henkilöä 13 eri toimipisteessä. Toimipisteitä Tapojärvi Oy:llä tytä- ja sisaryhtiöineen on Suomen lisäksi Ruotsissa ja Italiassa (kuva 2). Tapojärvi Oy:n tytäryhtiöitä ovat Tapojärvi Sverige AB, Tapojärvi Italia S.r.l sekä Hannukainen Mining Oy. Sisaryhtiöitä puolestaan ovat Tapojärven Kiinteistöt Oy ja Recurso Oy. Vuonna 2021 Tapojärvi Oy:n liikevaihto oli 107,6 miljoonaa euroa (Tapojärvi Oy 2022a, 5–7.)



1955

Perustamis-
vuosi

832

Työntekijää
(Päivitetty 30.6.2022)

13

Toimipistettä
3 maassa

€ 107,6 450

Milj.
liikevaihto

Kalustoyksikköä

1,79 /Milj.h

LTIF = Lost-Time Injury Frequency

KAIVOSPALVELUT

- Avolouhokset
- Maanalaiset kaivokset
- Teknologia
- Moderni kalusto
- Tutkimus ja kehitystyö
- Hannukainen Mining Oy



TEOLLINEN KIERTOTALOUS

- Teollisuuden sivutuotteiden kierrätys
- Materiaalien prosessointi
- Rikastustoiminta
- Teollisuus- ja kuljetuspalvelut
- Moderni kalusto
- Tutkimus ja kehitystyö

19 000

Tunnelimetriä / a

5 M€/a

Tutkimus- ja kehitystyöhön

47,9 Mt

Käsiteltyä materiaalia / a

TAPOJÄRVİ

KUVA 1. Tietoa Tapojärvestä

3 TYÖN TARKOITUS

Työn tarkoituksena on löytää hydraulivasaroihin paras mahdollinen tunti- ja sijaintiseurannan valmistaja Tapojärvi Oy:lle. Työssä vertaillaan eri valmistajien mittalaitteita ja järjestelmiä hydraulivasarassa. Vertailussa tulee olemaan Caterpillarin, Sandvikin ja Epirocin mittalaitteet ja heidän omat järjestelmänsä tuntien ja sijainnin seurantaan. Tutkinnan apuna käytetään myös työkoneesta saatavaa dataa liittyen hydraulivasaran käytöstä.

Kaikki kolmen eri valmistajan mittalaitteet on kiinnitetty samaan hydraulivasaraan. Työssä käytetään Rammer'in 9033E-hydraulivasaraa. Työpaino hydraulivasaralla on 8600 kg. Hydraulivasara on kiinnitettynä 95 000 kg kaivinkoneeseen. Kaivinkone on Volvon EC 950FL (kuva 3). Jotta vertailu voidaan suorittaa mittalaitteiden välillä, on saatava faktat todellisista iskutunneista. Apuna työssä on käytetty työkoneesta eli Volvosta saatua dataa lisähydrauliikan antamista iskutunneista ja lisäksi on tehty myös kellotuksia tunnin ajalta, jossa on vertailtu todellisia iskutunteja mittalaitteiden antamiin iskutunteihin (Tapojärvi Oy 2022b.)



KUVA 2. Yleiskuva työkoneesta ja hydraulivasarasta

Tarkoituksena on päätyä yhteen valmistajaan, jonka kautta ostetaan mittalaitteet ja järjestelmä. Useilla valmistajilla on olemassa omat internetsivut, josta voi seurata koneiden tai työlaitteiden käyttöaikoja sekä muita tietoja. Tapojärven tapauksessa toimintoja ohjataan, seurataan ja suunnitellaan Tapojärven oman kunnossapitojärjestelmän kautta. Tarpeellisten tietojen tuonti osaksi tätä järjestelmää rajapintojen avulla vähentää tiedon etsimiseen kuluva aikaa, ja kaikki tarpeellinen tieto löytyy omasta järjestelmästä. Tarkoituksena olisi, että mittalaite lähettäisi tiedot vähintään kerran vuorokaudessa. Tärkeintä on se, että päädytään vain yhteen valmistajaan, sillä se helpottaa hydraulivasaroiden seuranta ja tiedon keruussa kaikki tiedot saataisiin rajapinnan avulla haettua samalta valmistajalta ja samasta järjestelmästä.

4 KUNNOSSAPITO

Huoltojen oikea ajoittaminen on todella tärkeää. Ylihuoltaminen lisää kustannuksia, samoin kuten alihuoltaminen. Ylimääräinen kunnossapito on yksi vikaantumisen lähde, eli koneita ei tulisi avata turhan takia. On tärkeää, että komponentteja ei huolleta tai vaihdeta turhaan, ja vaihtoehtoisesti huoltamatta tai vaihtamatta jätetty komponentti voi taas aiheuttaa vaaraa myös muiden osien rikoontumisille (Niininen 2022, 2,5.)

Hydraulivasaran oikeaoppisella käytöllä on suuri merkitys sen eri komponenttien ja itse työkoneen kestämiseen. Hydraulivasaran terä, terän holkit, mäntä ja vasaran ulkopuolinen runko ovat yleensä väärinkäytön rikkomia komponentteja (kuva 4). Hydraulivasaran oikeaoppisessa käytössä on huomioitava monia asioita, joista kuljettajan on pidettävä huolta. Tärkeimpinä mm. vasaran oikea lyöntikulma, iskujen kesto, rasvan riittävyys ja hydraulioöljyjen lämmitys ennen käyttöönottoa. Hydraulioöljyt lämmitetään kierrättämällä koneen hydraulioöljyjä. Kaikkien edellä mainittujen asioiden väärinkäytöllä voi olla seurauksena kalliiden ja työläiden komponenttien vaihto (Sandvik Mining and Construction Oy 2021.)



KUVA 3. Hydraulivasara

On tärkeä tietää hydraulivasaran todelliset käyttötunnit, jotta voidaan suunnitella ja ajoittaa huollot tehtäväksi oikeaan aikaan. Tämän lisäksi voidaan seurata eri komponenttien kulumista. Tämän järjestelmän ja kokemusten kautta voidaan siis laskea urakoita entistä tarkemmin, kun tiedetään hydraulivasaroiden todelliset käyttökustannukset.

5 TOIMINTAPERIAATE JA KÄYTTÖNOTTO

Mittalaitteiden toimintaperiaatteeseen ei täysin päästy käsiksi, sillä valmistajilta saatava tieto on rajallista. Pääsääntöisesti toimintaperiaate kaikissa kolmen eri valmistajan mittalaitteissa on sama, ja se perustuu heilahduksien mittaamiseen eri akseleilla. Mittalaitteen sisälle on rakennettu kaikki tarvittava, jotta erilaista dataa saadaan kerättyä. Mittalaitteissa on myös sisäänrakennettu akku, joka ei ole vaihdettavissa. Mittalaite on pienehkö ja on täten helppo asentaa hydraulivasaroihin. Kaikissa mittalaitteissa kiinnitys tapahtuu samalla tavalla (kuva 5) eli porataan oikealle etäisyydelle reiät ja tehdään niihin kierteet, jotta mittalaite voidaan asentaa paketissa mukaan tulleilla pulteilla paikoilleen.



KUVIO 4. Kolmen eri valmistajan mittalaitteet kiinnitettynä hydraulivasaraan

5.1 Caterpillar PL161

Caterpillarin mittalaite on nimeltään PL161 (kuva 6). Mittalaitteessa on sisäänrakennettu inertia-mittayksikkö. Inertiamittayksikkö on laite, joka mittaa nopeuden, suunnan ja magneettisuuden käytäen kiihtyvyyssanturia, gyroskooppia ja magnetometriä saadakseen selville suunnan, todellisen kiihtyvyyden ja sijainnin. Mittalaite toimitetaan lepotilassa virran säästämisen vuoksi. Käyttöönotto vaatii lähettimen herättämisen ja aktivoimisen Avescon jälleenmyyjältä. Mittalaitteen aktivoiminen tapahtuu seuraavanlaisesti: (Digi-Key Electronics 2022.)

Tärkeää on toimia ohjeiden mukaisesti ja käyttää ajastinta seuraavia toimenpiteitä varten. Kaikki vaiheet on suoritettava kokonaan.

1. Poista mittalaite pakkauksesta
2. Aseta mittalaitteen kuvapuoli ylöspäin, tasaiselle alustalle. Älä liikuta sitä vähintään kahdeksaan sekuntiin.
3. Kahdeksan sekunnin kuluttua, käännä mittalaite kuvapuoli alaspäin (kahden sekunnin sisällä) ja anna sen levätä kahdeksan sekuntia.
4. Kahdeksan sekunnin jälkeen käännä mittalaite takaisin (kahden sekunnin sisällä) kuvapuoli ylöspäin ja älä liikuta.
5. Tämä lyhyt kääntötoiminta aktivoi mittalaitteen.

Tämän jälkeen jälleenmyyjä aktivoi mittalaitteen heidän järjestelmänsä. Tässä vaiheessa on ladattava Mycat-appi, jolla pystyy seuraamaan mittalaitteen lähettämiä käyttötunteja ja sijaintia. Mikäli mittalaitteen aktivointi suoritetaan oikein, prosessin pitäisi kestää alle minuutin, jotta laite otetaan käyttöön pysyvästi. Akku testataan pysäyttämällä kohdan 3 jälkeen. Laite käynnistyy minuutin ajan ja sammuu sitten. Kääntö ja ajoitus ovat erittäin tärkeitä edellä mainituissa vaiheissa. Kun laite on täysin päällä, sitä ei voi enää sammuttaa. Bluetoothin kantama on paras 30 metrin sisällä. Mikäli esteetön näköyhteys saavutetaan, kantama voi olla parhaimmillaan jopa 90 metriä (Frietsch 2020, 4–17.)



KUVA 5. PL161 pakkauksen sisältö

5.2 Tekniset tiedot

PL161-mittalaitteen leveys on 47 mm, pituus 57 mm ja korkeus 18 mm. Painoa mittalaitteella on 85 g. Jotta varmistetaan mittalaitteen toimivuudesta, on käyttölämpötilan oltava $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $85.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ välillä. Mittalaitteen akun toiminta-aika on 2 vuotta (Frietsch 2020, 6.)

5.3 Epiroc HATCON

Epirocin mittalaitetta kutsutaan HATCONiksi (kuva 7). Mittalaitteen aktivointi on todella yksinkertainen. Mittalaitteesta on otettava sarjanumero, joka syötetään Epirocin järjestelmään. Tämän jälkeen mittalaitteeseen merkityssä kohdassa käytetään viiden sekunnin ajan pakkauksessa tulevaa magneettia, joka aktivoi itse mittalaitteen (Epiroc 2022.)

Lähettimen kasaus on yksinkertainen, vaikkakaan paketissa ei suoranaisesti siihen ohjeita ollutkaan. Epirocin nettisivuilta löytää oikeaoppiset ohjeet mittalaitteen kasaamiseen, kiinnittämiseen ja

aktivoimiseen. Mittalaite itsessään ei ollut Epirocin oma valmistama vaan Trustedin. Trustedilta on myös mahdollista ostaa heidän mittalaitteensa ja käyttöjärjestelmänsä (Epiroc 2022.)



KUVA 6. HATCON:in mittalaite purettuna ja aktivointi magneetti

5.4 Tekniset tiedot

Mittalaitteen raportoinnin tiheyttä on mahdollista muuttaa, mutta tämä vaikuttaa suoraan akun keston. Tiheämmällä raportoinnilla akun kesto on huomattavasti lyhyempi. Kuvassa 8 on esiteltyä Epirocin valmistaman HATCONin tekniset tiedot ja taulukko, josta pääsee näkemään akun keston eri raportointi väleillä (Epiroc 2020, 7.)

HATCON

Battery lifetime	Typical 3000 reports based on 1 report/day *
Network technology	3G/2G, penta-band (850/900/1800/1900/2100 MHz)
Antenna, GPS	Internal
Antenna, GSM	Internal
Sensors	Position, Motion, Tilt, Operating hours, 3-axis Shock
LOG	Store-and-forward log, all data including position and sensor data
Operating temperature	-30°C to +85°C (-22° F to 185° F)
Storage temperature	-40°C to +85°C (-30° F to 185° F)
IP rating	IP69K
Battery	Primary lithium, 7.8 Ah, built-in, encapsulated
Lithium content	2.07 g (0.0046 lbs)
ADR	UN3091

	Report / day	No. of reports	Months
2G	1	2500**	82
	4	3500	29
	24	4000	5
2G/3G	1	2800	92
	4	4200	35
	24	5000	7
3G	1	3000	99
	4	5000	41
	24	6000	8

KUVA 7. HATCONin tekniset tiedot

5.5 Sandvik RD3

Sandvikin valmistamaa mittalaitetta kutsutaan RD3:ksi. Mittalaitetta ei tarvinnut erikseen aktivoida tai kiinnittää, sillä mittalaite on ollut uudesta asti toiminnassa hydraulivasarassa. Kuvassa 9 RD3-mittalaite kiinnitettynä hydraulivasaraan.



KUVA 8. RD3-mittalaite

6 CATERILLAR PL161 & MYCAT

Caterpillarin valmistama mittalaite on nimeltään PL161 ja käyttöjärjestelmä Mycat. Järjestelmä on helppokäyttöinen, mutta käytettävissä oleva data on rajattu pelkästään käyttötunteihin ja sijainnin seurantaan. PL161-mittalaite ei ole riippuvainen kohteen kiinnittämisen suhteen eli sitä voidaan käyttää hydraulivasaroissa, kuin myös muissakin työvälaineissä. Järjestelmässä on mahdollista myös kirjata suoritettuja huoltoja ja erilaisia muistiinpanoja. Tiedot järjestelmään saadaan haettua puhelimella bluetoothin avulla ja kirjaututtuna Mycat-mobiilisovellukseen. Kantama bluetoothin ja mittalaitteen välillä on jopa 90 metriä (Frietsch 2020, 10.)

6.1 Mycat-yleisnäkymä

Mycat-nettiversiossa on nähtävissä selkeä hyvä yleiskuva hydraulivasarasta (kuva 10). Yleisnäky-
mästä pääset suoraan tarkastelemaan sijaintia, kokonaistunteja ja yhteyden tilaa. Järjestelmässä on sellainen ominaisuus, että sovelluksen käyttäjä voi syöttää itse hydraulivasaran tiedot ja kuvat. Järjestelmään on mahdollista syöttää huoltovälejä ja asettaa muistutuksia.

The screenshot shows the Mycat web interface for a Caterpillar PL161 hydraulic excavator. The interface is in Finnish and includes a navigation menu at the top with options like 'ALOITUS', 'KOHEET', 'TOIMINNOT', 'OMA TOIMINTA', and 'YLLÄPITO'. The main content area displays the following information:

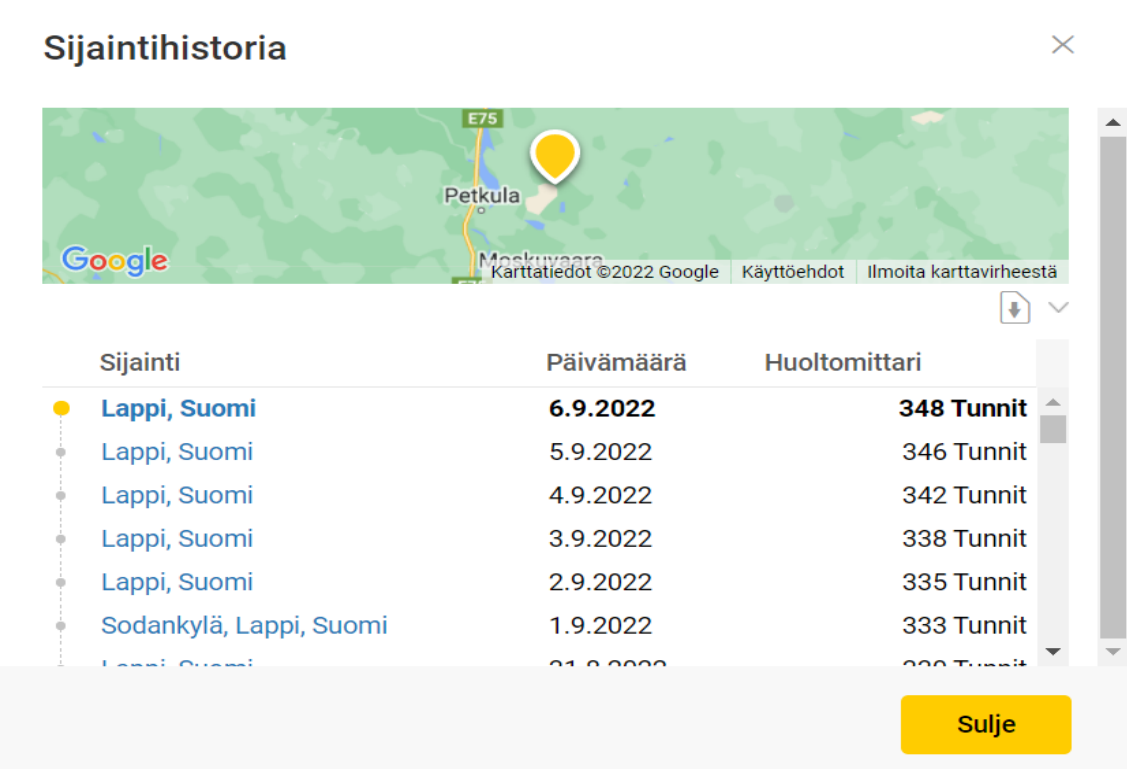
- KP2014** (ID) and **9033EA0019 - MISCELLANEOUS MFGRS RAMMER 9033E** (Model)
- HUOLTOMITTARI** (Maintenance Meter): **348,0 Tunnit** (Hours). Last updated: 6.9.2022 13:13:03 EEST (UTC +03:00).
- SIJAINTI** (Location): **Lappi, Suomi**. Last updated: 6.9.2022 13:13:03 EEST (UTC +03:00).
- MATKAMITTARI** (Odometer): -
- POLTTOAINEEN MÄÄRÄ** (Fuel Level): -
- TASO DEF-SÄILIÖSSÄ** (DEF Level): -
- SEURAAVA HUOLTO** (Next Maintenance): -
- ARVOSTELU** (Rating): -
- YHTEYS** (Connection): **KYTKETTY** (Connected)
- SAATAVUUS** (Availability): **TUNTEMATON** (Unknown)

The interface also features a sidebar menu with options like 'YLEISKUVA', 'KUNTO JA HUOLTO', 'TEHTÄVÄT', and 'HYÖDYNTÄMINEN'. The main content area has a 'Kojetaulu' (Dashboard) section with 'Aikajana' (Timeline) and 'Päivämääräalue: Edelliset 3 kuukautta' (Date Range: Last 3 months). There are also buttons for 'Määritä tarkastus' (Set inspection) and 'Pyydä huoltoa' (Request maintenance).

KUVA 9. Mycat-nettiversión yleisnäkymä

6.2 Sijaintitiedot

Caterpillarin Mycat-nettiversiossa on sijaintitiedot Google Maps:n pohjalla. Nettisovelluksessa ei pysty aukaisemaan karttapohjaa ja katsomaan tarkemmin koneen sijaintia. Mobiilisovelluksessa on taas tämä mahdollisuus ja kone näkyy selkeästi koneen symbolina kartassa. Kuvassa 11 nähdään, että sijaintihistorian avatessa tulee myös näkymään sijainti, päivämäärä ja tunnit.



Sijaintihistoria

Sijainti	Päivämäärä	Huoltomittari
Lappi, Suomi	6.9.2022	348 Tunnit
Lappi, Suomi	5.9.2022	346 Tunnit
Lappi, Suomi	4.9.2022	342 Tunnit
Lappi, Suomi	3.9.2022	338 Tunnit
Lappi, Suomi	2.9.2022	335 Tunnit
Sodankylä, Lappi, Suomi	1.9.2022	333 Tunnit
Lappi, Suomi	31.8.2022	330 Tunnit

Sulje

KUVA 10. Mycat-nettisovelluksen sijaintihistoria

6.3 Iskutunnit päiväkohtaisesti

Caterpillarin järjestelmässä on mahdollista seurata iskutunteja myös päiväkohtaisesti. Järjestelmä ei kerää tunteja desimaalien tarkkuudella, mikä tekee siitä epätarkemman. Skaala tietojen hakemiseen on iso, tietoja voi hakea jopa kahden vuoden takaiseen. Kuvassa 12 esiteltynä iskutunnit päiväkohtaisesti.



KUVA 11. Iskutunnit päiväkohtaisesti

6.4 Yleiskuva

Järjestelmässä on myös vaivatonta siirtää Excel-ohjelmaan valitsemaltaan ajalta kaikki tiedot kerralla. Yleiskuvassa näkyy valittu kohde sijainti, leveys-/pituuspiiri, päivämäärä sekä käyttötunnit. Kuvassa 13 yleiskuva ladattuna Exceliin.

Yleiskuva 6.9.2022 6:33:37 Tapojärvi Oy.

KOHDE	SIJAINTI	LEVEYS-/PITUUSPIIRI	PAIVAMAARA	HUOLTOMITTARI	HUOLTOMITTARI (UOM)
KP2014 9033EA0019 MISCELLANEOU S MFGRS RAMMER 9033E	Lappi, Suomi	67.69625, 26.98136	6.9.2022		348 Tunnit
KP2014 9033EA0019 MISCELLANEOU S MFGRS RAMMER 9033E	Lappi, Suomi	67.69657, 26.98018	5.9.2022		346 Tunnit
KP2014 9033EA0019 MISCELLANEOU S MFGRS RAMMER 9033E	Lappi, Suomi	67.69603, 26.97964	4.9.2022		342 Tunnit
KP2014 9033EA0019 MISCELLANEOU S MFGRS RAMMER 9033E	Lappi, Suomi	67.69643, 26.9799	3.9.2022		338 Tunnit
KP2014 9033EA0019 MISCELLANEOU S MFGRS RAMMER 9033E	Lappi, Suomi	67.68949, 26.9461	2.9.2022		335 Tunnit

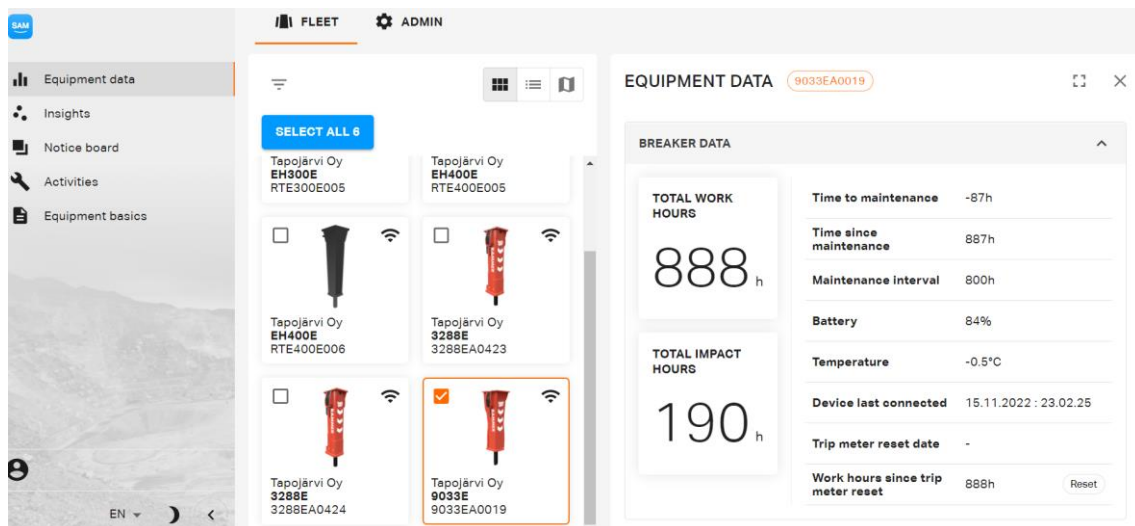
KUVA 12. Yleiskuva ladattuna Exceliin

7 SANDVIK RD3 & SAM

Sandvikin RD3-mittalaite ja käyttöjärjestelmä SAM on toimiva ratkaisu käyttäjälle. Sivut ovat yksinkertaiset, asiat helposti löydettävissä ja datan keruu on tarkempaa sekä monipuolisempaa verrattuna muihin valmistajiin. Sandvikin järjestelmällä pystyy seuraamaan lisänä myös akun varausta, lämpötilahistoriaa, tarkemmat iskutunnit desimaalien tarkkuudella, iskujen kestoja, ja tiedot ovat helposti saatavilla erilaisten graafien kanssa.

Järjestelmän etusivun avattua näkee suoraan kaikki hydraulivasarat, jossa on asennettuna RD3-mittalaite ja joka on liitetty SAM-käyttöjärjestelmään. Hydraulivasaran valittua aukeaa yleisnäkymä myös vasaran tiedoista, joita on helppo ja nopea tarkastella. Järjestelmässä on mahdollista myös kirjata kaikki suoritettavat huollot, takuukorjaukset ja erilaisia muistiinpanoja.

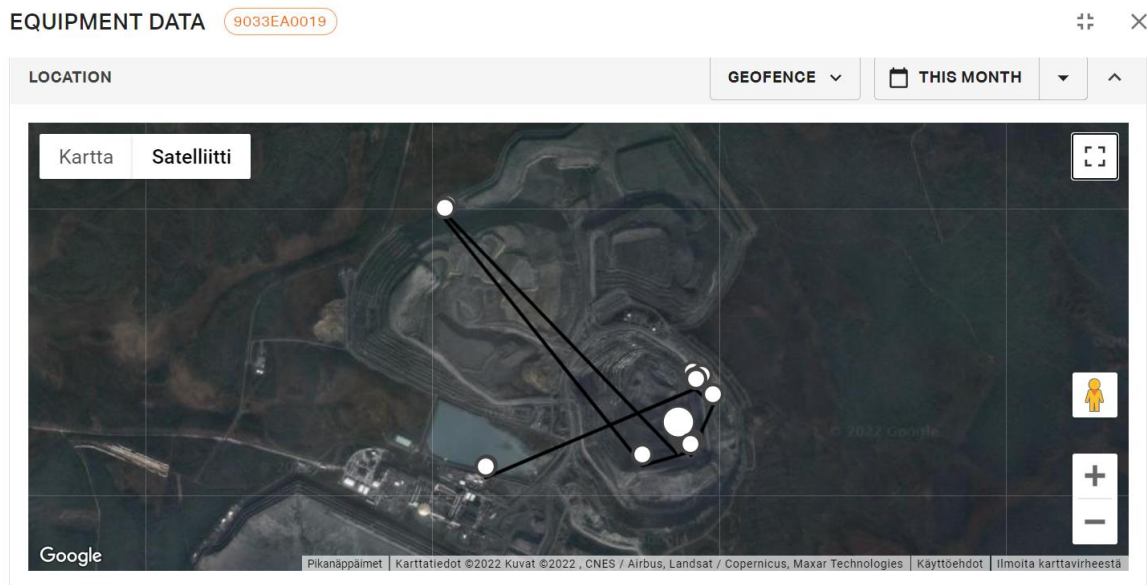
Mittalaite lähettää raportin kerran vuorokaudessa telematiikan avulla. On mahdollista myös muuttaa raporttien lähettämisen tiheyttä, mutta tämä vaikuttaa suoraan akun keston. Kyseisessä järjestelmässä ja mittalaitteessa ei toistaiseksi ole mahdollista kerätä tietoja mm. bluetoothilla. Kuvassa 14 on yleiskuva valitusta hydraulivasarasta SAM-käyttöjärjestelmässä.



KUVA 13. SAM-yleiskuva

7.1 Sijaintitiedot

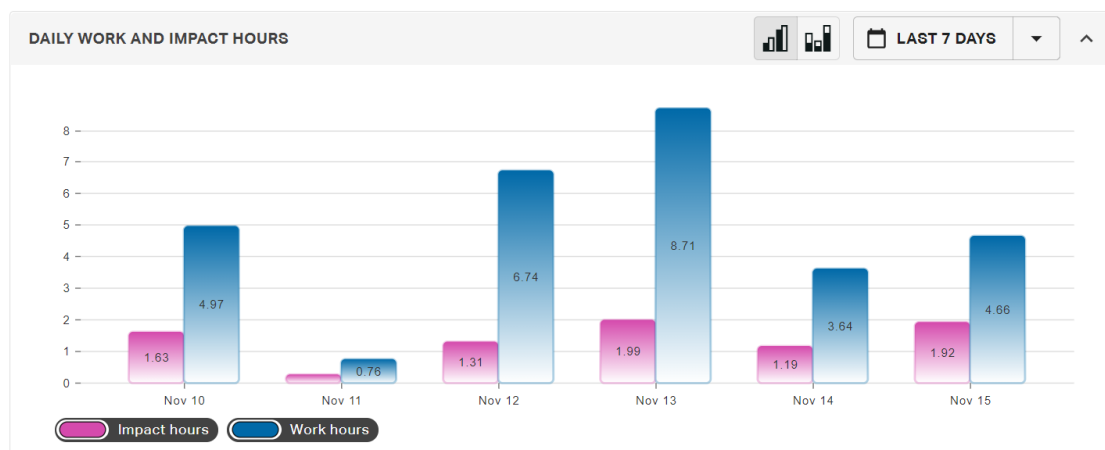
Sandvikin järjestelmässä on sijaintitiedot todella hyvin ja selkeästi löydettävissä. Kartta on helppolukuinen ja -käyttöinen. Karttapohjana on käytössä sama kuin muillakin valmistajilla, eli Google Maps. Karttapohja on vasta päivitetty, joten sijainti näyttää pitävän täsmälleen paikkansa. Etuna Sandvikin järjestelmässä on mahdollista rajata ja etsiä eri päivän perusteella sijaintia. Kuvassa 15 nähdään valituilta päiviltä kartassa valkoisella pisteellä, missä mittalaite on milloinkin ollut.



KUVA 14. Sijaintitiedot

7.2 Isku- ja kokonaistunnit päiväkohtaisesti

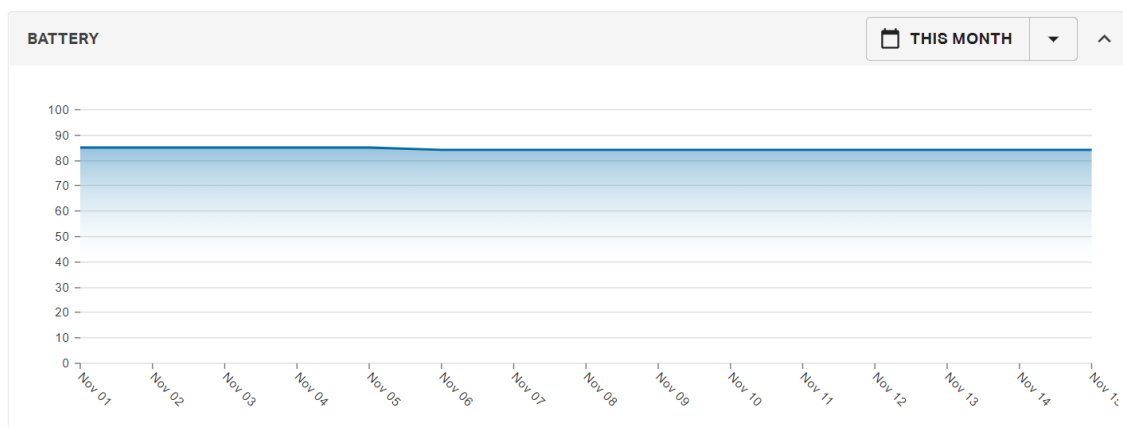
Iskutuntien seuranta on myös tehty Sandvikin järjestelmässä erittäin helppolukaiseksi. On myös mahdollista rajata ja etsiä joko isku- tai kokonaistunteja eri päivien perusteella. Palkit on myös numeroitu desimaalien tarkkuudella, mikä tekee tästä tarkan ja helpoksi luettavan. Kuvassa 16 nähdään valitulta ajanjaksolta päiväkohtaiset isku- ja kokonaistunnit.



KUVA 15. Isku- ja kokonaistunnit päiväkohtaisesti

7.3 Akun tila

Akun kestoksi RD3:ssa luvattiin n. 5 toimintavuotta. Sandvikin mittalaitteen akun toiminta-aika on huomattavasti pidempi kuin osalla muilla valmistajilla. Sandvikin järjestelmä erottuu tässä todella hyvänä esimerkkinä myös siitä, että akun varausta voi seurata myös päiväkohtaisesti. Hiiren vedettyä halutun päivän kohdalle näkyy akun varaus tarkemmin, esimerkiksi 87,50 % syyskuun viidentenä päivänä. On siis mahdollista reagoida ja puuttua asiaan, mikäli akun varaus laskee normaalia nopeampaa. Kuvasta 17 näkee akun varauksen prosentteina.



KUVA 16. Akun varaus prosentteina

7.4 Iskujen kesto

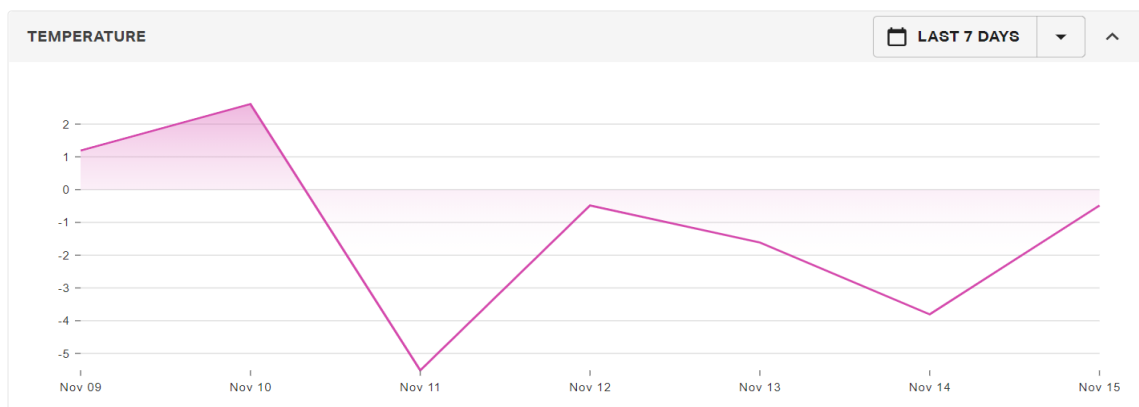
Monesta muusta valmistajasta poiketen Sandvikin järjestelmässä mahdollista on myös hydraulivasaraa käyttäessä seurata iskujen pituuksia, eli yhtäjaksoista iskemistä. Tässä nyrkkisääntönä on, ettei yli 15 sekunnin yhtäjaksoisia iskuja vasaralla saisi tehdä. Kuvasta 18 nähdään iskujen kesto valitulta ajanjaksolta, mikä mahdollistaa vasaran oikeaoppisen käytön seurannan.



KUVA 17. Iskujen kesto valitulta ajanjaksolta

7.5 Lämpötila

Sandvikin järjestelmässä on todella selkeä katsoa mittalaitteen mittaamaa ulkolämpötilaa. Hakua on mahdollista rajata haluamiensa päivien mukaan. Kuvassa 19 ilman lämpötila valitulta ajanjaksolta.



KUVA 18. Ilman lämpötila valitulta ajanjaksolta

8 EPIROC HATCON & MYEPIROC

Epirocin mittalaite kantaa nimeä HATCON ja käyttöjärjestelmä toimii nimellä Myepiroc. Epirocin järjestelmä ja mittalaite otettiin myös mukaan vertailuihin työssä. Järjestelmän ja mittalaitteen testaus jouduttiin ottamaan hieman myöhemmin käyttöön, sillä mittalaitteen toimitus kesti todella pitkään.

Epirocin järjestelmän ja mittalaitteen käyttöönotto tuotti paljon vaikeuksia. Mittalaite itsessään on helppo asentaa ja saada aktivoitua magneetin avulla, mutta järjestelmän käyttöönotto eli mittalaitteen parittaminen järjestelmään luotuun vasaraan ei onnistunut koko puolen vuoden aikana lukuisista yrityksistä huolimatta, vaikka asiaa hoidettiin yhdessä Epirocin yhteyshenkilöiden kanssa.

Tapojärven toimipisteessä Kevitsassa on käytössä Epirocin valmistama EB 7000 DP-hydraulivasara, jossa on valmiiksi asennettuna HATCON-mittalaite. Kyseinen mittalaite on saatu toimimaan, kun kyseinen vasara on otettu käyttöön uutena, mutta mittalaitteen toimivuus keskeytyi lähes heti. Yritimme myös Epirocin yhteyshenkilöiden kanssa saada tämän toimimaan, mutta tuloksetta.

Tämä mittalaite ja järjestelmä ei olisi voinut tulla toimimaan Tapojärven käytössä. Järjestelmää ja mittalaitteita ei saatu toimimaan, ja lisäksi mittalaitetta ei voinut parittaa muuta kuin Epirocin valmistamiin hydraulivasaroihin.

Lopputuloksena on, että kumpaakaan uutta tai vanhaa mittalaitetta ja järjestelmää ei saatu koskaan toimimaan, vaikka kyseistä tuotetta myydään toimivana asiakkaille. Epirocin mittalaite oli myös arvokas esimerkiksi verrattuna PL161:een. HATCONin hinta on lähes kymmenkertainen, ja saatava data oli kuitenkin lähes sama kuin PL161:ssa.

9 TULOKSET

Testejä tehtiin puolen vuoden ajan eri valmistajien mittalaitteilla, ja nämä kaikki olivat kiinni samassa hydraulivasarassa. Huomattavia eroja oli kaikkien valmistajien kesken. Toimintaperiaate on kaikissa sama, ja siitä huolimatta tulokset erosivat toisistaan. Kun puhutaan keskimäärin n. 12 tunnin vuorokausikohtaisesta koneen käytöstä, olivat erot iskutunneissa todella suuria vuorokausikohtaisesti, ja ero kasvoi pidemmällä aikavälillä. Esimerkiksi päiväkohtaiset erot saattoivat iskutuntien kohdalla olla 0,5–3,5 h, joten tämä kertaantui kuukaudessa jo todella suureksi. Pystyimme onneksi todentamaan tätä suoraan työkoneesta mitatuilla tunneilla, mikä antaa todellisen kuvan iskutunneista, sillä se mittaa suoraan iskutunnit siitä, miten käskyjä on annettu työkoneesta iskuvasaralle.

9.1 Caterpillar

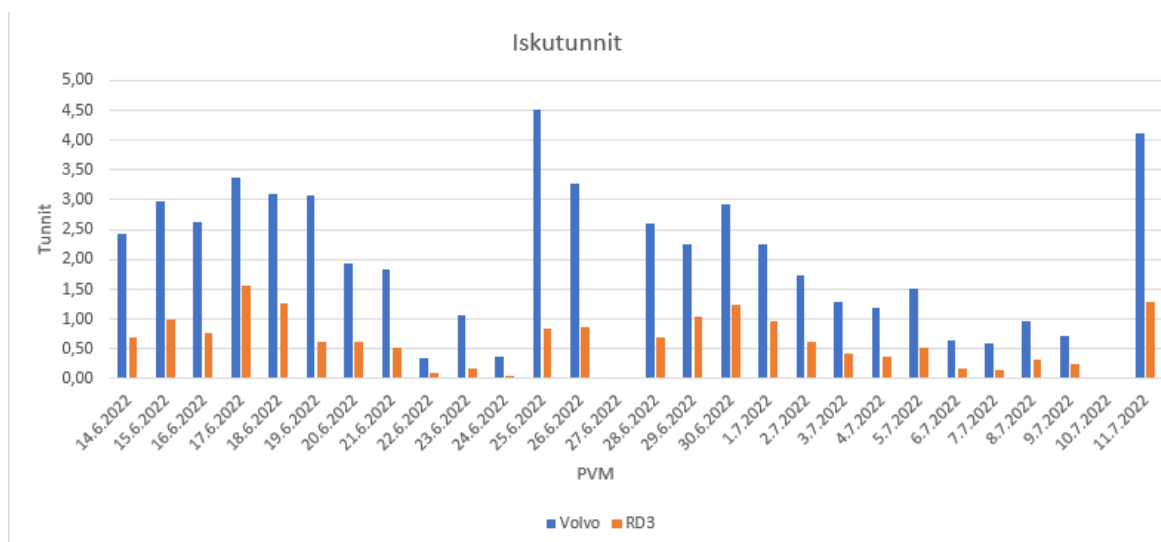
Caterpillarin valmistama PL161-mittalaite ja Mycat-järjestelmä otettiin testissä ensimmäisenä käyttöön. Mittalaitteen aktivointi oli suhteessa vaivatonta ja se saatiin heti ongelmitta käyttöön. Itse mittalaite oli kaikista kolmesta huomattavasti edullisin. Järjestelmästä huonon teki se, että saatava data ei ollut riittävää. Iskutunnit ja sijaintiseuranta oli selkeästi löydettävissä, mutta tietojen käyttö asiakkaalla järjestelmässä oli jopa liiankin yksinkertainen. Haittana oli myös mittalaitteen akun kesto, mikä oli kaksi toimintavuotta.

9.2 Epiroc

Epirocin mittalaite ja järjestelmä tuottivat todella paljon vaikeuksia jo alusta alkaen. Mittalaitteet saatiin aktivoitua, mutta parittaminen järjestelmään ei onnistunut koko puolen vuoden aikana, vaikka lukuisia yrityksiä tehtiin yhdessä Epirocin yhteyshenkilöiden kanssa. Lisäksi ongelmana oli, ettei mittalaitetta voinut ns. parittaa muiden valmistajien hydraulivasaroiden kanssa. Järjestelmää ja mittalaitetta ei päästy testaamaan, ja muistakin kyseisen valmistajan ongelmista päädyimme tulokseen jättäytyä tämän valmistajan mittalaitteesta ja järjestelmästä kokonaan pois.

9.3 Sandvik

Sandvikin mittalaite ja järjestelmä ovat todella kattavat ja tietoa on asiakkaalle hyvin saatavilla. Kattavan tiedon ja hyvän järjestelmän ansiosta Sandvikin RD3 olisi Tapojärvelle juuri sopiva. Kuitenkin testien aikana iskutunteja seurattaessa oli niissä hurja ero työkoneen ilmoittamiin iskutunteihin. Päädyin ottamaan yhteyttä Sandvikin yhteyshenkilöihin. Asiaa tutkittiin yhdessä heidän kanssaan, ja päädyimme suorittamaan testin tunnin ajalta, jolloin tihentäisimme mittalaitteen raportointia puolen tunnin välein kahdeksi vuorokaudeksi. Suoritin tämän kahden vuorokauden aikana tunnin mittaisen kellotuksen, eli mittaisin sekuntikellon avulla aina, kun isku on tapahtunut. Tällä keinolla pääsimme varmistamaan mittalaitteen raportointien iskutuntien paikkansa pitävyyden, mikä olikin tärkein edellytys Tapojärvelle. Kuvassa 20 on vertailtu työkoneen ja RD3-mittalaitteen antamia iskutunteja.



KUVA 19. Iskutuntien vertailu ajalta 14.6.2022–11.7.2022

Kellotus suoritettiin 5.11.2022 klo 13:00-14:00. Iskutunteja kellotuksessa kertyi yhteensä 19 minuuttia ja 1 sekunti, mikä vastasi 31,8 % käyttöaikasuhdetta. Mittalaitteen raportoimia iskutunteja kertyi em. ajanjaksolta 9 minuuttia ja 5 sekuntia, joka vastaisi 13,8 % käyttöaikasuhdetta.

Mittalaitteen parametrejä oli mahdollista muuttaa Sandvikin osalta etänä ns. herkemmäksi, jotta mittalaite saataisiin mahdollisimman tarkaksi. Parametrejä muutettiin ja tulokset alkoivat osoittautumaan todellisiksi.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tarkin ja paras mahdollinen tunti- ja sijaintiseurannan mittalaite, järjestelmä ja valmistaja Tapojärvi oy:lle. Normaalisti hydraulivasaroiden tuntiseuranta tapahtuu työkoneen moottorituntien seurannan kautta eli on suuntaa antava. Mittalaite mahdollistaa hydraulivasaroiden etäseurannan. Vasaraa käytettäessä mittalaite kerää ja lähettää käyttö- ja sijaintitietoja. Nämä tiedot ovat saatavilla verkkopalveluissa, ja niitä voidaan käyttää esimerkiksi työhistorian tarkasteluun, huoltoaikojen hallintaan, vasaran suorituskyvyn optimointiin, käyttäjäkoulutuksen suunnitteluun ja vasarakaluston hallinointiin. Kaikki mahdollinen tieto hydraulivasaroiden käytöstä parantaa Tapojärven kunnossapitoa ja kustannustehokkuutta. Tällä hetkellä kaikkien hintojen noustessa ja tarjouskilpailujen ollessa entistä kovempia on tekniikan ja sen seurannan kehityttävä. Taulukossa 1 on vertailtu eri valmistajien mittalaitteita ja järjestelmiä.

TAULUKKO 1. Vertailua eri valmistajien kesken

	Caterpillar PL161 & MYCAT	Epiroc HATCON & MYEPIROC	Sandvik RD3 & MYSAM
Yleisnäkyvä	+	+	+
Iskutunnit	+	+	+
Kokonaistunnit	-	-	+
Sijaintiseuranta	+	+	+
Hinta	+	-	-
Käytettävyys	+	-	+
Rajapintamahdollisuus	+	-	+
Akun kesto	2 toimintavuotta	6-7 toimintavuotta	5 toimintavuotta
Iskupituksien seuranta	-	-	+
Huoltojen kirjaus	+	+	+
Lämpötila seuranta	-	-	+

Pitkän seurannan, tutkimuksien, erilaisten testien ja tulosten jälkeen päädyimme jatkamaan Sandvikin RD3:n mittalaitteen ja järjestelmän käyttöä nykyisissä Tapojärven hydraulivasaroissa. Käyttöjärjestelmä on helppokäyttöinen sekä erilaista dataa on saatavissa todella paljon ja helposti. Lisäksi akun toiminta-aika on riittävän suuri, mikä vähentää kustannuksia pitkällä aikavälillä, koska mittalaitetta ei tarvitse tällöin uusia kovinkaan tiheään. Tärkeimpänä kehityskohteena huomattiin mittalaitteen virhe iskutunneissa ja parametrejä saatiin muutettua siten, että siitä saatava data varsinkin iskutunteihin liittyen on luotettavaa.

Sandvikin RD3:een on tulossa muutoksia keväällä 2023, ja Tapojärvi päätyi odottamaan näitä päivityksiä ennen varsinaista ostopäätöstä. Rajapintahaku haku tullaan myös suunnittelemaan ja suorittamaan Tapojärven omaan kunnossapitojärjestelmään, kun osto on varmistunut.

LÄHTEET

Digi-Key Electronics 2022. Products. Sensors. Hakupäivä 12.12.2022.

<https://www.digikey.fi/fi/products/filter/sensors-transducers/567>

Epiroc 2022. Excavator attachments. Hakupäivä 20.8.2022.

<https://www.epiroc.com/en-ca/products/excavator-attachments/hatcon>

Epiroc 2020. HATCON Product Launch. Epiroc. PowerPoint. Sisäinen lähde.

Frietsch, Cody 2020. PL161 Locator Device Overview. Caterpillar. PowerPoint. Sisäinen lähde.

Niininen, Kirsi 2022. Mitä on hyvä kunnossapito? Kunnossapitokoulutus syksy 2022. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. PowerPoint.

Sandvik Mining and Construction Oy 2021. Hydraulivasara Rammer 9033E. Käyttäjän käsikirja.

Tapojärvi Oy 2022a. Esittelymateriaali. Sisäinen intranet. PowerPoint.

Tapojärvi Oy 2022b. Huoltokanta. Sisäinen intranet.