

MAANALAISTEN KAIVOSKONEIDEN SUUNNITELTUIJEN
HUOLTOJEN TARKASTELU JA PÄIVITYS

Kestilä Jenni

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jenni Kestilä	Vuosi	2022
Ohjaajat	Ins. (YAMK) Arja Kotkansalo DI Jani Sipola		
Toimeksiantaja	Outokumpu Chrome Oy Kemin kaivos Kunnossapitoinsinööri Katri Hast		
Työn nimi	Maanalaisten kaivuskoneiden suunniteltujen huoltojen tarkastelu ja päivitys		
Sivu- ja liitesivumäärä	60 + 29		

Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Chrome Oy:n toimeksiannosta Kemin kaivokselle. Työn tarkoituksena oli tarkastella ja päivittää Kemin kaivoksen maanalaisten kaivuskoneiden suunniteltujen huoltojen sisältöä, ajoitusta ja keskoa konekohtaisesti. Työn tavoitteena oli saada todellisempi paikkaansa pitävyyden huoltojen kestosta tuotannosuunnitteluun.

Nykyisen kunnossapitojärjestelmän huoltojen sisältö oli kopioitu suoraan edellisestä järjestelmästä. Nykyinen versio on ollut käytössä alkuvuodesta 2020. Ennen huoltojen tarkastelua nykyiset huoltojen sisällöt listattiin ja tallennettiin Exceliin, jotta tietojen päivityksen jälkeen pystyttiin vertaamaan huoltojen kestojen muutoksia. Huoltojen tarkastelu ja päivitys tehtiin konkreettisesti suoraan nykyiseen huoltojärjestelmään eHuoltolistaan. Huoltojen läpikäynti tehtiin avorihimemetelmää käyttäen yhdessä liikkuvan kaluston asentajien, sähkökunnossapidon, työnjohtajien ja kunnossapitoinsinöörin kanssa. Lisäksi mukana oli jonkin verran kaivuskoneiden operaattoreita, jotka toivat heidän näkökulmastaan asioita mukaan tarkasteluun.

Lisäksi huoltojen päivityksen yhteydessä lisättiin tehtäväkohtaisesti varaosanumerot huoltolistaan näkyviin sellaisiin työtehtäviin, joissa osien vaihtoa tapahtuu säännöllisesti. Varaosanumeroiden lisäämisen tarkoituksena oli jalkauttaa entinen käytäntö takaisin, jossa varaston työntekijät keräävät huoltoon tulevien koneiden vaihdettavat osat valmiiksi koneille merkittyihin laatikoihin.

Huoltolistat tarkasteltiin ja päivitettiin, ja niihin saatiin haettua muutosta verrattuna vanhoihin listoihin. Jokaisen kaivuskoneen huoltoaika väheni jopa yli 50 % verrattuna vanhoihin aikoihin, mikä helpottaa koneiden tulevien huoltojen suunnittelua yhdessä tuotannon kanssa.

Avainsanat

huolto, kunnossapito, kaivos, kaivuskone

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jenni Kestilä	Year	2022
Supervisors	Arja Kotkansalo M.Eng. Jani Sipola M.Sc (Tech.)		
Commissioned by	Outokumpu Chrome Oy Kemi Mine Maintenance Engineer, Katri Hast		
Subject of thesis	Review and Update of Scheduled Maintenance of Underground Mining Machinery		
Number of pages	60 + 29		

This thesis was made to the Kemi mine by the commission of Outokumpu Chrome Ltd. The purpose of this work was to review and update the content, timing and duration of the planned maintenance of the underground mining machines at the Kemi mine on a machine-by-machine basis. The aim of the work was to get a more real picture of the duration of maintenance in production planning.

The maintenance content of the current maintenance system was copied directly from the previous system. The current version has been in use since early 2020. Before reviewing the maintenance, the current maintenance contents were listed and saved in Excel so that changes in the duration of maintenance could be compared after updating the data. The maintenance review and update were concretely done directly to the current maintenance system eHuoltolista. The maintenance review was conducted using the brainstorming method together with the mechanics of the mining machines, electrical maintenance, foremen, and the maintenance engineer. In addition, there were some mining machine operators who brought things from their perspective into the review.

In addition, on connection with the maintenance update, spare part numbers were added to the maintenance list for work tasks where parts are replaced regularly. The purpose of adding the spare part numbers was to reintroduce the previous practice whereby the employees of the warehouse collect the replaceable parts of the machines to be serviced in boxes pre-marked on the machines.

The maintenance time of each mining machine was reduced by up to 50% compared to the old times, which makes it easier to plan future maintenance of the machines together with production.

Key words service, maintenance, mine, mining machine

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	KEMIN KAIVOS	9
2.1	Organisaatio	10
2.2	Maanalainen louhinta	11
3	KUNNOSSAPITO	14
3.1	Kunnossapitolajit standardien mukaan	14
3.2	Huolto	16
3.3	Ehkäisevä kunnossapito	16
3.4	Korjaava kunnossapito	16
3.5	Parantava kunnossapito	17
3.6	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	17
3.7	Käyttövarmuus	18
3.8	Kaivoksen liikkuvan kaluston kunnossapito	19
4	KAIVOSKONEET KEMIN KAIVOKSELLA	20
4.1	Peränajokone Boomer	20
4.2	Verkotuskone Boltec	22
4.3	Vaijerointikone Cabletec	24
4.4	Ruiskubetonointikone Spraymec	26
4.5	Louhintaporaus kone (pitkäreikäkone) Simba	28
4.6	Avausreikäkone Rhino HM100	29
4.7	Avausreikäkone Scania Simba	30
5	LIIKKUVAN KALUSTON KUNNOSSAPITO KEMIN KAIVOKSELLA	32
5.1	Huoltotilat	32
5.2	Huollot	33
5.3	Vikakorjaukset	34
6	KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT KEMIN KAIVOKSELLA	36
6.1	eHuoltolista-ohjelma	36
6.2	Olotilanäyttö	38
6.3	KaTTi	39
6.4	KUTI	40
6.5	SAP Logon	42

7 HUOLTOLISTOJEN TARKASTELU	44
7.1 Ennakkohuoltojen nykytila	44
7.1.1 Valmistajan ajat huoltotoimenpiteille	45
7.1.2 Huoltotoimenpiteiden aika-arviot ennen päivitystä	46
7.1.3 Lisätyöt.....	47
7.2 Tarkastelu ja päivitys	48
8 HUOLTO-OHJELMAN PÄIVITYS	49
8.1 Huoltotoimenpiteiden uudet aika-arviot ja päivitykset	50
8.1.1 Cabletecien huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot.....	51
8.1.2 Simbojen huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot.....	53
8.1.3 Boomerien huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot	54
8.1.4 Boltecin huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot.....	55
9 POHDINTA	57
LÄHTEET.....	58
LIITTEET	60

ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpu Chrome Oy:n kaivoksen maanlaisen kunnossapidon kunnossapitoinsinööri Katri Hastia hyvästä ja käytännöllisestä opinnäytetyön aiheesta. Lisäksi haluan kiittää kunnossapidon työnjohtajia sekä kunnossapidon asentajia ja kaivoskoneiden operaattoreita, jotka osallistuivat työhön ja olivat mukana kannustamassa opinnäytetyön teossa. Haluan myös kiittää Lapin ammattikorkeakoulun Arja Kotkansaloa ja Jani Sipolaa hyvästä opinnäytetyön ohjaamisesta.

Kiitän suuresti ystäviä ja perhettä, jotka ovat kannustaneet opinnäytetyön teossa.

Keminmaassa 1.3.2022

Jenni Kestilä

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

DTH	Down-The-Hole, uppovasaraporaus
DTP	Dynaaminen tunnelipaketti
eHuoltolista-ohjelma	Kaivoskoneiden huolto-ohjelmisto
EQ	Environment and quality, Ympäristö ja laatu
HS	Health and safety, Työterveys ja turvallisuus
KaTTi	Kaivoksen tuotannon tietojärjestelmä
KUTI	Kunnossapidon ja tuotannon tietojärjestelmä
RCS	Rig Control System, laitteistoin ohjausjärjestelmä
SAP	System Applications and Products, toiminnanohjausjärjestelmä
SLC	Sub Level Caving, sorroslouhintamenetelmä

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella ja päivittää Kemin kaivoksen maanalaisten kaivoskoneiden suunniteltujen huoltojen sisältöä, ajoitusta ja kestoa konekohtaisesti. Opinnäytetyö on tehty Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivokselle.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada todellinen paikkaansa pitävyyys huoltojen kestosta tuotannosuunnitteluun. Oikealla huollolla säästetään kunnossapitokustannuksissa sekä lisätään koneiden käytettävyyttä sekä voidaan välttyä suuremmilta laiterikoilta.

Huoltojen tarkastelu tullaan rajaamaan vain Epirocin porakalustoon. Epirocin valmistavia kaivoskoneita on tällä hetkellä Kemin kaivoksella käytössä 12 kappaletta. Lisäksi rajataan myös pois huollon keskeytyksen syyt sekä koneiden viikkohuoltosuunnitelma.

Nykyisen kunnossapitojärjestelmän huoltojen sisältö on kopioitu suoraan edellisestä järjestelmästä. Nykyinen versio on ollut käytössä alkuvuodesta 2020. Huoltojen tarkastelu tehdään konkreettisesti suoraan nykyiseen huoltojärjestelmään eli eHuoltolistaan. Huoltojen läpikäynti tullaan tekemään aivoriihimenetelmällä yhdessä liikkuvan kaluston asentajien, sähkökunnossapidon sekä työnjohtajien ja kunnossapitoinsinöörin kanssa. Nykyiset huoltojen sisällöt listataan ja tallennetaan Exceliin, jotta tietojen päivityksen jälkeen nähdään, kuinka paljon suunnitellun huollon kesto muuttuu.

Nykyisiin huoltosuunnitelmiin ei ole kirjattu kaikkia varaosia ylös. Huoltojen päivityksen yhteydessä tullaan myös tehtäväkohtaisesti käymään läpi, tarvitseeko varaosia merkitä huoltolistaan, mikä nopeuttaisi varaosien hakua tai keräilyä varastosta huoltoa tehdessä.

Tarkastelujen lopputulemana tulee olemaan nykyisten huoltojen, valmistajan suositusten sekä asentajien kokemusten yhdistelmä huoltojen kestosta ja sisällöstä.

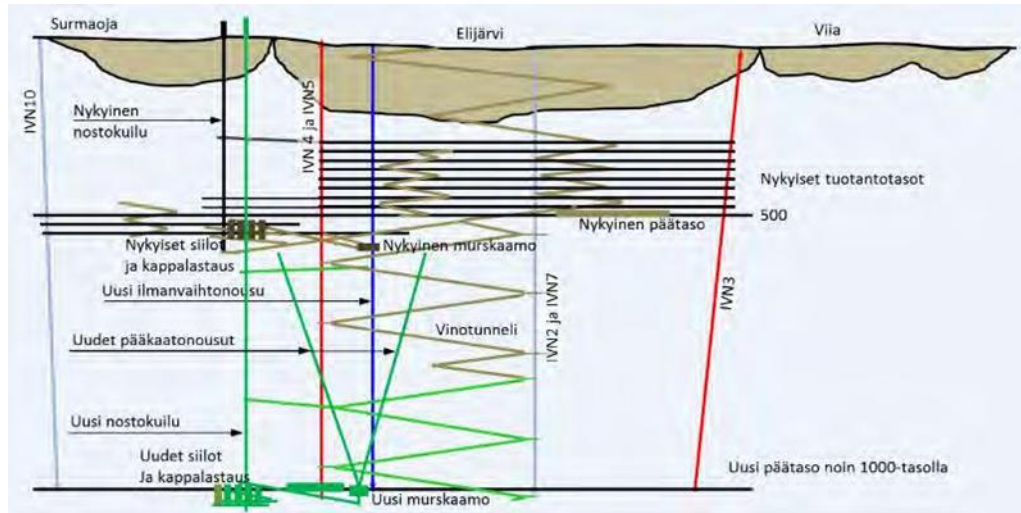
2 KEMIN KAIVOS

Kemin kaivos on ainoa Euroopan unionissa sijaitseva kromikaivos. Kemin kaivos sijaitsee Elijärvellä, Keminmaan kunnan alueella, noin 20 kilometrin päästä Outokummun Tornion tehtaista. Kemin kaivos, toiselta nimeltään Elijärven kaivos, kuuluu Outokumpu Chrome Oy:n omistukseen. Outokumpu Chrome Oy on Outokumpu Stainless Oy:n tytäryhtiö. Outokumpu Chrome Oy sisältää kaivoksen lisäksi Tornion tehdasalueella sijaitsevat ferrokromitehtaat. (Kaivosvastuu 2021; Outokumpu 2021a; Outokumpu 2021b.)

Kaivos on toiminut 2005 lähtien pelkästään maanalaisessa kaivoksessa. Kaivoksesta louhitaan kromimalmia, joka rikastetaan maan päällä sijaitsevassa rikastamossa. Rikastamossa tuotetaan sekä pala- että hienorikastetta, joka kuljetetaan autokyydillä ferrokromisulatuotantoon. Tämänhetkinen malmin tuotantokapasiteetti vuositasolla on 2,7 miljoonaa tonnia. (Kaivosvastuu 2021, Outokumpu 2021a; Outokumpu 2021b.)

Maan alla tämänhetkinen päätaso on 500-taso, josta löytyvät kaivostekniikan huoltotilat, toimistotilat ja ruokala. Maan alla työskentelee päivittäin yli 250 henkilöä niin Outokummun kuin aliurakoitsijoiden nimissä. Tuotanto pyörii maan alla vuorokauden ympäri. Vuorotyö kaivoksella tapahtuu tällä hetkellä 12 tunnin systeemillä, eli töissä ollaan neljä päivää ja vapailla kuusi. Tämän lisäksi maan alla kuljetaan päivävuorossa sekä keskeytyvässä kaksivuorossa. Räjähdykset ovat kaksi kertaa päivässä: 07.00–07.10 sekä 19.00–19.10. (Outokumpu 2021b.)

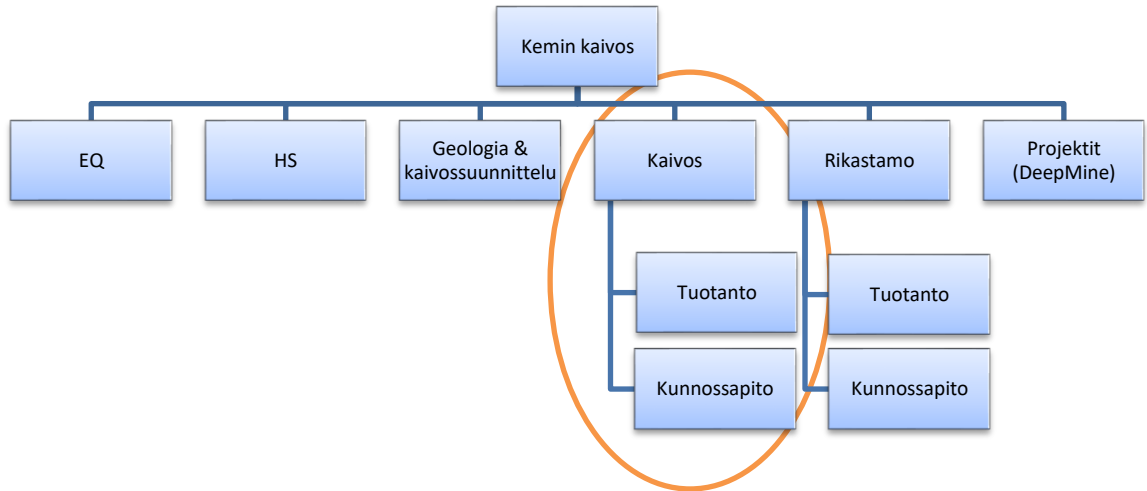
Maanalainen louhinta on aloitettu 500 metrin syvyydestä nousten tasoittain ylöspäin. Kaivoksella on meneillään kaivoksen syventämisprojekti, jossa kaivos laajennetaan kilometrin syvyyteen. 1000-tasoa on kaavailtu tulevaisuudessa uudeksi päätasoksi. 1000-tasolle tulee uusi malmilinja sekä infraan liittyvät laitteistot, joilla ohjataan esimerkiksi tuuletusta ja veden pumppausta. Laajennuksen yhteydessä on myös rakennettu uusi nostotorni (Kuva 1). Laajennus on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2022 aikana. Laajennuksella varmistetaan kromimalmin saatavuus vuosikymmenniksi eteenpäin. (Outokumpu 2021b.)



Kuva 1. Elijärven kaivoksen layout (Salmi. 2018.)

2.1 Organisaatio

Kemin kaivoksen organisaatio jakautuu kuuteen eri osastoon. Osastot ovat EQ eli ympäristö ja laatu, HS eli työterveys ja turvallisuus, Geologia & kaivossuunnittelu, kaivos, rikastamo sekä projektit (DeepMine). Kaivososasto ja rikastamo jakautuu sekä tuotanto- että kunnossapito-osastoihin sisältäen käytävämääntötoiminnot. Kuviosta 1 nähdään Kemi kaivoksen nykyinen organisaatio, josta opinäytetyöhön liittyvä organisaatioalue on merkittynä oranssilla. (Outokumpu 2021b.)



Kuvio 1. Outokumpu Kemin kaivoksen organisaatiokaavio (Mukaiillen Outokumpu 2021b.)

2.2 Maanalainen louhinta

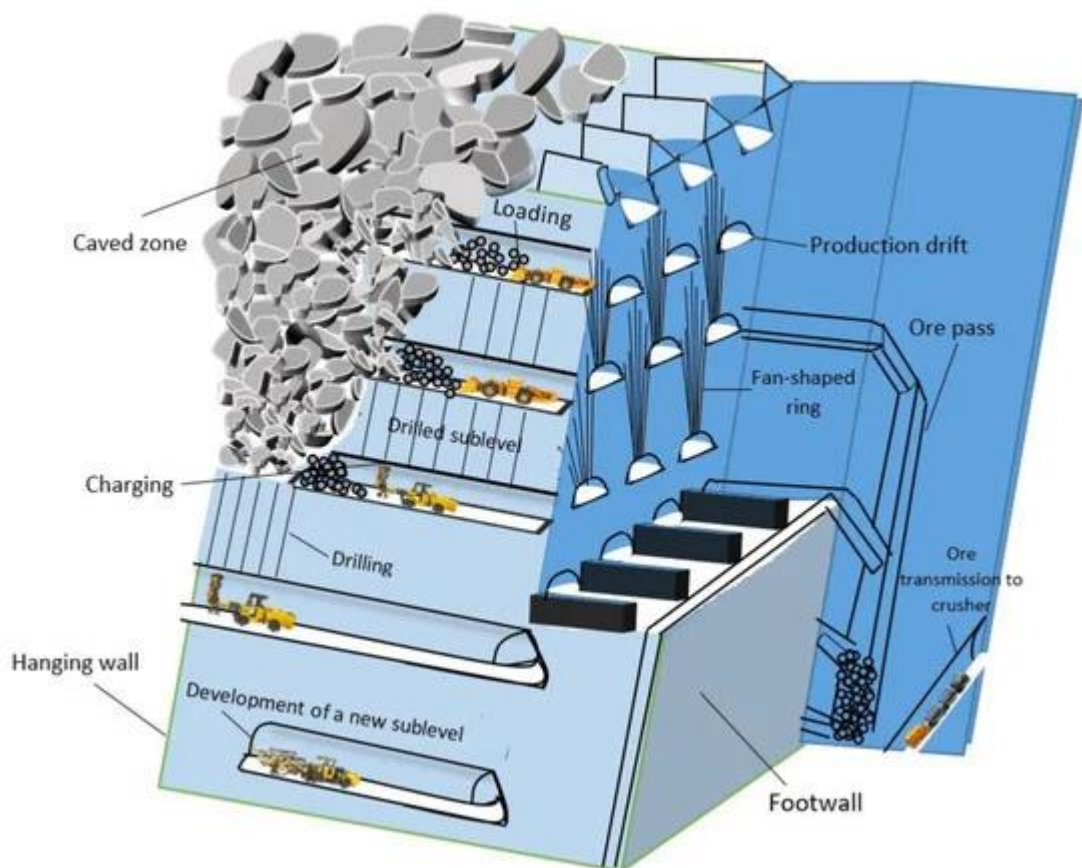
Maanalainen louhinta Kemin kaivoksessa on aloitettu 2003. Vuonna 2005 kaivoksen toiminta siirtyi kokonaan maan alle. Louhoksista lastattu malmi kuljeteaan maanalaiseen murskaamoon murskattavaksi, josta se siirtyy hihnakujiettiin pitkin nostokoneelle ja maan päälle rikastamoon.

DeepMine-projektin laajennuksen yhteydessä maan alle tulee 1000-tasolle uusi päätaso, uudet murskaus- ja malminkuljetuslinjat sekä nostokuilu. Uudelle päätasolle on kaavailtu uutta huoltohallia, jolloin kaivoskoneiden huolto saattaa tulevaisuudessa jakautua kahteen tilaan, riippuen millä tasolla koneet tulevat työskentelemään.

Maanalaisessa kaivoksessa Kemissä käytetään louhintamenetelmänä poikittaista pengerialouhintaa. Pengerlouhinnassa edetään aina yksi tasoväli eli penger kerrallaan. Kemissä pengerlouhinta etenee alhaalta ylöspäin, mutta eteneminen olisi mahdollista myös ylhäältä alaspäin. Pengerlouhinnan voi jakaa poikittaiseen tai pitkittäiseen pengerlouhintaan. Kemin kaivoksella käytössä olevaa poikittaista

pengerlouhintaa kutsutaan myös jälkitäyttölouhinnaksi. Louhoksia tuetaan vaijeroinnilla, pulttauksella, ruiskubetonoinnoilla sekä verkottamalla. Tyhjäksi lastatut louhokset täytetään aina sivukivellä sekä slurrylla. Slurry eli sideaineliettä käytetään kovettuvaan täyttöön. Slurryn tekoon käytetään kuonaa, sementtiä sekä lentotuhkaa. Sideaineliettä, missä slurry valmistetaan, sijaitsee maan päällä. (Karinen, Peronius & Toppila 2018, 63.)

Kemin kaivoksella on otettu vuonna 2021 testaukseen SLC-menetelmä. SLC eli sorroslohintamenetelmä perustuu poraus-räjätysmenetelmään sekä louhosten katon tarkoitukselliseen sorruttamiseen louhoksen tyhjennyttyä. Sorroslohinnassa malmi räjäytetään. Räjäytys aiheuttaa katon sivukivien sortumisen malmin päälle ja siten estää tyhjän tilan syntymisen (Kuva 2). (Karinen, Peronius & Toppila 2018, 66.)



Kuva 2. Sorroslohintamenetelmä (Khazaei & Pourrahimian, 2021.)

Toisin kuin Kemin kaivoksella käytetty pengerlouhinta, sorroslohinta etenee ylhäältä alaspäin. Järjestelmällisessä etenemisessä malmi pyritään sorruttamaan

mahdollisimman tasaisena patjana. Perien ajon tarkkuus on edellytys louhinnan onnistumiselle, sillä sorroslouhinnassa perät sijoittuvat päällekkäisillä tasoilla liittämättäin. Malmi lastataan koko louhoksen leveydeltä. Lastauskohteita lastataan vuorotellen, jolloin voidaan estää alaspäin etenevien sivukivihiikkien mahdollinen syntyminen. (Karinen, Peronius & Toppila 2018, 66.)

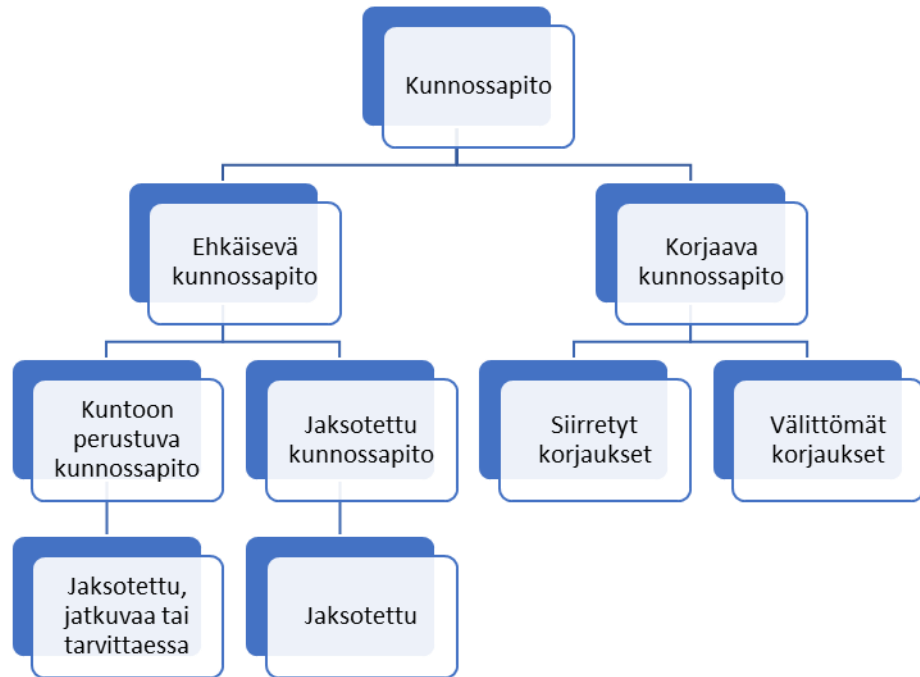
3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon ensisijainen tehtävä on pitää laitteet käyntikunnossa sekä korjata rikkoutuneet laitteet ja niiden komponentit. Kunnossapidon tärkeitä tavoitteita ovat tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) ja käyttövarmuus. Käyttövarmuus sisältää kunnossapitovarmuuden, kunnossapidettävyyden sekä toimintavarmuuden. Näiden lisäksi muita tavoitteita ovat turvallisuus, kustannustehokkuus sekä ympäristön huomioiminen. (PSK 6201:2011.)

Kunnossapito voidaan jakaa yleisesti viiteen pääläjiin: huoltoon, ehkäisevään kunnossapitoon, korjaavaan kunnossapitoon, parantavaan kunnossapitoon ja vikojen ja vikaantumisen selvittämiseen (Järviö, Piispa, Parantainen & Äström 2006, 41).

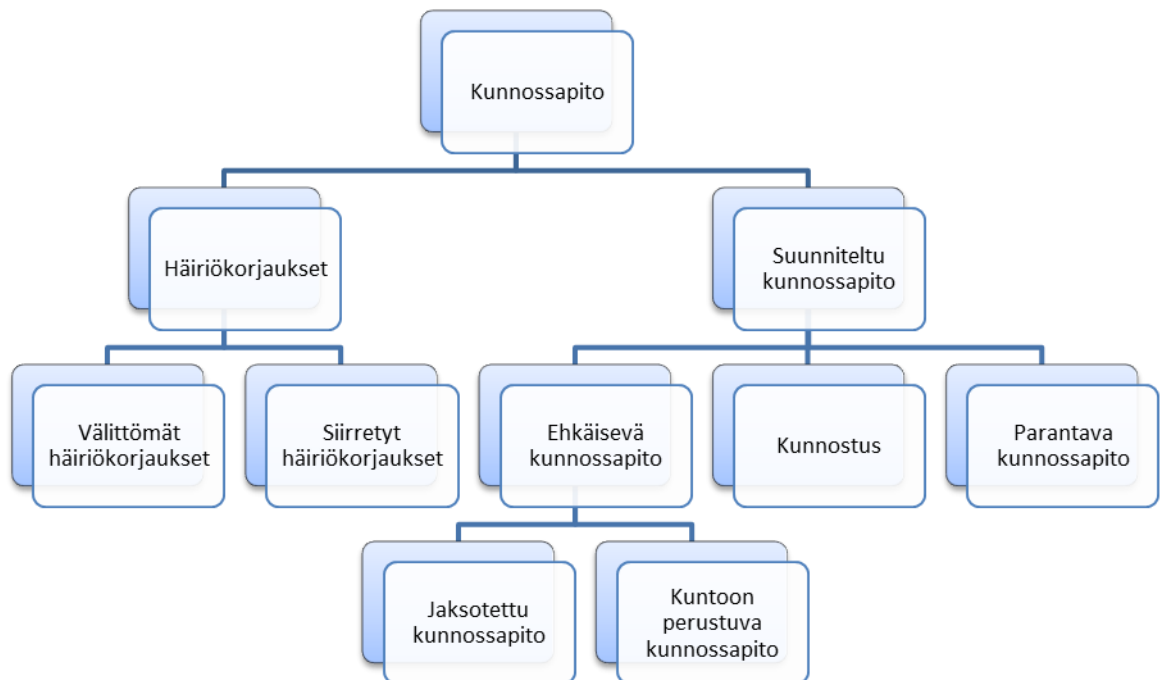
3.1 Kunnossapitolajit standardien mukaan

Kunnossapito voidaan jakaa standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan kahteen pääläjiin: ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. SFS-EN 13306:2017:n jako tulee siitä, miten vika on havaittu. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään ne kunnossapidolliset toimet, jotka toteutuvat ennen kuin häiriötä on havaittu. Ehkäisevä kunnossapito jakautuu kuntoon perustuvaan kunnossapitoon sekä jaksotettuun kunnossapitoon. Korjaava kunnossapito sisältää konerikkojen korjaukset. Korjaava kunnossapito voidaan jakaa korjaustarpeen mukaan välittömään tai siirrettyyn korjaukseen (Kuvio 2).



Kuvio 2. Kunnossapitolajit mukailien standardia SFS-EN 13306:2017.

Standardi PSK 7501:2010 jakaa kunnossapitolajit vielä eri tavalla. Standardin mukaan kunnossapitolajit jaetaan sen mukaan, aiheuttavatko ne häiriöitä tuotannolle vai ovatko ne suunniteltuja ja hallittuja (Kuvio 3).



Kuvio 3. Kunnossapitolajit mukailien standardia PSK 7501:2010.

3.2 Huolto

Huollon tehtävänä on pitää koneiden toimintaympäristöt ja edellytykset niin hyvänä kuin vain on mahdollista. Huolto on jaksotettua toimintaa. Tällä tarkoitetaan, että huoltotyöt määrätään tehtäväksi esimerkiksi päivittäin, viikoittain tai vuosittain. Huollon jaksotettuun toimintaan sisältyy esimerkiksi koneen käyttöaika, käytön rasittavuus ja käyttömäärä. (Ansaharju 2009, 299.)

Jaksotettuun huoltoon sisältyvät muun muassa voitelut, puhdistukset, kalibroinnit, huoltamiset, kuluvien varaosien vaihtaminen, koneen toimintakyvyn palauttaminen sekä käytön suorittama kunnossapito. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon työt ovat osittain päällekkäisiä. (Järviö ym. 2006, 44.)

3.3 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu eri tekniikoista, joiden avulla yritetään estää vikaantumista tai saada vikaantuminen hallintaan. Ehkäisevä kunnossapito sisältää jaksotettu kunnossapito, kuntoon perustuva kunnossapito, ennustava kunnossapito sekä kunnonvalvonta. Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan siis toimenpiteitä, joita tehdään, että voidaan ehkäistä koneen tai laitteen rikkoutumisen. (Ansaharju 2009, 299.)

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin myös seurataan koneen tai laitteen parametrejä ja suorituskykyä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllisesti jatkuvaa tai vaihtoehtoisesti sitä voidaan tehdä tarpeen vaadittaessa. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat muun muassa testaamiset, käynnin- ja kunnonvalvonnat, tarkastamiset, vikaantumistietojen analysointi sekä määräystenmukaisuuden toteaminen. (Järviö ym. 2006, 44–45.)

3.4 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapitoon voidaan sisällyttää koneen tai laitteen korjaaminen ja kunnostaminen. Korjaava kunnossapito korjaa esiin tulleet rikkoutumiset ja viat ja pyrkii palauttamaan laitteen toimintakuntoon. (Ansaharju 2009, 299.)

Korjaava kunnossapito jaetaan standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan siirrettyihin vikaantumisien korjaamiseen ja välittömiin vikaantumisien korjaamiseen riippuen vian kriittisyydestä koneen tai laitteen toiminnalle.

Korjaava kunnossapito on esimerkiksi häiriökorjausta tai komponenttien kunnostusta. Korjaava kunnossapito pitää sisällään seuraavat toimet: vian tunnistaminen ja paikallistaminen, vian määrittäminen, väliaikainen korjaus, korjaus sekä toimintakunnon palauttaminen. (Järviö ym. 2006, 44.)

3.5 Parantava kunnossapito

Parantavalla kunnossapidolla pyritään parantamaan koneiden luotettavuutta ja käytettävyyttä sekä modernisoimaan koneet vastaamaan uudistuneita vaatimuksia. Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen pääryhmään. Ensimmäinen pääryhmä sisältää koneen rakenteiden muutokset käyttämällä uudempia komponentteja kuin alkuperäiset. Tässä pääryhmässä ei koneen suorituskyky juurikaan muutu. (Järviö ym. 2006, 45.)

Toinen pääryhmä sisältää uudelleensuunnittelut ja korjaukset. Näillä pyritään parantamaan koneen toiminnan luotettavuutta. Tässäkään pääryhmässä ei pyritä juurikaan muuttamaan koneen suorituskykyä. Kolmannessa pääryhmässä ovat modernisaatiot. Modernisaatioilla pyritään muuttamaan koneen suorituskykyä paremmaksi. Monesti modernisaatiolla uudistetaan koneen lisäksi myös itse tuotantoprosessi. Parantavalla kunnossapidolla siis pyritään muuttamaan kunnossapidollisesti epäedulliset kohteet paremmiksi. (Järviö ym. 2006, 45.)

3.6 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä tarkoitetaan tuotantoprosessin alentavasti vaikuttavien tekijöiden paikantamista. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi väärin ja laadullisesti sopimattomien komponenttien käyttö tai komponenttien väärä käyttötapa. (Ansaharju 2009, 299.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen pyrkii aina selvittämään juurisyyntielle ongelmalle. Myöskin vikaprosessi pyritään saamaan selville. Selvittämisen avulla

saadaan tuloksia ja vastauksia, joiden avulla voidaan tulevaisuudessa estää vastaavan vahingon toteutuminen. Vikojen ja vikaantumisien selvittämistä ei pidetä suoranaisesti kunnossapitoon kuuluvaksi, mutta se on nousemassa enemmän ja enemmän esiin kunnossapidollisesti. (Järviö ym. 2006, 45.)

Vikaantumisia ja vikoja voidaan selvittää monilla tavoilla: mallintamisella, erilaisilla vika-analyyseillä, materiaali- ja suunnittelun analyyseillä, riskinhallinnalla sekä juurisyiden selvittämisellä (Järviö ym. 2006, 46).

3.7 Käyttövarmuus

Tärkeä osa kunnossapitoa on käyttövarmuus. Käyttövarmuudella tarkoitetaan sitä, että valittu kohde kykenee suorittamaan siltä vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa. Käyttövarmuus voidaan jakaa kolmeen osatekijään, joita ovat:

- toimintavarmuus
- kunnossapitovarmuus
- kunnossapidettävyys. (PSK 6021:2011)

Standardin PSK 6021 mukaan toimintavarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä suorittaa haluttu toiminto tietyissä olosuhteissa vaadittuna ajanjaksona. Toimintavarmuutta voidaan myös kutsua todennäköisyydeksi. (PSK 6021:2011; Ahonen ym. 2012, 12.)

PSK 6021 kuvailee toisena osatekijänä kunnossapitovarmuutta seuraavanlaisesti: "kunnossapitovarmuudella kuvataan kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa haluttu tehtävä määrättyissä olosuhteissa tehokkaasti tietyn ajanjakson tai hetken aikana." (PSK 6021:2011; Ahonen ym. 2012, 12.)

PSK 6021 nimeää kolmanneksi osatekijäksi kunnossapidettävyyden. Kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan kohteen kykyä olla pidettävissä tilassa, tai vaihtoehtoisesti palautettavissa sellaiseen tilaan, jossa se pystyy suorittamaan halutun toiminnon siltä vaadituissa käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määrättyissä olosuhteissa käyttäen sille vaadittuja resursseja ja työmenetelmiä. (PSK 6021:2011; Ahonen ym. 2012, 12.)

3.8 Kaivoksen liikkuvan kaluston kunnossapito

Suurien työkoneiden toimivuuden avain on niiden säännöllinen huolto. Työkoneissa on monia komponentteja, jotka vikaantuessaan estävät koneen käytön. Havaittujen laiterikkojen korjaaminen ennen kuin ne aiheuttavat suurempia vaurioita on perusedellytys kaluston kunnossa pysymiseen. Työkoneissa käytetään muun muassa hydraulikkaa, pneumatiikkaa sekä automaatiota, joten koneen asentajalta vaaditaan pätevyysä. Sähköihin liittyvät tarkistukset sekä korjaukset hoitaa sähköpätevyyden omaava henkilö.

Yleisesti koneiden kunnossapitäjät tulee perehdyttää hyvin koneen rakenteeseen, sen toimintaan sekä päivittäiseen kunnan ylläpitoon ja huoltoon. Kunnossapitoasentajien pätevyyttä pidetään yllä koulutuksilla.

Kalustoa huolletaan jokapäiväisesti koneen kuljettajan toimesta. Vuorokohtaiseen huoltoon kuuluu aina rasvaukset, silmämääräiset tarkastukset ja tarpeelliset tankkaukset. Kuljettajan on ilmoitettava esimiehelleen havaituista poikkeamista, jotta niihin voidaan reagoida mahdollisimman nopeasti. (Hakapää, Lappalainen & Paalumäki 2015, 382.)

Koneelle tehdään tietyin väliajoin suurempi huolto, jonka suorittavat kunnossapidon asentajat. Huollot suoritetaan koneen valmistajan antaman huolto-ohjeen mukaisesti. Koneet kutsutaankin huoltoon käyttötuntien perusteella. Käyttötunteja mitataan esimerkiksi dieselmoottorin käyntitunneista, sähköyksikön käymistunneista tai kaivoskoneissa poravasaran iskutunneista. Käyttötunnit toimivat määrämittarina ja yleensä valmistaja onkin huolto-ohjeeseen merkinnyt tuntimäärät työtehtäville, eli missä käyttötuntimäärässä tulisi mitkäkin työtehtävät ja tarkistukset suorittaa. (Hakapää, Lappalainen & Paalumäki 2015, 383.)

Kaivoskoneita on useita, joten niille pyritään rakentamaan jaksollinen huoltosuunnitelma kalenterin mukaisesti, eli koneet käyvät huollossa tasaisesti. Huoltojaksot pyritäänkin määrittelemään siten, että kaikille koneille on huolto ennalta määriteltynä päivänä ja ajanjaksona. Tämä helpottaa kaivoksen tuotannon ja kunnossapidon yhteistyötä, kun pystytään ennakoimaan jonkin verran koneiden tulevia huoltoja, mikä helpottaa myös tuotannon suunnittelua porausten suhteen. (Hakapää, Lappalainen & Paalumäki 2015, 383.)

4 KAIVOSKONEET KEMIN KAIVOKSELLA

Kemin kaivoksella on tällä hetkellä tuotannon käytössä 16 kaivoskonetta. Näiden lisäksi alkuvuodesta 2022 on tulossa 3 uutta kaivoskonetta. Nämä tulevat korvaamaan nykyiset samaa työtehtävää suorittavat vanhemmat koneet lyhyen sisänaojakson jälkeen.

Kaivoskoneista pyritään yleensä pitämään työmaalla noin 10 konetta vuoroa kohden, jotta tuotanto olisi mahdollisimman tehokasta. Kaivoskoneet voidaan jakaa viiteen pääryhmään niiden työtehtävän perusteella, jotka ovat:

- peränajokoneet (2kpl)
- verkotuskoneet (4kpl)
- vaijerointikoneet (3kpl)
- ruiskubetonointikoneet (2kpl)
- louhintakoneet (5kpl, sisältäen 2kpl avausreikäkoneita).

Epirocin valmistavia koneita on nykyisistä kaivoskoneista 13 kappaletta. Tässä työssä tarkastellaan näistä 12 koneen huoltolistojen ajastukset ja työtehtävät.

4.1 Peränajokone Boomer

Peränajokone Boomer on tarkoitettu maanalaiseen kaivostoimintaan, varsinkin tunnelointiin. Boomerilla porattuja reikiä käytetään siis räjäytysreikinä. Boomerin saa jopa neljällä porauspuomilla varustettuna ja niiden poraamat poikkileikkaukset ovat jopa 206 m². (Epiroc 2021c.)

Peränajokoneita on saatavana erilaisilla automaatio-ominaisuuksilla varustettuna, muun muassa DTP-ohjelmistolla. DTP eli dynaaminen tunnelipaketti -ohjelma mahdollistaa peränajokoneelle ominaisuuden, jonka avulla se pystyy luomaan tunnelin edessä räätälöityjä poraussuunnitelmia. Koneen operaattori lataa tarvittavat tiedot, muun muassa tunnelin muodon sekä poraussäätötiedoston, joiden pohjalta peränajokone luo automaattisesti oman poraussuunnitelman.

Tämä mahdollistaa sujuvan työn, kun operaattori ei tarvitse käydä jatkuvasti uusimassa poraussuunnitelmia toimistoalueella. (Epiroc 2021c.)

Peränajokoneita saa useilla muillakin lisätoiminnoilla, esimerkiksi automaattisella porakangen lisäämisellä tai poran terän vaihdolla. Peränajokoneessa on turvallisuustoimintona porauksen automaattinen pysäytyssuoja, joka pysäyttää porauksen, kun koneen kyljessä oleva aluevahti havaitsee liikettä. RCS eli Rig Control System mahdollistaa etäporauksen. RCS ohjauspaneeli valvoo koneen antureita sekä kameroita, jolloin operaattori pystyy niitä seuraamaan etäporaushuoneesta, sekä myös tarvittaessa poraamaan etäyhteydellä, jos tuotantoalue on vaarallinen työskenneltäväksi paikan päällä. (Epiroc 2021c.)

Outokummulla käytössä olevat peränajokoneet ovat tällä hetkellä Boomer E2 C22 nro4 sekä Boomer E2C nro5 (Kuva 3). Boomer E - sarjan peränajokoneet ovat kaksipuomisia, ja niiden poikkileikkauspinta-ala on aina 112 m². Tämän vuoksi ne soveltuvat hyvin suurempiin kaivos- ja rakennushankkeisiin. Ne ovat kuitenkin rakenteeltaan sen verran kompakteja, että niitä voidaan käyttää myös pienemmissä tunneleissa. Puomeina toimii joustavat mutta kestävät BUT 45-puomit. Kummassakin puomissa on käytössä COP-poravasara, tarkemmin COP 2238HD+ AVO. RCS-järjestelmästä on käytössä uusin versio, RCS5. (Epiroc 2021d.)



Kuva 3. Boomer E2 C22.

4.2 Verkotuskone Boltec

Verkotus- ja pulttauskoneena Kemin kaivoksella käytössä on Epirocin valmistama Boltec. Tällä hetkellä verkkokoneita on käytössä kahta eri tyyppiä, Boltec LC (nro5 ja nro6) ja Boltec E (nro7 ja nro8). Boltec E on uudempi versio, periaate kummassakin tyypissä on sama (Kuva 4).

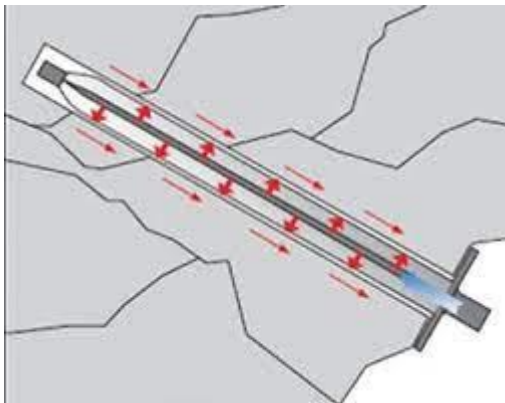


Kuva 4. Boltec E.

Boltecia eli verkotuskonetta käytetään kallion tukemiseen, eli ne soveltuvat tunnelointiin ja kaivostöihin. Verkotuskoneet on varustettu kahdella puomilla, poraus ja pulttauspuomilla sekä Palfingerin verkkopuomilla, jonka avulla verkkoja pystytään liikuttamaan ja asettamaan kalliota vasten, että ne saadaan pultattua kallioon tukevasti kiinni. Boltecit voivat pultata aina 1,8 metristä jopa 13 metrin kattokorkeuksiin, riippuen koneen mallista. (Epiroc 2021a.)

Boltec E-sarjan verkotuskoneella voidaan käyttää 2,4–6 metrin mittaisia pultteja kalliopulttaukseen. E-sarjan koneet sopivat hyvin keskikokoisesta tunneliprofiilista aina suureen tunneloinnin tukemiseen ja sillä saa pultattua 13 metrin korkeuteen. Pulttausreiät porataan COP RR14 tyyppin vasaralla. Boltec E -koneissa on lisävarusteena hartsin pumppauslaitteisto, jotka otetaan käyttöön Kemin kaivoksella lähiaikoina. Verkotuskoneet on varusteltu uusimmalla RCS5-ohjelmalla. (Epiroc 2021b.)

Pultteina Kemin kaivoksella käytetään Swellex-pultteja. Swellex-pultit eli kitkapultit paisutetaan hydraulisesti porattuun reikään tukemaan kalliota. Yleensä Swellex-pultteja käytetään väliaikaiseen kallion tuentaan, mutta myös kaivosverkkojen asentamiseen kallion seinämiin ja kattoon. Swellex-pultti asennetaan valmiiksi porattuun reikään niin, että aluslevy jää porareian suuaukolle. Pulttiin johdetaan paineella vettä, joka paisuttaa pulttia siten, että se puristuu porausreiän epätasaisuuksia vasten (Kuva 5). Paisuessa pultti lyhenee sekä kitka nousee pultin ja kallionseinän välillä. Kitka siis tukee kalliota. Kun pultti on paisunut, vesipaine poistetaan pultista. (Suomen TTP 2021.)



Kuva 5. Havainnekuva kitkapultin paisuttamisesta porareikään. (Suomen TTP 2021.)

4.3 Vaijerointikone Cabletec

Cabletec on Epirocin valmistama vaijerointikone, jota käytetään kallion tuentaan. Myös vaijeripulttauslaitteeksi kutsuttu Cabletec on kaksipuominen, joka mahdollistaa sen, että yksi operaattori pystyy sekä poraamaan reiät, että myös asentamaan vaijerin ja juottamaan sementin porattuun reikään. Vaijereita pystytään asentamaan jopa 25 metrin pituisiin reikiin. Cabletecit ovat varustettuja RCS-ohjelmalla, joten porauksessa voidaan käyttää automatiikkaa. Myös etäporausta on mahdollista käyttää. (Epiroc 2021e.)



Kuva 6. Cabletec E.

Cabletec E - sarjan vaijerointikone soveltuu keskikokoisista tunneleista suuriin tunneleihin (Kuva 6). Mukana koneessa on sementinsekoitusjärjestelmä ja kuivaa sementtiä koneeseen pystyy ottamaan 1000 kiloa. Vaijeria tuodaan koneelle vaijerikeloissa. Yhdessä kelassa voi olla 15,2 millimetrin vahvuista vaijeria keskimäärin 1700 metriä. Poravasarana vaijerointikoneessa on COP 2238HD+ AVO, sama kuin Boomerissa, jolla voidaan porata halkaisijalta 38–76 millimetrin reikiä. E-sarjan vaijerointikoneella yleensä porataan halkaisijaltaan noin 51–76 millimetrin reikiä. Porausreiät voivat olla syvyydeltään jopa 32 metriä. (Epiroc 2021f.)

Porauspuomina toimii BUT45-puomi, vaijerin syöttöpuomi sekä sementin juotto-puomina on Palfingerin valmistama puomi. Porapuomi on samantyylinen kuin Epirocin valmistamassa louhintaporaus-koneessa Simbassa. Puomin syöttölaitteessa on niin kutsuttu makasiini, johon porakanget sijoitetaan. Makasiiniin mahtuu 17 porakankea kerralla. Makasiini mahdollistaa sekä pitkien reikien että myös automaattiporauksen, kun jokaisen kangen jälkeen ei tarvitse lisätä uutta kankea,

vaan kone pyöräyttää makasiinia automaattisesti saadakseen jatkoa edelliselle kangelle. (Epiroc 2021f.)

Palfinger-puomia käytetään sen jälkeen, kun reiät ovat porattu. Ensin puomilla juotetaan reikään sementti. Tämän jälkeen samalla puomilla syötetään vaijeria samaan reikään. Sementin kovettuessa vaijeri jää paikalleen reikään, ja näin olen tukemaan kallion rakenteita.

Kemin kaivoksella on tällä hetkellä käytössä kolme Cabletecia: Cabletec LC nro3, Cabletec E nro4 sekä Cabletec E nro5.

4.4 Ruiskubetonointikone Spraymec

Ruiskubetonointikoneena eli niin kutsuttuna rappauskoneena Kemin kaivoksella toimii tällä hetkellä Normet Oy:n valmistama Spraymec LF050VC (Kuva 7). Rappauskoneita on käytössä kaksi kappaletta, Spraymec LF050VC nro7 ja nro8. Ruiskubetonointikonetta käytetään kallion tukemiseen.



Kuva 7. Spraymec LF50VC. (Heinikoski 2020.)

Spraymec LF050 on dieselhydraulinen ruiskubetonointilaite, ja se soveltuu pieniin ja keskikokoisiin tunneleihin. Spraymec on varustettu Normetin omalla betoniruiskupumpulla, jonka betonintuottokapasiteetti dieselkäytöllä on jopa 19 kuutiota tunnissa. Koneen kolme erilaista kiihdytinainejärjestelmän sekä betonin pumppausjärjestelmän kokoonpanoa antavat mahdollisuuksia valita aina tilanteeseen sopivimman toiminnon. Spraymecin ruiskutuspuomina toimii paranneltu SB 500 B – puomi. (Normet 2021.)

Perusversiona annostelujärjestelmänä on Nordoser XH, jossa on monotyyppinen annostelupumppu. Betonin pumppaustuottoa sekä annostelua ohjataan manuaalisella säädöllä. Toisena vaihtoehtona annostelujärjestelmäksi on Nordoser XE. Siinä on samantyyppinen annostelupumppu kuin Nordoser XH – versiossa, mutta betonin pumppaustuottoa ohjataan elektronisesti. Lisäksi tässä versiossa kiihdytinaineen annostelu synkronoidaan automaattisesti betonin pumppaustuoton mukaan. Kolmas versio on Nordoser XI, jossa betonin pumppaus tapahtuu alhaisella

pulsaatiolla sekä elektronisesti säädettävällä betonin pumppauksen ohjauksella. Kiihdytinaineen annostelu on synkronoitu. (Normet 2021.)

4.5 Louhintaporaus kone (pitkäreikäkone) Simba

Louhintaporaus koneena Kemin kaivoksella on käytössä Epirocin valmistama Simba. Tällä hetkellä louhintaporaus koneita on kolme: Simba ME7C nro6, Simba ME7C nro7 ja Simba E7C nro8 (Kuva 8). Myös pitkäreikäkoneeksi kutsuttua Simbaa käytetään maanalaiseen tuotantoporaus kseen, toisin sanoen peränporaus kseen. Simbassa on käytössä uusin ohjausjärjestelmä, RCS5, jonka avulla pitkäreikäkoneita voidaan käyttää myös automaattisesti sekä etäohjauksella. (Epiroc 2021h.)



Kuva 8. Simba E7C.

Simba E7 – sarjan pitkäreikäkone on hydraulikkakäyttöinen ja se soveltuu keskikokoisista suuriin porauksiin. Porausreiän halkaisija voi olla aina 51 millimetristä 127 millimetriin. Kemin kaivoksella Simba E7 käyttää poraukseen 1138 MUX AVO-sarjan poravasaraa. Simballa pystyy poraamaan yksisuuntaisia reikiä niin yläkätisenä tai alakätisenä ja reikiä voidaan porata 6,9 metrin välein. (Epiroc 2021i.)

Kankia Simban kankimakasiiniin eli kangenkäsittelylaitteistoon mahtuu jopa 27 kappaletta ja poratun reiän pituus voi olla jopa 51 metriä. Porauspuomina toimii BUT 45 – raskaan sarjan porauspuomi. Kankimakasiini tuetaan kalliota vasten neljällä tukijalalla, jotta porauksesta saadaan mahdollisimman vakaa. Samanlainen kankimakasiini on myös vaijeripulttauslaitteessa Cabletecissa. (Epiroc 2021i.)

4.6 Avausreikäkone Rhino HM100

Yhtenä avausreikäkoneena, toiselta nimeltään avausreikien isoreikäporauslaite, kaivoksella on käytössä TRB-Raise Borers:n eli TRB:n Rhino HM100 (Kuva 9). Koneen runkona toimii John Deeren metsäkonealusta, johon on liitetty Sandvikin porakalusto. Rhinolla porataan suuria avausreikiä, ja reiät porataan ylöspäin, alaperästä yläperään koko louhoksen läpi. Rhinon avausreiän halkaisija voi olla jopa 700 mm. Rhinon reikien tarkoitus on antaa räjähdyksille tilaa, jotta louhos pääsee sortumaan. Ilman avausreikiä ei panostetut louhokset tule sortumaan.



Kuva 9. Rhino HM100.

Rhinon reiänporaus tapahtuu kahdessa vaiheessa. Ensin porataan pilottiteräksi kutsutulla terällä halkaisijaltaan noin 300 millimetrin kokoista reikää, jonka perässä tulee avarrusterä tehden suurempaa, halkaisijaltaan 700 millimetrin kokoista reikää. Rhinon kalusto on jatkettavaa, ja putkikalusto aina myös puretaan pois valmiista reiästä.

4.7 Avausreikäkone Scania Simba

Scania Simba on Outokummun oma avausreikälaite. Koneen on valmistanut Atlas Copco, eli nykyisin Epiroc. Nimensä mukaan kone on Scanian kuorma-autonalustalla toimiva avausreikäkone, jonka peräosaan on asennettu porakalusto (Kuva 10).



Kuva 10. Scania Simban porakalusto. (Outokumpu 2021e.)

Simban porakalustoon perustuva DTH- uppoporakaluston iskuvasarana toimii COP 44 uppoporakone (Kuva 11). Scanialla voidaan porata niin ylä- kuin alakä-tisiä avausreikiä. Reiän halkaisija on suurimmillaan 254 millimetriä.



Kuva 11. Uppoporakone COP 44. (Rockdrillsales 2021.)

Uppoporakoneen toiminta perustuu nimen mukaan uppoporaukseen, eli vasara toimii poratessa reiän pohjassa, missä iskumäntä lyö suoraan porakruunuun. Painelma johdetaan koneeseen poraputken ja pyöritys akselin kautta ja poistoilma menee porakruunun läpi huuhdellen samalla poratun reiän. Voima välitetään COP 44 vasaraan poraputken kautta, ja se tulee pyöritysyksikön ja syöttölaitteen toiminnasta. (Outokumpu 2002.)

Porakalusto on jatkettavaa, eli poraputkissa on kierteet. Tämä mahdollistaa sy-vienkin reikien porauksen. Porattaessa porakonetta tulee pyörittää aina myötä-päivään, sillä sekä kruunun että vaipan takakappaleessa on oikeakätinen kierre. Vasenkätinen pyöritys saattaa aiheuttaa sen, että kruunu kiertyy auki. Tämä voi johtaa siihen, että kruunu, tai jopa koko vasara, saattaa pudota reikään. Oikea-kätisen pyörityksen tulee siis olla päällä niin kauan kuin koneessa on muita toi-mintoja päällä. (Outokumpu 2002.)

Uppoporakoneet ovat monikäyttöisiä ja tehokkaita. Niitä käytetään niin avo-louhoksissa, kaivoksissa, kaivonporauksessa kuin pengertorauksessa. (Outo-kumpu 2002.)

5 LIIKKUVAN KALUSTON KUNNOSSAPITO KEMIN KAIVOKSELLA

Kemin kaivoksen maanalaisen liikkuvan kunnossapidon tehtäviä ovat kaivoskoneiden huollot ja koneiden vikakorjaukset. Edellä mainittujen lisäksi toimenkuvaan kuuluu muun muassa varaosien ja komponenttien kunnostusta, vaijerikelojen kasausta sekä tarvittaessa vikakorjauksia kiinteille laitteille, esimerkiksi murskaamolle tai malmilinjoille.

Liikkuvan kaluston kunnossapidon asentajia työskentelee kahdessa eri vuorossa: keskeytyvässä 2-vuorossa sekä keskeytymättömässä 5-vuorossa. Keskeytyvässä 2-vuorossa on 3 asentajaa. Myös liikkuvan kaluston työnjohtajat kulkevat keskeytyvässä 2-vuorossa. Keskeytyvä 2-vuoro on töissä 8 tuntia päivässä arksin, joka toinen viikko aamuvuorossa ja joka toinen iltavuorossa. Keskeytymättömässä 5-vuorossa on 10 asentajaa, joista kaksi aina yhdessä vuorossa. Keskeytymätön 5-vuoro tekee tällä hetkellä 12 tunnin työpäiviä, jolloin vuoro on neljä päivää töissä ja kuusi vapaalla.

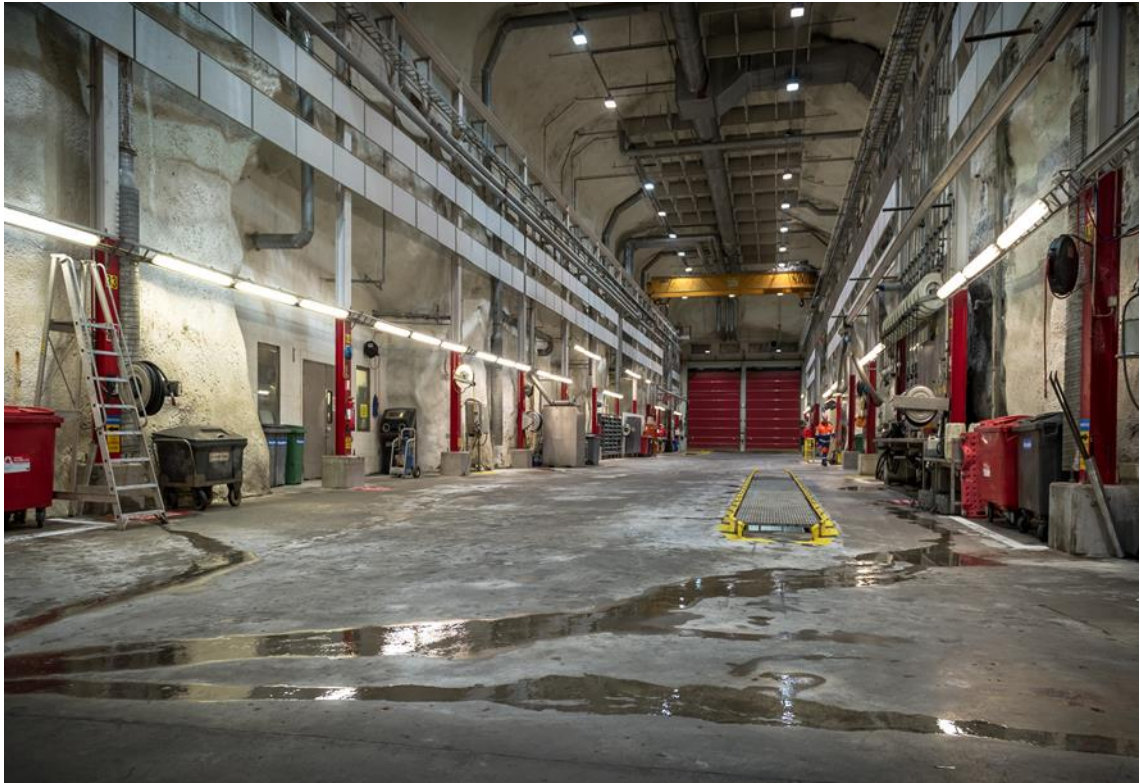
Koneiden huoltoja pyritään tekemään vuorokauden ympäri ja viikonloppuisin. Viikolla huoltoja vie eteenpäin keskeytyvän 2-vuoron henkilöstö. Keskeytymättömän 5-vuoron pääpaino on aina kentällä olevien kaivoskoneiden vikakorjaukset, jotta tuotanto pysyy käynnissä ilman ongelmia.

5.1 Huoltotilat

Liikkuvan kaluston kunnossapidon koneiden huoltotilat sijaitsevat tämänhetkellä päätasolla 500 metrin syvyydessä. Päähuoltotilana toimii huoltohalli (Kuva 12). Huoltohallissa on huoltopaikat neljälle koneelle. Kaksi huoltopaikkaa on öljymontulla varustettuja, mikä helpottavaa koneen alla työskentelyä. Lisäksi huoltohallin läheisyydessä on levyhalli. Levyhalli toimii vakituisena tulityöpaikkana, sekä sieltä löytyy koneistukseen tarvittavat laitteet. Levyhallissa sijaitsee myös huoltopaikka, jota käytetään tarpeen vaatiessa.

Huoltohallista löytyvät kahdelta seinältä öljybaarit, joista löytyvät kaikki tarvittavat öljytyypit, joita tarvitaan koneiden käyttökunnon ylläpitämisessä. Lisäksi huoltohallin reunoilla sijaitsevat kunnossapidon asentajien kuprikat, joissa säilytetään omat työvälineet ja muita tarvittavia yhteiskäyttökaluja. Kuprikka on tunnelin

seinämään louhittu syvennys tai louhoksen laajennus. Hallin kuprikat ovat työtiloja hallin ohessa. Kuprikoiden lisäksi hallin läheisyydessä sijaitsevat porasaroiden huoltotilat, kaivoskoneiden hydraulikkaletkujen tekopiste sekä pieniä kuprikoita, joissa säilytetään niin kemikaaleja kuin kunnostettavia komponentteja.



Kuva 12. Liikkuvan kaluston huoltohalli. (Outokumpu 2021d.)

5.2 Huollot

Kaivoskoneille tehdään säännöllisin väliajoin ennakkohuoltoja, jotta koneiden käyttökuntoa ja elinikää pystytään ylläpitämään vaativissa kaivosolosuhteissa. Säännöllinen huolto myös edesauttaa kaivostoimintojen tuotannosuunnittelua, sillä huoltojen avulla pystytään vähentämään erillisiä kunnostuksia ja korjauksia. Kaivoskoneiden käyttötunnit kirjautuvat tietokannan kautta käytössä oleviin järjestelmiin, jotka ohjaavat huoltojen aikataulutusta. Kunnossapito toteuttaa jokaiselle viikolle viikoittaisen alustavan huoltosuunnitelman, johon on valittu niitä koneita, joiden käyttötunnit ovat sen verran korkealla, että huolto on ajankohtainen. Tuotanto tekee kuitenkin lopullisen päätöksen huoltoon tuotavista koneista, sillä maanalainen tuotantotilanne muuttuu jatkuvasti, jolloin myös koneiden käyttötarve muuttuu. Lisäksi koneiden rikkoutumiset vaikuttavat suunnittelun huollon

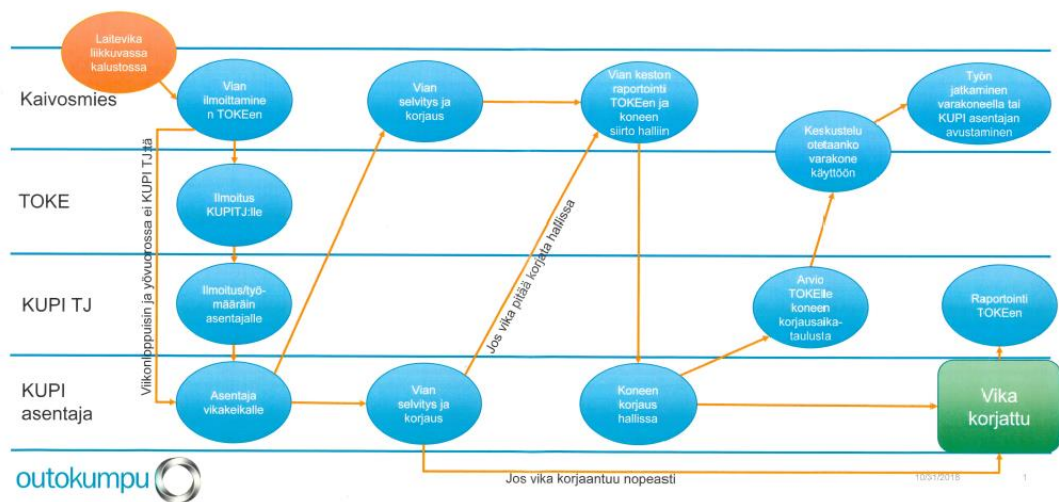
aikataulumuutoksiin. Tuotannonohjaajan tehtävä on kutsua kaivoskone huoltoon suunnitelmien ja koneiden statuksien pohjalta.

Kone tuodaan aina pestynä huoltoon. Koneen pesu on ennen ollut huoltolistalla työmääräimenä, mutta se tullaan poistamaan listalta, sillä se kuuluu kaivoskoneen operaattorin käyttäjälläpidollisiin työtehtäviin. Huollossa koneelle tehdään tarvittavat tarkastukset, eli katsotaan että kaikki on kunnossa. Tämän lisäksi tehdään tarvittavat rasvaukset ja öljyjen lisäämiset. Tarpeen vaatiessa koneesta vaihdetaan liukupaloja, liukukiskoja, öljyjä, suodattimia ja erittäin kuluneita tai vaurioituneita osia. Koneisiin tehdään myös hitsauskorjauksia, jos tilanne niin vaatii.

Perushuollon lisäksi huollossa tehdään lisätöitä. Lisätyöt ovat kaivoskonetta käyttävien operaattorien lisäämiä vikakorjauspyyntöjä. Nämä vikakorjaukset eivät yleensä haittaa koneen käyttöä, jolloin ne ehditään korjata seuraavassa huollossa. Jos vika haittaa käyttöä, käydään se korjaamassa vikakeikalla tuotanto-kohteessa.

5.3 Vikakorjaukset

Kaivoskoneilla työskenneltäessä tulee aika ajoin käyttöä häiritseviä tai estäviä vikoja. Operaattori ilmoittaa viasta tuotannonohjaajalle, joka viestii asian eteenpäin joko kunnossapidon työnjohtajalle, tai suoraan asentajalle, jos työnjohtaja ei ole paikalla. Vikakorjaukset yleensä pystytään tekemään koneen työkohteessa eli tasoperässä. Joskus vian korjaus vaatii huoltohallissa käynnin, jotta se saadaan kunnostettua. Jos vikakorjaus häiritsee tuotantoa, operaattorit voivat vaihtaa varakoneeseen, jos on toinen kone vapaana ilman työkohdetta. Kuvio 4 on nähtävissä, missä järjestyksessä vikakorjaus etenee niin tuotannon kuin myös kunnossapidon puolella.



Kuvio 4. Vikakorjauksen kulku kaivoksessa. (Outokumpu 2018.)

















Vikakorjauksien kestot riippuvat vian tyypistä. Vikakorjaukset voivat kestää muutamista kymmenistä minuuteista useisiin tunteihin. Vikakorjausten kirjo on laaja, aina tuotannon tarveaineiden viennistä öljyvuotojen paikantamiseen ja korjaamiseen. Vikakorjaukset pyritään aina tekemään mahdollisimman nopeasti, jotta tuotannon jatkuvuus pysyy yllä.

6 KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT KEMIN KAIVOKSELLA

Kemin kaivoksella on useita järjestelmiä, joiden avulla tietoja ylläpidetään ajan tasalla ja saadaan reaaliaikaista tietoa kerättyä talteen. Kunnossapidon käytössä olevat tietojärjestelmät ovat eHuoltolista, Olotilanäyttö, KaTTi, KUHA ja KUTI. Näiden lisäksi varaosien hankintaan, tilauksiin sekä varastosaatavuuden tarkistukseen käytetään SAP Logon- hallintaohjelmistoa.

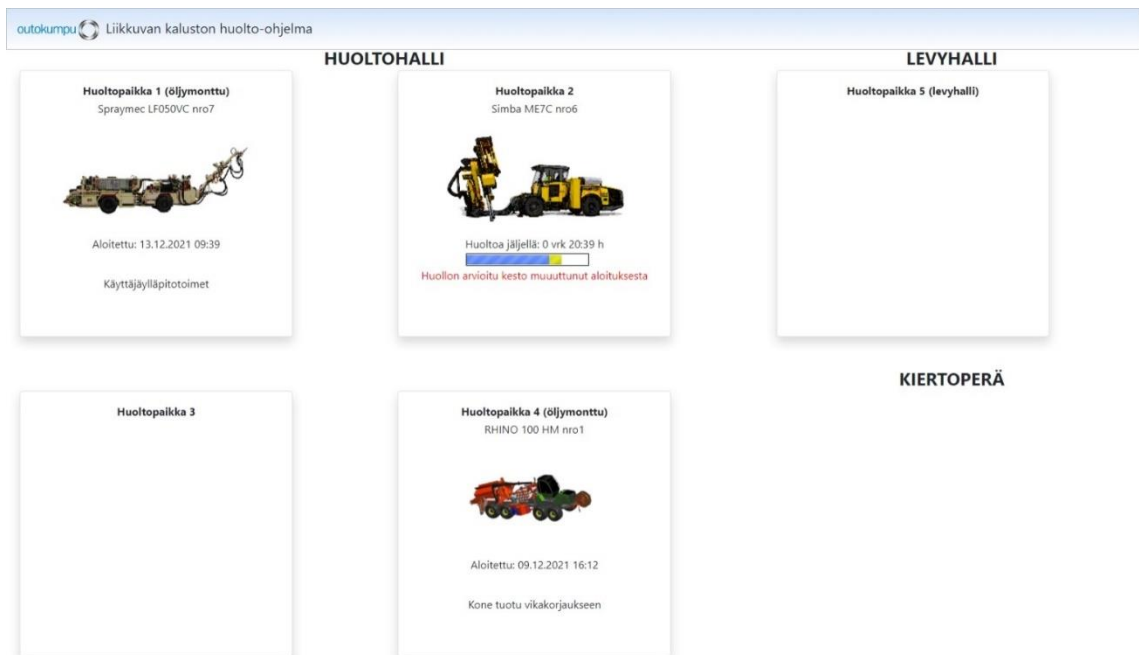
6.1 eHuoltolista-ohjelma

Kaivoskoneiden huoltoa tehdessä käytetään eHuoltolistaa, eli Kemin kaivoksen liikkuvan kaluston huolto-ohjelmaa. Huoltolista on suhteellisen uusi ohjelma. Ohjelmasta löytyy jokainen Outokummun oma kaivoskone, jotka näkyvät kuvakeina ohjelman aloitusnäkyssä (Kuva 13).

outokumpu Liikkuvan kaluston huolto-ohjelma Etusivu		Olotilanäyttö Vasaroiden hallinta	
	Boltec E nro7		Boltec E nro8
	Boltec LC nro5		Boltec LC nro6
	Boomer E2 C22 nro4		Boomer E2C nro5
	Cabletec E nro4		Cabletec E nro5
	Cabletec LC nro3 Huolto Huoltoipaikka 3 Huoltoa jäljellä: 26:07 h		RHINO 100 HM nro1 Kone huollettu, odottaa siirtoa Huoltohalli Aloitettu: 14.07.2021 16:49
	Scania Simba		Simba E7C nro8
	Simba ME7C nro6		Simba ME7C nro7
	Spraymec LF050VC nro7		Spraymec LF050VC nro8 Kone tuotu vikakorjaukseen Huoltoipaikka 1 (öljymonttu) Aloitettu: 10.07.2021 02:40
	VIERAS KONE		

Kuva 13. eHuoltolistan aloitusnäky.

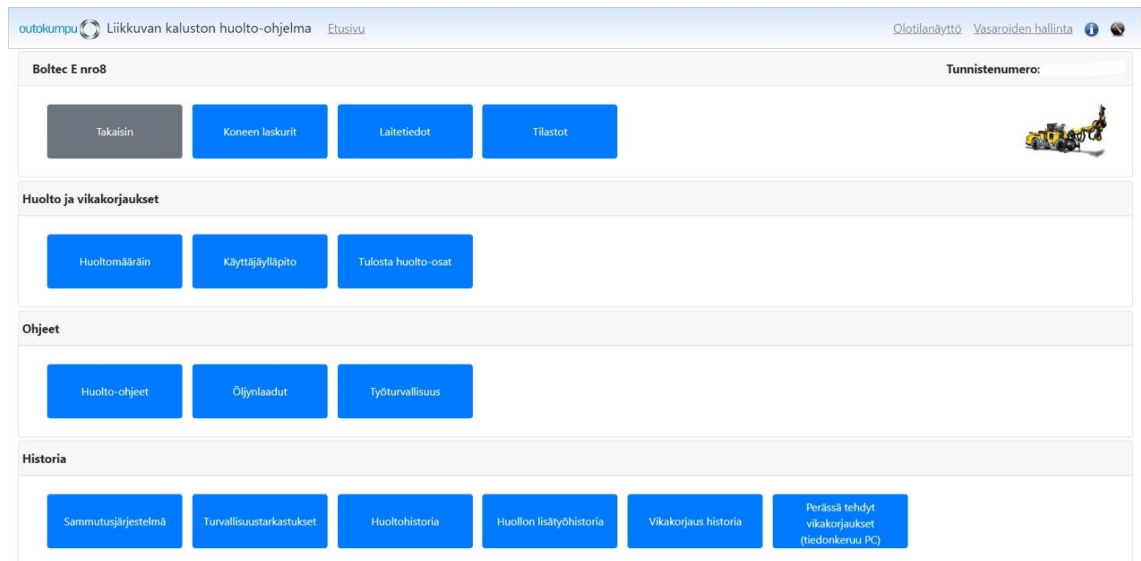
Huolto-ohjelmaa käytetään aina, kun kone tulee halliin. Yleensä koneen ajaa halliin operaattori. Operaattorin tehtävänä on koneen halliin tuomisen jälkeen merkitä huolto-ohjelmaan syy, miksi kone on halliin saapunut. Jos kone tuodaan halliin ilman huollon tai vikakorjauksen tarvetta, merkitsee operaattori koneen tilaksi käyttäjäylläpitoimet. Samalla merkitään mille huoltopaikalle kone on ajettu. Järjestelmässä näkyy aina, mitkä huoltopaikat ovat jo varattuja, joten kun uudelle koneelle tulee kutsu saapua halliin joko huoltoon tai vikakorjaukseen, pystyy ohjelma kertomaan mitkä paikat ovat vielä vapaana (Kuva 14). Kaivoskoneiden pesupaikan lähellä on näyttö, joka ohjaa mille paikalle kone tulisi ajaa pesun jälkeen.



Kuva 14. eHuoltolistan informaatiotaulu.

eHuoltolistan kirjaudutaan aina sisälle, kun aloitetaan tekemään kaivoskoneelle joko huoltoa tai korjausta. Ohjelman aloitusnäkyvästä valitaan se kone, jolle aletaan tekemään huoltoa tai vikakorjausta. Kun koneesta klikkaa, aukeaa sivu, jossa on monta eri painiketta (Kuva 15). Koneen alle on kerätty kaikki tarvittavat tiedot, jotta ne olisivat nopeasti ja helposti saatavilla. Huoltomääräimen lisäksi löytyvät koneen tiedot, laskurit, erilaisia ohjeita sekä historiaa. Historiasta näkee

esimerkiksi vikakorjaushistoriaa niin hallissa kuin myös perässä, turvallisuustarkastukset sekä huoltohistorian.



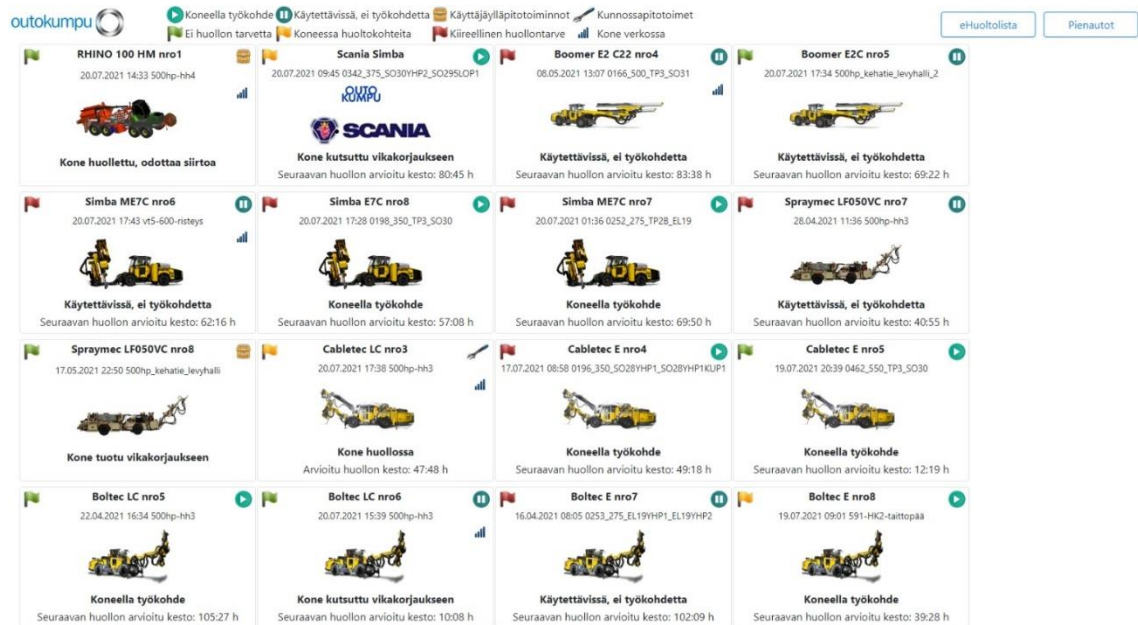
Kuva 15. Koneen valikko.

6.2 Olotilanäyttö

Olotilanäytön avulla sekä kunnossapito että myös tuotanto voi seurata koneiden huollon tarvetta. Jokaisesta koneesta on oma kuvake, jossa on koneesta kuva, kyseisen koneen nimi sekä uutena koneiden paikannus. Kuvakkeen vasemmassa yläkulmassa on lippu. Lipun väri kertoo visualisoiden, milloin kone olisi huoltoa vaille. Lipun värejä on kolme: vihreä tarkoittaa, että ei ole vielä tarvetta huollolle. Lipun väri muuttuu oranssiksi, kun koneelle on kertynyt sähkötunteja 50–60. Tällöin koneessa on jo joitakin huoltokohteita. Kun sähkötunteja on kertynyt 70–80, muuttuu lippu punaiseksi. Tällöin kone on huollon tarpeessa. Sähkötuntimäärät, joiden kohdalla lipun väri muuttuu, ovat koneiden valmistajan suosittelemat määrät. Kaivoskoneen sähkötuntimäärät kertyvät aina, kun koneen yksikkö on käynnissä eli kone on kytkettynä porasähköverkkoon ja hydraulikkayksikkö käy.

Lisäksi koneiden kuvakkeessa näkyy tulevan huollon arvioitu kesto. Arvioitu kesto siirtyy eHuoltolistan tiedoista olotilanäytölle. Tämän arvioidun keston perusteella tuotanto pystyy suunnittelemaan yhdessä kunnossapidon työnjohdon

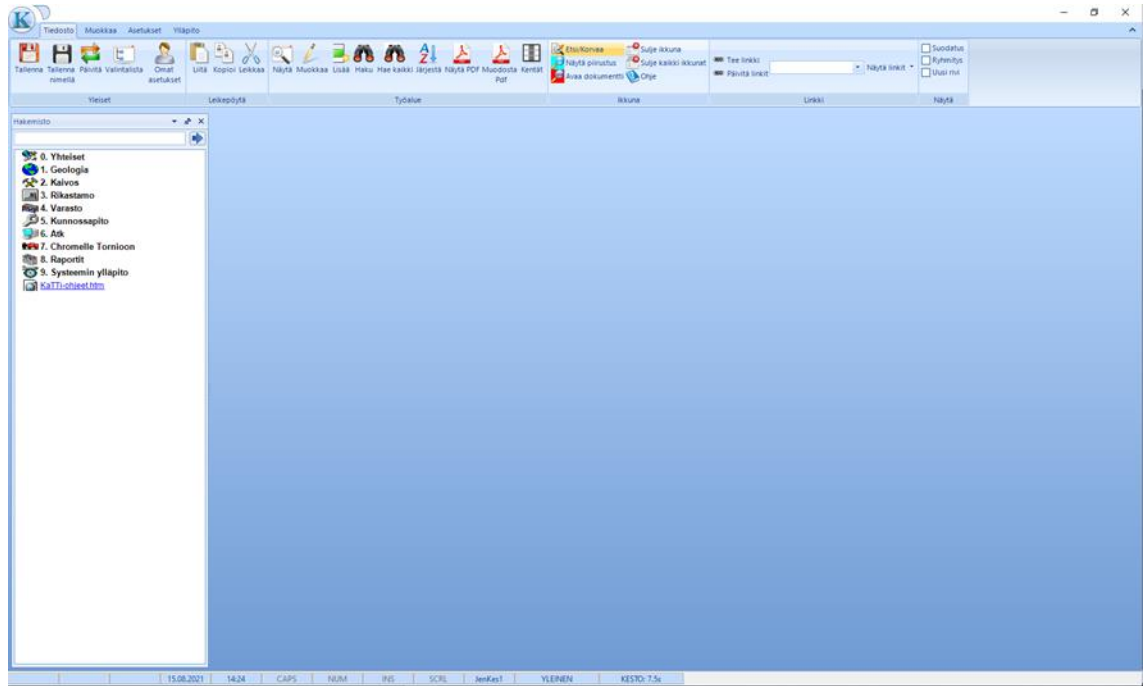
kanssa koneiden käytön niin, että huollot aiheuttaisivat mahdollisimman vähän tuotannolle häviötä, sekä koneet saataisiin myös ajallaan huollettua. Kuva 16 näkee Olotilanäytön yleisnäkymän.



Kuva 16. Olotilanäyttö.

6.3 KaTTi

Kaivoksen tuotannon tietojärjestelmä eli KaTTi pohjautuu tietokanta- ja kenttäriippumattomaan käyttöliittymään. Kattiin kootaan erilaisia tietoja, työluhia ja tilastoja. KaTTin perusnäkökuvan valikossa on eri työryhmiä, joiden alle on kerätty niille kuuluvat tiedot (Kuva 17). (Outokumpu 2012.)



Kuva 17. KaTTi-tietojärjestelmän perusnäky.

Kunnossapidollisesti KaTTia käytetään eniten työlupien kirjoittamiseen. Tulityölupaa ja myös kulmahiomakoneen käyttö lupaa tarvitaan kaivoskoneita huoltaessa lähes päivittäin. Kunnossapidontyönjohtaja kirjoittaa KaTTista löytyvälle Excel-pohjalle tarvittavat tiedot, tallettaa ne KaTTin tietoihin sekä tulostaa kaksi kappaletta, toisen itselle ja toisen luvan hakijalle.

Työlupien lisäksi KaTTista pystyy seuraamaan esimerkiksi kaivoskoneiden mittaristoja, operaattorien kommentteja vikoihin liittyen sekä koneen käytettävyyss-tietoja. KaTTi on tietokanta, jonne kaikki liikkuvan kaluston tiedot tallentuvat. KaTTiin on luotu taulukoita, joiden avulla nähdään kertyvät tiedot.

6.4 KUTI

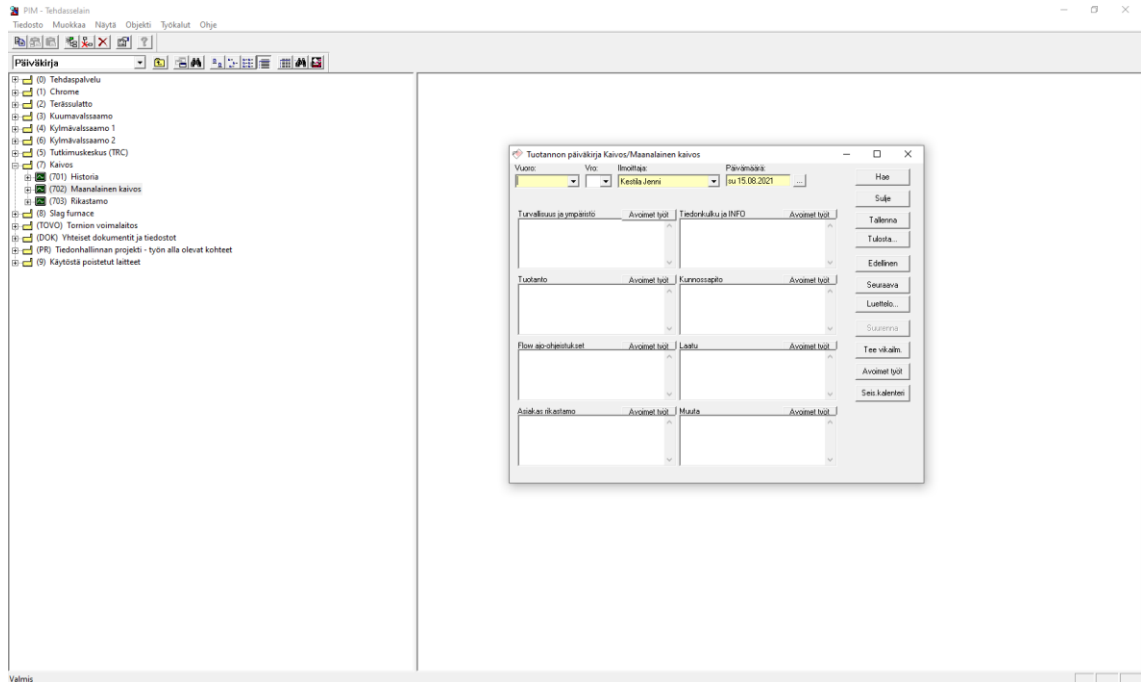
KUTI, eli Kunnossapidon Tietojärjestelmä, on nimestään huolimatta tuotannon ja kunnossapidon yhteinen toiminnanohjausjärjestelmä. KUTI:lla hallinnoidaan laitteille ja tuotantolinjoille kohdistuvia kunnossapitotöitä. Yhtenä tärkeimpänä tekijänä on se, että KUTIn avulla pystytään näkemään kunnossapitotyötilanne koko-

naisuutena ja hallitsemaan ja ennakoimaan tulevaa työkuormaa jopa kuukausitasolla eteenpäin. KUTla käyttää tuotannon ja kunnossapidon henkilöstö aina päivystäjistä insinööritason henkilöihin. (Outokumpu 2021c.)

KUTlsta löytyy eri sisältöjä, joiden alta niille kuuluvia alavalikoita. Eri sisältöjä ovat tehdasselain, töiden hallinta, päiväkirjat, kustannusseuranta, häiriöseuranta ja hakutoiminnot. Kunnossapidon kannalta käytössä ovat eniten tehdasselain, töiden hallinta sekä päiväkirjat. Liikkuva kalusto käyttää enimmäkseen vain päiväkirjatoimintoa. (Outokumpu 2021c.)

Tehdasselain on KUTIn perusrakenne. Tehdasselaimen alta löytyvät kaikki laitetiedot, esimerkiksi liikkuvan kaluston osalta jokainen kaivoskone. Jokaisen kaivoskoneen alta löytyvät kyseiselle koneelle tarvittavat varaosatiedot sekä osaluettelot. Näiden lisäksi myös tarvittavat dokumentit löytyvät koneiden alta, esimerkiksi kaivoskoneen huolto-ohjeet. Töiden hallinta on vahvasti kytköksissä tehdasselaimen käyttöön. Töiden hallinnan kautta tehdään esimerkiksi vikakorjausilmoitukset ja seisokkien suunnittelut. Myös ennakkohuoltokierrokset ja -työtävät löytyvät töiden hallinnan kautta. (Outokumpu 2021c.)

Päiväkirjaa täytetään aina vuoron lopussa (Kuva 18). Päiväkirjaa täyttää tuotannon henkilöstö, kunnossapidon työnjohto sekä sähkö- ja konepäivystäjät. Sinne kirjataan aina tiedotusluontoiset asiat. Kunnossapidon työnjohto kirjaa ylös päivän hallin tilanteen, mikä kone on huollossa ja onko kesken vai valmis, koneiden vikakorjaukset sekä muut tärkeät tiedot, esimerkiksi kiireellisesti tilatun osan arvioitu saapumisaika kaivokselle. Päiväkirjasta voi sitten esimerkiksi tuotannon henkilöstä käydä lukemassa korjattavien koneiden statuksen. (Outokumpu 2021c.)

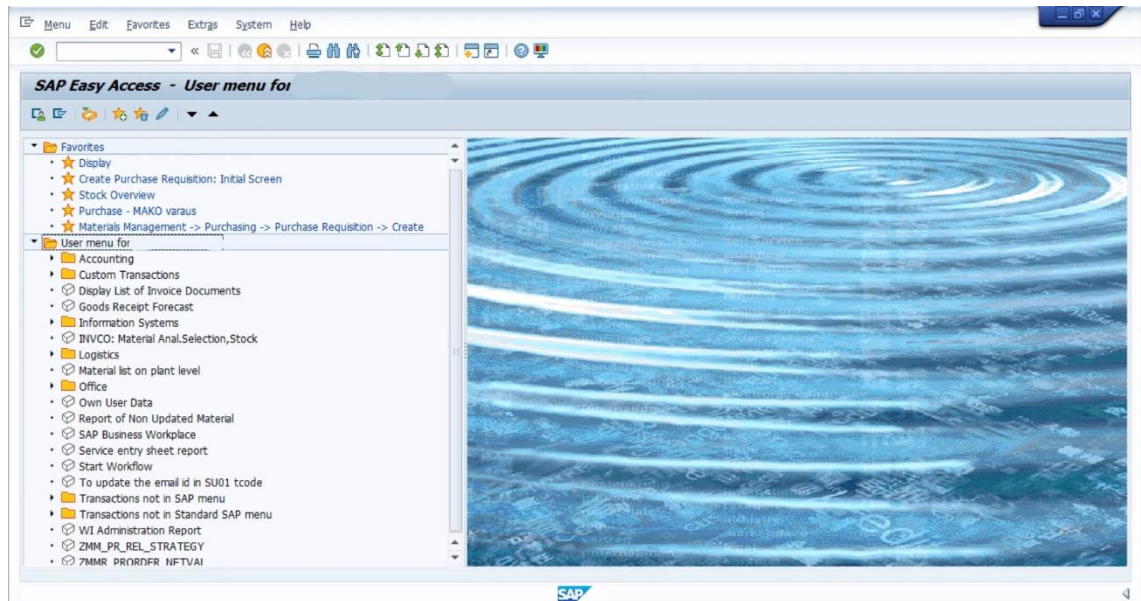


Kuva 18. Kuti ja Tuotannon päiväkirja.

KUTI on kytköksissä muihin kaivoksen käyttöjärjestelmiin, esimerkiksi Fleximiin, jota käytetään työtuntiseurantaan, sekä osto- ja varastojärjestelmä SAP:iin (Outo-kumpu 2021c).

6.5 SAP Logon

Kemin kaivoksella käytetään varaosien ostoon ja hallintaan yhdessä KUTIn kanssa SAP-järjestelmää. SAP-järjestelmän perusnäkymästä valitaan haluttu akti (Kuva 19). SAP-järjestelmästä voidaan muun muassa katsoa varaosien varastosaldoa ja -sijaintia sekä tehdä hankintapyyntöjä.



Kuva 19. SAP-järjestelmän perusnäkyä.

SAP-järjestelmää kunnossapito käyttää eniten kauttakiertohankintoihin, eli sellaisiin ostotilauksiin, joille ei löydy varastopaikkaa eikä materiaalikoodia. Kunnossapidon työnjohtaja tekee hankintapyynnön osasta ja pyyntö menee kunnossapitoinsinöörille. Kunnossapitoinsinööri joko hyväksyy tai hylkää hankintapyynnön. Jos hankintapyyntö hyväksytään, lähtee se ostajalle ja ostajalta eteenpäin. Tällaisia varaosia, joita tilataan kauttakiertona, ei yleensä mene niin usein, että niitä tarvitsisi olla varastossa valmiina.

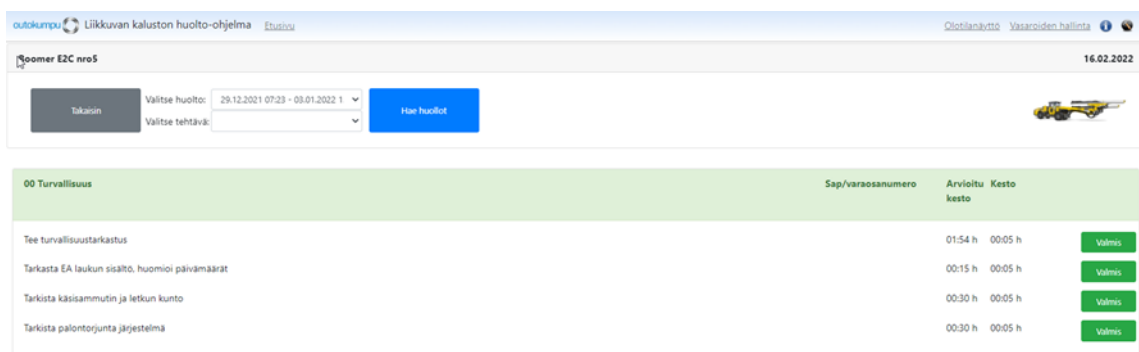
SAPin avulla voidaan myös tutkia varaosien tietoja, sijaintia varastossa sekä saldomäärää, eli paljonko kyseistä osaa on hyllyssä. Hyllyssä oleville varaosille avataan materiaalikoodi, jonka alta löytyvät kaikki osan tiedot: varaosan nimi, osanumero/tyyppi, toimittaja, kappalemäärä sekä hinta. Materiaalikoodilla pystytään siis seuraamaan varaosien kustannuksia ja kulutusmääriä.

7 HUOLTOLISTOJEN TARKASTELU

Kaivoskoneiden huoltolistat ovat kopioitu suoraan vanhasta huolto-ohjelmasta. Vanhaa huolto-ohjelmaa ei ole enää saatavilla. Nykyisistä huoltolistoista otetaan varmuuskopioinnit, ennen kuin niiden tarkastelu ja muokkaus aloitetaan tämän opinnäytetyön myötä. Vanhojen listojen avulla päivityksen jälkeen pystyy vertailemaan esimerkiksi kaivoskoneen huollon arvioidun keston muutosta. Tarkoituksena on saada nykyiset huoltoajat mahdollisimman todellisiksi kestoajoiksi, jolloin tuotannonsuunnittelu helpottuu, kun pystytään suunnittelemaan mahdollisimman todenmukaisesti koneiden käyttö sekä niiden huoltoajankohdat. Lisäksi lisätään huoltolistalle näkyviin varaosanumerot ennakkohuoltotöihin, joita tehdään säännöllisesti, esimerkiksi suodattimien vaihdot. Tällä pyritään sujuvoittamaan huoltoa, kun osat voidaan varaston puolesta kerätä valmiiksi ennen huollon aloitusta.

7.1 Ennakkohuoltojen nykytila

Nykyiset ennakkohuollot on otettu suoraan vanhasta ohjelmasta eHuoltolistaan. Nykyinen huolto-ohjelma sisältää laskukaavan, joka laskee automaattisesti ennakkohuollon keston vertaamalla historiaan ja ottamalla niiden kestojen keskiarvon uudeksi kestoajaksi. Laskukaava laskee uuden arvioidun keston kahden kuukauden välein. Jotta kaava laskisi täysin oikein ajat, tulisi ennakkohuoltotyöt aloittaa aina yksi kerrallaan, käydä tekemässä se ja sitten kuitata työ tehdyksi. Kuva 20 nähdään ennakkohuoltotyöt, niiden arvioidut kestot sekä todelliset kestot.



00 Turvallisuus	Sap/varaosanumero	Arvioitu Kesto	Kesto	
Tee turvallisuustarkastus		01:54 h	00:05 h	Valmis
Tarkasta EA laukun sisältö, huomioi päivämäärät		00:15 h	00:05 h	Valmis
Tarkista käsiammutin ja letkun kunto		00:30 h	00:05 h	Valmis
Tarkista palontorjuntajärjestelmä		00:30 h	00:05 h	Valmis

Kuva 20. Huoltolistan työtehtävät.

Huolto-ohjelma on ollut käytössä alkuvuodesta 2020. Tuon ajan kuluessa on huomattu, että se, miten huoltojen työtehtävien teko ja kuittaus on suunniteltu tehtävän, ei tule onnistumaan käytännössä. Yhden ryhmän alapuolella on useampi eri työtehtävä, joista suurin osa on tarkastuksia. Saman ryhmän työtehtävät tehdään yleensä yhtä aikaa, jolloin ne myös ohjelmassa aloitetaan samaan aikaan, mikä tulee vääristämään yhden tehtävän kestoa. Tietokone, jolla huolto-ohjelmaa käytetään, sijaitsee huoltopaikan lähetyvillä. Jos ohjelmaa käytettäisiin niin kuin on suunniteltu, tarkoittaisi se edestakaisin kävelyä tietokoneen ja työkohteen välillä. Huollot pyritään tekemään tehokkaasti, jolloin edes-takaisin kävely loppujen lopuksi tulee pitentämään entisestään huollon arvioitua aikaa.

7.1.1 Valmistajan ajat huoltotoimenpiteille

Kaivoskoneen valmistaja eli Epiroc on määrittänyt eri huoltotoimenpiteille suositeltavat aikavälit, joita noudattaen huoltotöitä tulisi suorittaa. Nämä aikavälit ovat huoltolistojen työtehtävien ajastuksien takana, eli niiden mukaan on alun perin suunniteltu, missä tuntimäärissä huoltotehtävät tulevat huoltolistalle. Valmistajan suosittelimia aikavälejä on noudatettu tai joitain työtehtäviä jopa ajastettu niin, että ne tulevat useammin kuin mitä on suositeltu. Aikavälejä ei pidennetä suositellusta huoltovälistä.

Epiroc on määritellyt laitteiston huoltoväleille tietyt periodityypit, joiden laskureiden mukaan työtehtävät tulevat näkyviin huoltolistalle. Laitteiston eri osien huoltovälit ovat joko iskulaitetunteina tai dieselmoottoritunteina. Tämän lisäksi on myös sähkömoottorituntien perusteella tulevia huoltotöitä.

Iskulaitetuntien perusteella tulevat huoltotoimenpiteet ovat niille osille, joita käytetään pääsääntöisesti porauksen aikana, esimerkiksi poravasara, kompressori sekä kangenkäsittelyjärjestelmä. Poravasarella on omat huoltovälit erikseen, jotka nekin tulee iskutuntien perusteella. Iskulaitetunnit nähdään kaivoskoneen näytön valikosta Tilastot.

Dieselmoottoritunnit ovat huoltovälien perustana niille osille, jotka ovat eniten käytössä, kun laitteistoa siirretään, eli kun dieselmoottori on päällä. Dieselmoottoritunnit ovat huollon periodina esimerkiksi dieselmoottorille, vaihteistolle sekä

jarrujärjestelmälle. Dieselmoottoritunnit voidaan lukea kaivoskoneen ajopaneelin tuntilaskurista.

Sähkämoottoritunnit toimivat huoltovälien periodina niille komponenteille, joiden käyttöaika ei riipu porauksesta tai laitteiston siirrosta. Sähkämoottoritunteja käytetään esimerkiksi kaivoskoneen hytin nosto- ja kallistustoiminnon kohdalla. Sähkämoottoritunnit löytyvät samasta valikosta iskulaitetuntien kanssa.

7.1.2 Huoltotoimenpiteiden aika-arviot ennen päivitystä

Nykyiset aika-arviot ovat muokkautuneet ajan kuluessa aikaisemmin mainitun laskukaavan ja ennakkohuoltotöiden kuittaus-toimintamallin ansiosta. Aika-arviot ovat osassa huoltolistojen töissä erittäin korkeita verraten siihen, että työt ovat silmämääräisiä tarkastuksia. Nämä nykyiset arviot vääristävät suunnittelua, sillä huoltoihin varataan enemmän aikaa kuin olisi tarvetta. Huoltojen yhteydessä saattaa tulla ylimääräisiä lisätöitä, jotka huomataan vasta huollon aikana. Nämä kuitenkin harvoin nostavat huollon kestoaikaa paria tuntia enempää, ellei löydy sellainen vika, johon ei ole osia, tai jonka korjaamiseen menee reilusti aikaa.

Jokaisella koneella on omat ajat, jotka ovat tulleet pelkästään sen koneen aikaisempien huoltojen kestojen perusteella. Eli tällä hetkellä jokaisen koneen perushuolto kestää eri ajan ohjelman mukaan, vaikka työt ovat suurimmalta osin kaikilla koneilla samat.

Huoltotoimenpiteissä suurin osa huoltoväleistä on määritelty tulemaan nykyisen huolto-ohjelman mukaan sähkömoottoritunneista, joten iskulaitetunteja ei ole laskurina ollenkaan käytössä. Dieselmoottoritunnit tulevat niin kuin Epiroc on suositellut, joskin ajallisesti työt saattoivat tulla aikaisemmin kuin mitä oli suositeltu. Dieselmoottoritunteja tulee kuitenkin kaivoksessa niin vähän, että niiden mukaan tulevat työtehtävät voi olla hyvä tehdä vähän etukäteen olosuhteiden takia. Muuten tiettyjä huoltotoimenpiteitä ei välttämättä tule koskaan kaivoskoneen elinajana tehtyä.

7.1.3 Lisätyöt

Lisätyöt lisätään jokaisen koneen huoltolistalle kunnossapidon työnjohtajan toimesta. Lisätyöehdotuksen tekee yleensä operaattori. Kunnossapidon työnjohtaja käy ohjelman lisätyöt-osiosta joko hyväksymässä lisätyöehdotukset huoltolistalle (Kuva 21), tai sitten poistaa ne ehdotukset, jotka eivät huoltolistalle siinä tilanteessa kuulu. Yleisimpiä syitä lisätyöehdotuksien poistoon on samasta asiasta tehty useampi ehdotus, tai jos työ on jo tehty joko tasoperässä tai kaivoskone käynyt huoltohallissa korjauksessa ennen varsinaista huoltoa.

outokumpu Liikkuvan kaluston huolto-ohjelma Etusivu Ylläpito

Olotilanjäyttö Vasaroiden hallinta Ylläpitäjä

Vuosi / kk
 Kuukausi 2021 / 12 Cabletec LC nro3 Hae

Huollon lisätyöt

Hyväksytyt huollon lisätyöt

Päivä	Kone	Ryhmän nimi	Haluttu/tehty toimenpide	Huomi	Työaika-arvio	Mekaaninen/sähkö	
15.12.2021 00:00	Cabletec LC nro3	Kaapeli ja vesiletkukela	hätäkaapelin vetosukka huono, vaihtoon		0 vrk 01:00 h	Sähkö	Muokkaa
14.12.2021 00:00	Cabletec LC nro3	Sementtjärjestelmä	sementti pytyyn alaluokun reilässä kovettunutta sementtiä. voisi piikata pois huollossa.		0 vrk 01:00 h	Mekaaninen	Muokkaa
12.12.2021 00:00	Cabletec LC nro3	02 Hiab	juotospäästä vajerin syöttömoottori vuotaa öljyä		0 vrk 02:00 h	Mekaaninen	Muokkaa

Kuva 21. Hyväksytyt lisätyöt huolto-ohjelmassa.

Kunnossapidon työnjohtaja määrittelee jokaiselle lisätyölle erikseen ryhmän, eli minkä osa-alueen alle työ kuuluu. Ryhmiä, joihin työtehtävät lajitellaan, ovat esimerkiksi alusta, moottori, kompressori ja hydraulikka. Ryhmiä on yhdellä listalla noin kymmenen. Sen lisäksi määritellään vielä, onko työ sähkö vai mekaaninen, sekä aika-arvio. Nämä aika-arviot pidentävät ennakkohuollon arvioitua kestoja, ja ovatkin ne, jotka huoltoa tulevat pidentämään ajallisesti ja siten määrittelevät huollon varsinaisen keston.

Joskus lisätyöt saattavat kuitenkin venyttää huoltoa jopa useammalla päivällä. Yleisin syy tällaiseen on varaosien puute tai tilatut uudet osat ovat vasta tulossa toimittajalta. Tällöin huolto keskeytetään joko odottamaan osia, tai jos on pakollinen tarve saada kone tuotantokohteeseen ja osien odotus ei estä koneen käyttöä, kuitataan huolto pois ja siirretään lisätyö seuraavaan huoltoon.

7.2 Tarkastelu ja päivitys

Tarkastelun kohteena ovat Epirocin kaivoskoneet, joita on tällä hetkellä 12 kappaletta. Samoja koneita on useampi. Kun koneet ovat samanlaisia, ovat niiden huoltolistat myös samanlaisia. Tarkasteltavia huoltolistoja on siis yhteensä neljä kappaletta, kullekin eri konetyypille. Huoltolistat muokataan kaikille 12 koneelle tarkastelun jälkeen yksi kerrallaan suoraan järjestelmään. Vanhat huoltolistat otetaan Excel-tauluktoon talteen, jotta vanhat ajat ovat verrattavissa tuleviin uusiin aikoihin. Huoltolistat ovat sen verran suurikokoisia, joten tähän opinnäytetyöhön otetaan näkyville vain Cabletec 3: huoltolistat (Liite 1 ja Liite 2).

Koska melkein kaikki ovat Epirocin valmistamia kaivoskoneita, ovat koneiden alustat moottoreineen samanlaisia. Tiettyjä ryhmiä, esimerkiksi aikaisemmin mainittu alusta, tulee tarkastella vain yhden koneen kohdalla, ja siten käyttää samoja aika-arvioita loppuihin.

Melkein kaikissa koneissa on kuitenkin erilainen puomisto, joten melkein jokaisen koneen huoltolistassa on tarkastelun kohteita. Ainoa näistä koneista on Simba eli pitkäreikäkone, jonka listaa ei tarvitse käydä läpi, sillä sen puomistossa ei ole kuin kangenkäsittely vasaroineen. Cabletecissa on porapuomissa samanlainen kangenkäsittely, joten kun käy Cabletecin huoltolistan läpi, pystyy sen perusteella myös päivittämään Simban huoltolistat.

8 HUOLTO-OHJELMAN PÄIVITYS


Huoltolistojen päivitys aloitetaan ensimmäisenä laskukaavan poistamisella. Laskukaava laskee koneen tehtävän kestot tehtäväkohtaisesti kahden kuukauden välein. Ohjelma muuttaa lasketun keskiarvon pohjalta nykyistä kestoa ylöspäin maksimissaan 100 %, tai valinnaisesti alaspäin maksimissaan 50 %. Kun huollossa aloitetaan työtehtäviä ja niitä tehdään useampi yhtä aikaa, tai vaihtoehtoisesti mennään tauolle niin, että työtehtävät on aloitettu eikä huoltoa keskeytetty, niin työtehtävien ajat nousevat korkeiksi. Kaava laskee korkeista aika-arvioista yhteisen keskiarvon ja saattaa nostaa sitä vielä jopa 100 %. Työtehtävien aikojen korkeat keskiarvot ovat juurisyy, miksi huoltojen arvioidut kestot näyttävät melkein vääjäämättä aina yli 3 vuorokautta, mikä on perushuollolle liian pitkä kesto ajallisesti. Tässä kohdin täytyy muistaa, että kaikki huoltotyöt eivät tule joka huoltoon, vaan ne tulevat näkyviin aina tuntimäärien kertyessä. Kun ne edellisessä huollossa tehdään, lähtee niiden tutilaskuri taas nolasta. Laskukaavan poistamisen jälkeen koneiden huoltolistat muokataan.

Huoltolistojen päivitys tehdään yhdessä asentajien kanssa aivoriihityyppisesti, eli istutaan yhdessä alas ja käydään huoltolistat läpi kohta kohdalta. Aivoriihi työkaluna on ongelmanratkaisun menetelmä. Aivoriihi-menetelmällä pyritään kehittämään luovia ideoita niin, että kaikki jäsenet osallistuvat ideointiin. Ideoita ja tietoa pyritään saamaan mahdollisimman paljon esille.

Näiden istuntojen aikana muokataan aikojen kestot asentajien arvioimiin aikoihin, yhdistetään työtehtäviä, luodaan uusia ja poistetaan sellaisia työtehtäviä, joita ei nykyisissä koneissa tarvitse tehdä. Uudet ajat muokataan suoraan järjestelmään sekä niistä tehdään myös Excel-taulukko, jotta aikoja voidaan vertailla vanhojen ja uusien huoltojen kestojen välillä. Vanhat ajat löytyvät jo Excel-taulukkoina.

Lisäksi niihin työtehtäviin, mihin pystytään, lisätään varaosanumerot ja materiaalikoodit näkyville (Kuva 22). Tällaisia osia ovat ne, joita vaihdetaan säännöllisesti, esimerkiksi suodattimet ja liukupalat. Lisätöihin käytettäviä varaosia ei juurikaan pystytä ennakoimaan, sillä monesti näissä töissä pitää ensin selvittää syy, miksi kone ei toimi niin kuin sen kuuluisi toimia. Varaosanumeroiden huoltolistalle lisäämisen tarkoituksena on jalkauttaa takaisin entinen käytäntö, jossa varaston

työntekijät keräävät huoltoon tulevien koneiden vaihdettavat osat valmiiksi koneille merkittyihin laatikoihin. Tällä tavoin pystytään myös sujuvoittamaan huoltoa, kun asentajan ei tarvitse irrottautua huollosta hakemaan varastosta esimerkiksi suodattimia, vaan ne ovat valmiiksi kerättyinä laatikkoon, joka tuodaan huollettavan koneen läheisyyteen.

outokumpu Liikkuvan kaluston huolto-ohjelma		
Cabletec E nro5 Vasara: 68 2238 HD+ AVO 19D 1648F 331 / 600		17.12.2021
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content;">Takaasin</div> Huollon kesto: 1 vrk 16:07 h		
Tarkista vesi ja hydraulikka liitokset		00:15 h
06 Valot	Sap/varaosanumero	Arvioitu kesto
Tarkista työvalot		00:05 h
Tarkista ajovalot		00:05 h
07 Moottori	Sap/varaosanumero	Arvioitu kesto
Vaihda moniurahiha	5750 5326 99 (3177 0002 49) / 680814	01:00 h
Moottoriöljyn tarkastus ja lisäys tarvittaessa		00:10 h
Tarkista/vaihda ilmansuodatin	6060 0014 46 / 698874 & 6060 0030 52 / 698875	00:30 h
Tarkista/vaihda pölyventtiili		00:02 h
Jäähdytysnesteen määrän tarkastus		00:15 h
Kiilaremmien tarkistus ja vaihda tarvittaessa		00:05 h

Kuva 22. Huoltolistalla näkyvät varaosanumerot ja materiaalikoodit.

Vanhojen huoltolistojen sisältöön perehtyessä huomattiin, että huollon periodityyppeinä oli käytössä vain sähkömoottoritunteja tai dieselmoottoritunteja, iskulaitetunteja ei ollut ollenkaan. Kaivoskoneiden valmistajan mukaan suurin osa puomiston töistä tulisi olla iskutuntien mukaan. Sähkömoottoritunnit kertyvät kaikista nopeimmin, aina kun koneen yksikkö on päällä. Iskulaitetunteja tulee taas aina kun poraus on käynnissä. Tästä voidaan päätellä, että huoltolistalla on työtehtäviä, jotka tulevat tehtyä paljon useammin kuin mitä oikeasti olisi tarve. Tämäkin siis pidentää huoltojen kestoja, kun joka huollossa tehdään huoltotöitä, joita tarvitsisi tehdä esimerkiksi vain joka kolmannessa huollossa.

8.1 Huoltotoimenpiteiden uudet aika-arviot ja päivitykset

Ensimmäiset tehtävien kestot saatiin käymällä läpi Cabletec 3:n huoltolista. Cabletec 3:n huoltolista ennen päivitystä löytyy esimerkkinä Excel-taulukkona (Liite 1). Melkein jokaisessa ennakkohuoltotyössä lyheni tehtävän kesto. Yleisin kesto, mikä tarkastukselle tuli arvioituksi ajaksi, on 5 minuuttia. Tähän keston on si-

sällytetty ajatus, että kävellään tietokoneelta huoltokohteen luo tekemään tarkastus ja sieltä takaisin kuittaamaan tehtävä, vaikka todellisuudessa työt tullaan kuittaamaan ryhmäkohtaisesti kaikki yhtä aikaa. Cabletecien jälkeen jatkettiin käymällä läpi Simbojen huoltolistat. Boomerien huoltolistat käytiin kolmantena ja viimeisenä Boltecien huoltolistat.

Jokaisen tehtävän kesto on huoltolistassa arvioitu minuutteina. Koska jokaisella huoltolistalla on yli sata eri huoltotehtävää, vertaillaan kokonaishuoltojen kestoa tunteina. Näin saadaan selkeämpi kuva kokonaisen huollon arvioidusta kestosta. Kokonaiskestot huolloille saatiin laskemalla jokaisen huoltotyön aika yhteen. Tässä kohdin tulee taas muistaa, että kun kaivoskone saapuu huoltoon, ei huollossa ole kuin ne työtehtävät, joiden tunnit ovat tulleet täyteen. Huoltolistojen ajalliset kestot ovat ilman lisätöitä, eli ne pitävät sisällään vain huoltolistalla valmiiksi olevat työtehtävät.

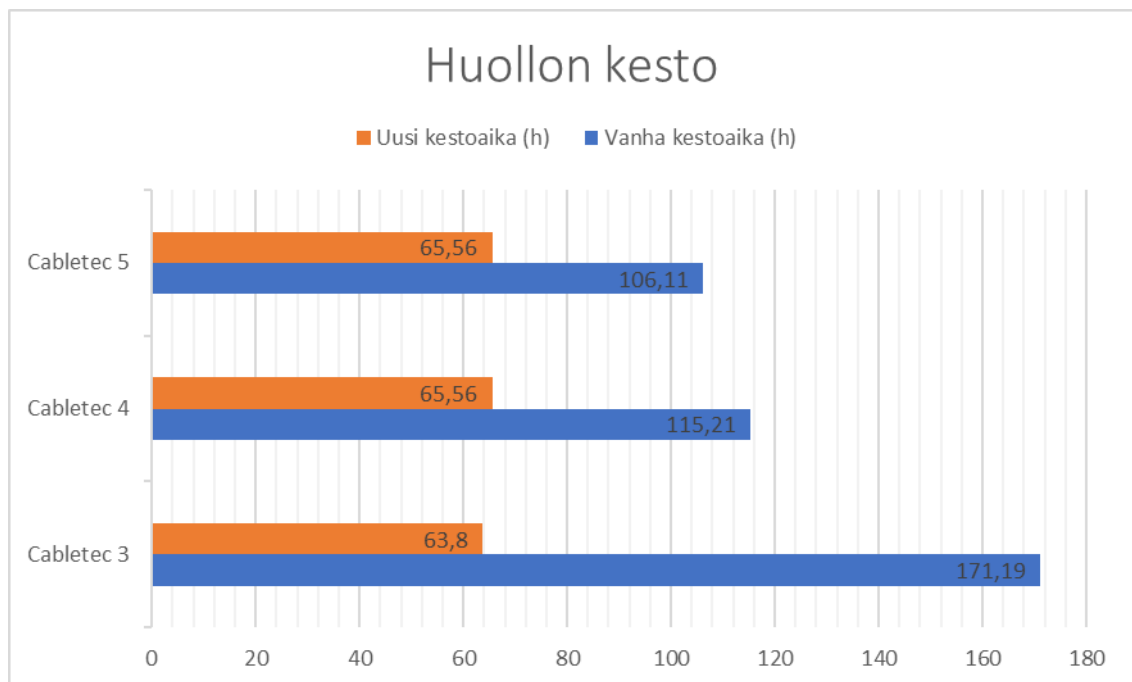
Huoltoajat lyhenivät tarkastelujen jälkeen jokaisella koneella yli 50 %. Nykyisten huoltojen arvioitu kesto on kaivoskonetyypistä riippuen noin 55–65 tuntia. Tarkastelu kertoo sen, että vanhoilla ajoilla ei ole voinut saada realistista huoltoaikaa tietoon. Päivitysten ja tarkastelujen jälkeen on esimerkiksi koneiden viikon huoltosuunnitelman teko paljon helpompaa, kun sekä tuotanto, että kunnossapito voi pitää arvioitua koneen huoltoaikaa realistisena ja näin saada kuvan, kauanko kone suurin piirtein olisi huollossa.

8.1.1 Cabletecien huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot

Cabletecien huoltolistat käytiin läpi ensimmäisenä. Ensin Cabletec 3, sen jälkeen samoilla pohjilla Cabletec 4 ja Cabletec 5. Kaikkien huoltolistaan tuli uutena mukaan Hiab- niminen ryhmä, sillä alkuperäisessä huoltolistassa ei ollut erikseen työtehtäviä määritelty Palfinger-puomille, vain porapuumille. Hiab on ryhmän nimeksi, kun Palfingeria ei löytynyt ohjelman valmiista listasta. Tällä puomien ennakkohuoltotöiden erittelyllä saadaan huoltolistaa selkeämmäksi sekä myös varmistettua, että kummatkin puomit tullaan tarkastamaan ja huoltamaan. Lisäksi, jos nähdään tarpeelliseksi lisätä huoltolistalle juottopuomin liukupalojen osanumerot sekä materiaalikoodit näkyviin, on niille omat työtehtävät, johon osanumerot voidaan merkitä.

Lisäksi sellaiset työtehtävät, jotka ei varsinaisesti kuulu tietyn ryhmän alle, saivat oman ryhmän Muut tarkastuskohteet 1 ja 2. Ryhmä 1 alta löytyy sellaisia yleisiä töitä, jotka ovat jokaisella kaivoskoneella samassa ryhmässä. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi vesijärjestelmän huolto sekä tuulilasipesunestejärjestelmän toiminnan tarkistus. Ryhmä 2 Cabletecien kohdalla pitää sisällään koneen sementtijärjestelmän huoltotehtävät.

Cabletecien huoltojen vanhat ja uudet kestot on esitetty Kuvio 5 . Ajallisesti eniten aikaa on mennyt Cabletec 3 huollossa ennen huoltolistan päivitystä. Tässä huollon kestossa on yhtenä mahdollisuutena lisätöiden suurempi määrä, sillä kone on kolmesta Cabletecista vanhin, jolloin siinä on jo käytössä tulleita kulumia ja vikoja enemmän kuin esimerkiksi Cabletec 5. Jos asentajia on huollossa mukana useampi kuin yksi, saattaa toinen aloittaa jo lisätöitä ja toinen tekee huoltotehtäviä. Lisätöissä monesti tarvitsee kaksi käsiparia riippuen työn vaativuudesta, joten huoltotehtävien tekijä saattaa jättää kesken aloitetut työt mennessään auttamaan toista, jolloin aika pääsee kasvamaan suureksi.



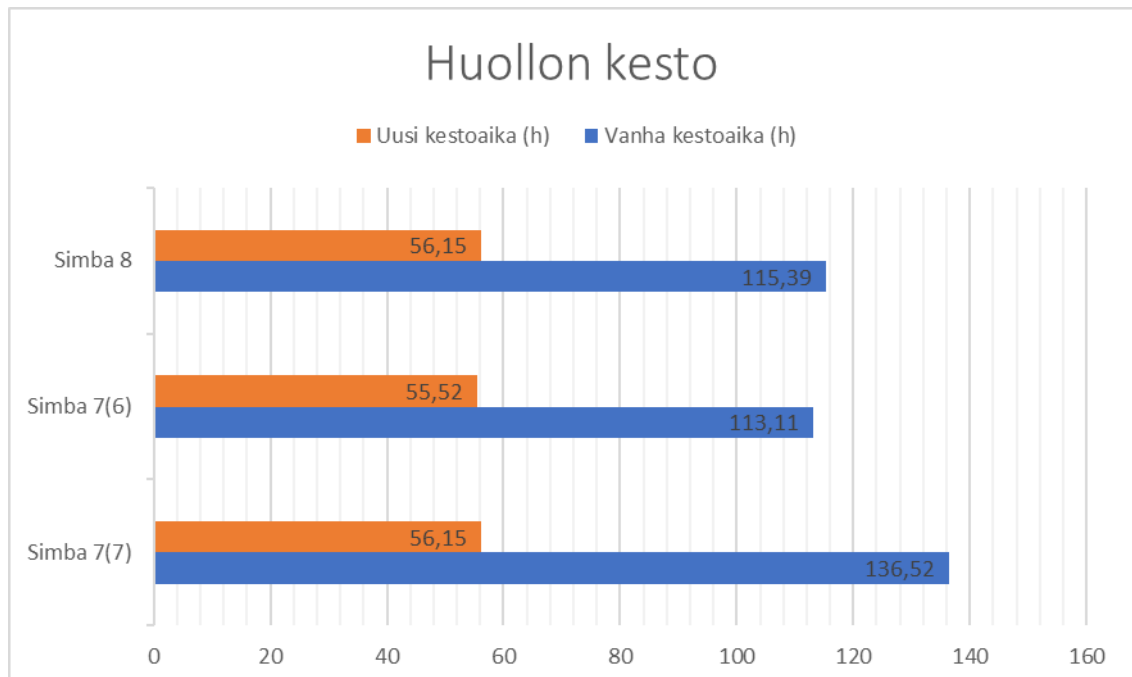
Kuvio 5. Cabletecien huoltojen vanhat ja uudet ajat.

Ennen päivitystä jokaisen Cabletecien huolto oli kestoaltaan yli sata tuntia. Keskiarvo kolmen Cabletecien huollolle oli noin 130 tuntia. Päivityksen myötä, vaikka huoltolistaan lisättiin uusia huoltotöitä, putosi huollon ajat puoleen alkuperäisestä.

Uusien huoltojen aikojen keskiarvio on noin 65 tuntia. Kolmesta Cabletecista kahdella koneella on täysin sama arvioitu huollon kesto, vain vanhimmalla eli Cabletec 3 on vähän lyhyempi. Tämä johtuu siitä, että uudemmissa on tiettyjä paranneltuja päivityksiä, joille on omat huoltotyöt. Tällainen on esimerkiksi koneen hytin uusi ilmansuodatin järjestelmä, kun Cabletec 3 on yksi suodatin, joka vaihtaa, on uudemmissa kolme kappaletta. Cabletec 3:n päivitetty huoltolista on esimerkkihuoltolista ja löytyy Excel-taulukkona (Liite 2).

8.1.2 Simbojen huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot

Simbojen huoltolistat päästiin muokkamaan Cabletecien jälkeen. Simbojen huoltolistat muokattiin Cabletecien huoltolistan läpikäynnin pohjalta, sillä Simbassa on vain yksi puomi, jossa on sama porapuumisto kuin Cabletecissa. Simbojen vanhojen huoltojen keskiarvo laskettiin vanhoista ajoista (Kuvio 6). Aikojen keskiarvo oli noin 122 tuntia. Simboista pisin huoltoaika on ollut Simba 7(7):lla, jonka huollon kesto on ollut yli 136 tuntia. Simba 7(6):n sekä Simba 8:n huoltojen kestot ovat olleet ajallisesti lähekkäin, mutta silti kummallakin koneella on huolto kestänyt yli 110 tuntia. Yksipuomiselle kaivoskoneelle tällaiset ajat ovat vääjäämättä liian suuria.

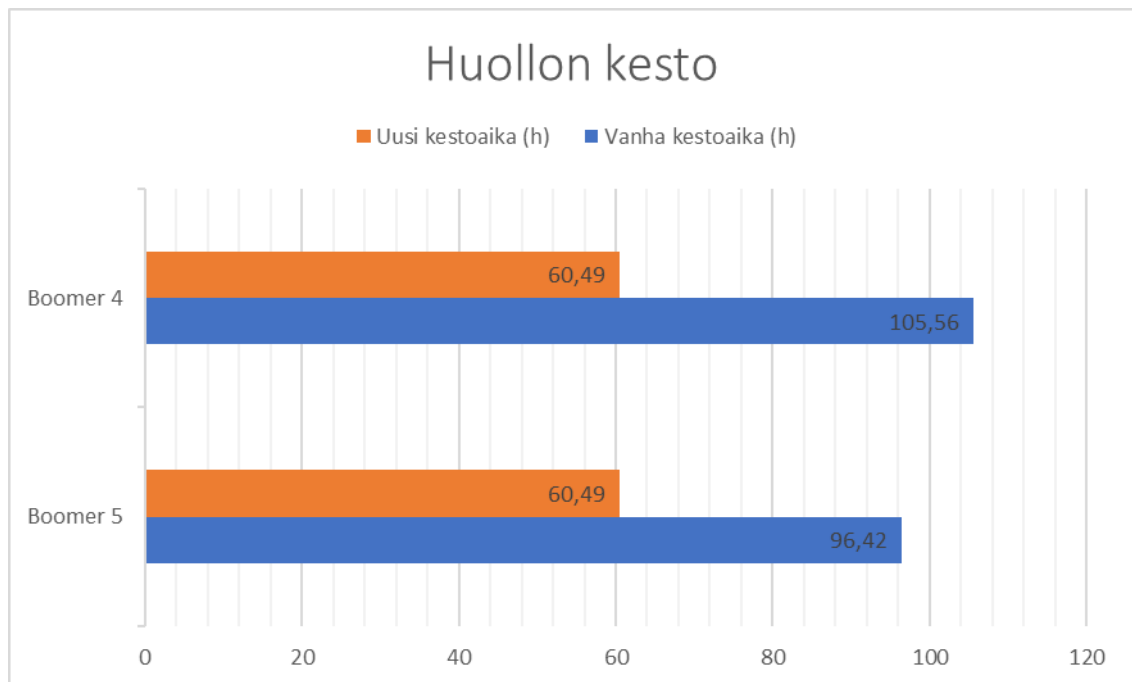


Kuvio 6. Simbojen huoltojen vanhat ja uudet ajat.

Huoltolistaan ei tullut juurikaan uusia huoltotehtäviä. Simboilla on samat erot, jotka Cableteceillakin, eli uudemmilla koneilla on huollon kesto hiukan suurempi päivitysten myötä. Simbojen uudet arvioidut ajat pitävät paremmin paikkaansa, sillä kaikista kaivoskoneista niillä on lyhin huollon kesto. Uusien huollon kestojen keskiarvo on noin 56 tunnin kohdalla, mikä on yli puolet lyhyempi kuin ennen päivitystä ja tarkastelua.

8.1.3 Boomerien huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot

Boomerien huoltolistojen läpikäynti oli kolmantena. Valmiiksi Boomerien huoltolistalta pystyi käymään ne ryhmät, jotka ovat kaikissa koneissa samat, eli esimerkiksi alusta, turvallisuus sekä sähkö. Asentajien kanssa läpi käytiin puomit ja niiden huoltotehtävät, sillä samanlaisia puomeja ei ole kuin Boomerissa. Kuvio 7 näkee Boomer 4 ja 5 huoltojen vanhat ja uudet kestoajat.



Kuvio 7. Boomerien huoltojen vanhat ja uudet ajat.

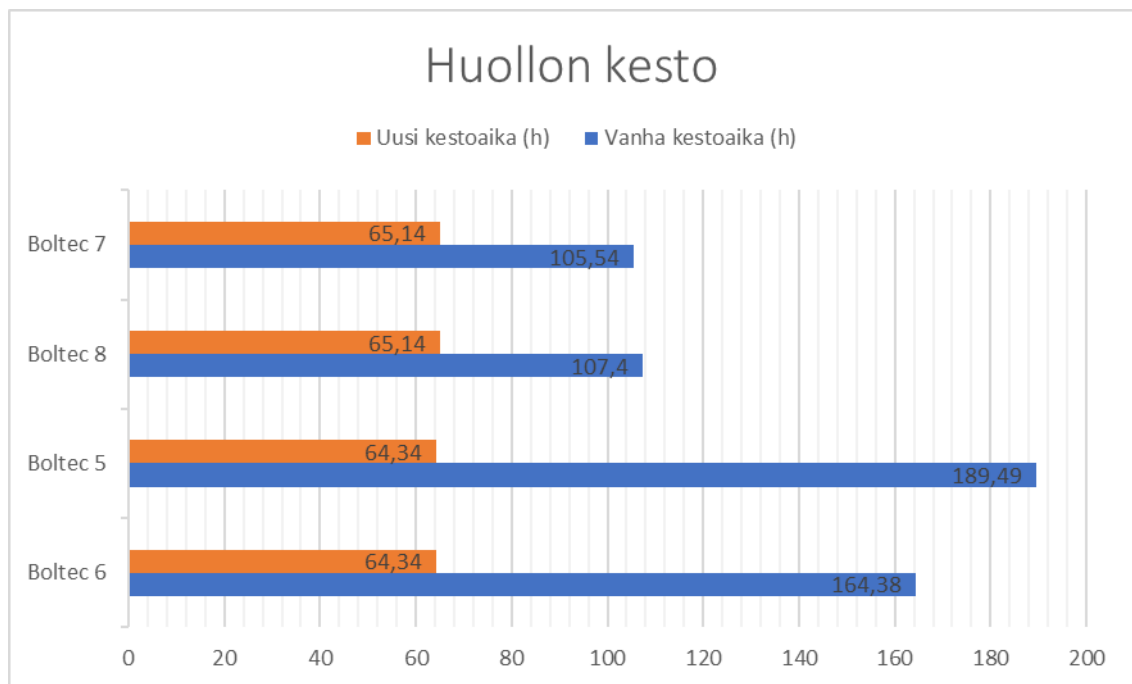
Boomerin huoltolistalle ei tullut uusia työtehtäviä. Kummatkin kaivoskoneet ovat uudempaa versiota, joten huoltolistat ovat identtiset. Boomerissa on kuitenkin kaksi samanlaista puomia, joten puomien huoltotöiden ajat tuplattiin ajatellen, että ne huolletaan yhtä aikaa. Toisin sanoen, jos Cabletecilla samanlainen tarkis-

tustyö listalla kestäisi 5 minuuttia, laitettiin Boomerille kestoksi 10 minuuttia. Tällaisia töitä voivat olla esimerkiksi puomin vaurioiden ja mahdolliset vuotojen silmäääräinen tarkastus.

Kahden Boomerin vanhojen huoltoaikojen keskiarvio oli noin 101 tuntia. Päivityksen ja tarkastelun myötä huoltoajat putosivat niin, että uudeksi keskiarvoksi jäi enää noin 60,5 tuntia.

8.1.4 Boltecien huoltolistojen päivitys ja uudet huoltojen kestot

Viimeisenä käytiin läpi neljän Boltecien huoltolistat. Boltecissa asentajien kanssa käytiin myöskin puomien huoltotehtävät läpi sekä muut huoltotehtävät, joita on vain Boltecissa, esimerkiksi Swellex-pumpun tarkistus. Boltecien uudet ja vanhat kestoajat nähdään alla olevasta Kuvio 8.



Kuvio 8. Boltecien huoltojen vanhat ja uudet ajat.

Niin kuin Cabletecissa, on myös Boltecissa toinen puomi Palfinger-puomi, jota käytetään verkkojen asennukseen. Myös verkkopuomiksi kutsutulle puomille tehtiin huoltolistaan oma ryhmä, jolla varmistetaan, että myös verkkopuomille tulee tehtyä kaikki tarpeelliset huoltotehtävät. Lisäksi Boltecien muut työt, jotka eivät varsinaisesti kuuluneet minkään valmiin ryhmän alle, laitettiin ryhmään Muut tarkastuskohteet 1.

Boltecien vanhojen aikojen keston keskiarvo on noin 142 tuntia. Päivityksen ja tarkastelun jälkeen huoltojen kestojen uudeksi keskiarvoksi tuli noin 65 tuntia, joten huoltojen arvioitu kesto väheni reilusti yli 50 % ennen päivitystä olevasta keskiarvosta. Suurin huoltoajan muutos tuli Boltec 5:lle, jonka alkuperäinen huollon kesto oli 189,49 tuntia ja päivityksen jälkeen kesto on 64,34 tuntia. Uudempien Boltecien, eli numerot 7 ja 8, huoltojen kestot päivityksen jälkeen ovat 65,14 tuntia, sisältäen päivitysten myötä lisätyt huoltotyöt, joita ei vanhemmilla koneilla ole. Boltec 6:n uusi huoltoaika on sama, kuin mitä Boltec 5:lla.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli käydä läpi Epirocin kaivoskoneiden huoltolistat ja saada niihin päivitettyä uudet ajat sekä mahdollisia päivityksiä työtehtäviin liittyen. Huoltolistojen läpikäynti tapahtui aivoriihi-tyyppisesti yhdessä kunnossapitoasentajien kanssa. Mukana oli myös jonkin verran kaivoskoneiden operaattoreita, jotka toivatkin hyviä käytännön asioita heidän näkökulmastaan mukaan. Opinnäytetyön tekeminen kesti oletettua kauemmin, mutta huoltolistat saatiin käytyä läpi hyvin ja saatiin haettua muutosta verrattuna vanhoihin listoihin.

Jokaisen kaivoskoneen huoltoaika väheni jopa yli 50 % verrattuna vanhoihin aikoihin, joissa vielä oli laskukaava käytössä. Uusien aikojen avulla on helpompi suunnitella tuotannon kanssa tulevaa viikon huoltosuunnitelmaa, kun koneiden huoltoaikoja voidaan pitää realistisina. Vanhoja aikoja ei voitu käyttää suunniteluun juurikaan, sillä niissä oli vääjäämättä aina vuorokausi liikaa aika-arviota.

Sama huoltolistojen päivitys olisi hyvä tehdä lopuillekin koneille jossain vaiheessa, jotta myös niiden huoltoajat saataisiin vastaamaan mahdollisimman realistista huoltoa ja sen kestoa. Tuleville uusille koneille voidaan hyödyntää nykyisiä huoltolistoja riippuen koneen samankaltaisuudesta.

Myös laitevalmistaja Epirocin kanssa voisi olla hyvä käydä läpi huoltolistojen sisältöä ja arvioitujen kestojen paikkaansa pitävyyttä heidän näkökulmastaan, sekä tarpeen vaatiessa kehittää järjestelmää heidän ideoiden pohjalta.

Varaosanumeroiden ja materiaalikoodien lisäys huoltolistoille onnistui myös suunnitellusti. Valmiiksi kerätyt varaosat huoltoa varten olisi tarkoitus ottaa käyttöön tämän vuoden aikana, joten vielä ei tiedetä miten se tulee toimimaan käytännössä.

LÄHTEET

Ahonen, T. ym. 2012. Käyttövarmuuden hallinta – standardista käytäntöön. Espoo: VTT. Viitattu 23.1.2022. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2012/T69.pdf>

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. 1. Painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Epiroc 2021a. Boltec. Viitattu 12.10.2021 <https://www.epiroc.com/en-za/products/rock-reinforcement/rock-bolting-rigs>

Epiroc 2021b. Boltec E. Viitattu 12.10.2021 <https://www.epiroc.com/en-za/products/rock-reinforcement/rock-bolting-rigs/boltec-e>

Epiroc 2021c. Boomer. Viitattu 2.10.2021 <https://www.epiroc.com/en-fi/products/drill-rigs/face-drill-rigs>

Epiroc 2021d. Boomer E. Viitattu 2.10.2021 <https://www.epiroc.com/en-fi/products/drill-rigs/face-drill-rigs/boomer-e>

Epiroc 2021e. Cabletec. Viitattu 13.10.2021 <https://www.epiroc.com/en-fi/products/rock-reinforcement/cable-bolting-rigs>

Epiroc 2021f. Cabletec E. Viitattu 13.10.2021. <https://www.epiroc.com/en-fi/products/rock-reinforcement/cable-bolting-rigs/cabletec-e>

Epiroc 2021h. Simba. Viitattu 26.10.2021. <https://www.epiroc.com/en-fi/products/drill-rigs/production-drill-rigs>

Epiroc 2021i. Simba E7. Viitattu 26.10.2021. <https://www.epiroc.com/en-fi/products/drill-rigs/production-drill-rigs/simba-e7>

Hakapää, A., Lappalainen, P. & Paalumäki, T. 2015. Kaivos- ja louhintatekniikka. 3. uudistettu painos. Tampere: Kaivosteollisuus ry ja Opetushallitus

Heinikoski, V. 2020. Kuva Spraymec LF 50 DC – koneesta Kemin kaivoksella. Viitattu 10.01.2022.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2006. Kunnossapito. 3. Painos. Helsinki: KP-Media.

Kaivosvastuu. 2021. Outokumpu Chrome Oy. Viitattu 7.12.2021 <https://www.kaivosvastuu.fi/yrityskortti/outokumpu-chrome-oy/>

Karinen, J., Peronius, A. & Toppila, R. 2018. Suomen kaivostoiminnan toimialakatsaus 2017. Lapin amkin julkaisuja. Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 4/2018. Viitattu 29.12.2021. <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=991d1f2b-52bc-470c-9cfb-356269005111>

Khazaei, S. & Pourrahimian, Y. 2021. Mathematical Programming Application in Sublevel Caving Production Scheduling. Kanada: Albertan yliopisto. Viitattu 8.12.2022. <https://www.mdpi.com/2673-6489/1/2/12/htm#B8-mining-01-00012>

Masino 2021. Kitkapultin tuotekortti. Viitattu 12.10.2021 http://www.suomentpp.fi/wp-content/uploads/Paisuva_kitkapultti_tuotekortti_SuomenTPP.pdf

Normet 2021. Spraymec LF 050 DC. Viitattu 19.10.2021. <https://www.normet.com/fi/tuote/spraymec-lf-050-dc-3/>

Outokumpu 2002. Uppoporakone COP 44. Outokummun sisäinen dokumentti. Viitattu 26.10.202.

Outokumpu 2012. Katti käyttöohje. Outokummun oma sisäinen dokumentti. Viitattu 16.11.2022.

Outokumpu 2018. Kuvio vikakorjauksien kulusta kaivoksessa. Outokummun sisäinen tiedosto. Viitattu 26.10.2021.

Outokumpu 2021a. Ferrochromin liiketoiminta-alue. Viitattu 28.12.2021. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization/ferrochrome>

Outokumpu 2021b. Kemin kaivos. Viitattu 7.12.2021. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/locations/kemimine>

Outokumpu 2021c. Kunnossapitojärjestelmä KUTI – Kunnossapitokoulutus. Outokummun oma sisäinen dokumentti. Viitattu 16.11.2022.

Outokumpu 2021d. Kuva huoltohallista. Outokummun sisäinen tiedosto. Viitattu Viitattu 26.10.2021

Outokumpu 2021e. Kuva Scania Simban porakalustosta. Outokummun sisäinen tiedosto. Viitattu 26.10.2021.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 22.1.2022.

PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 22.1.2022.

RockDrillSales 2021. Kuva DTH uppovasarasta. Viitattu 26.10.2021. <https://www.rockdrillsales.com/products/hammers/cop-hammers/>

Salmi, J. 2018. Kemin kaivoksen syventäminen- DeepMine hanke. Viitattu 8.1.2022. <https://docplayer.fi/104992867-Kemin-kaivoksen-syventaminen-deepmine-hanke.html>

SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: SFS. Viitattu 6.2.2022

LIITTEET

- Liite 1. Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä
- Liite 2. Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Liite 1. 1(15) Esimerkkihuoltolista Cabletec 3 ennen päivitystä

00 Turvallisuus	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tee ansultarkastus	4368				69	Tuntia
Tee turvallisuustarkastus	672				114	Tuntia
01 Alusta	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Koneen pesu	50				60	Sähkö/h
Tarkista renkaiden kunto ja paineet	50				25	Sähkö/h
Silmämääräinen tarkastus	50				28	Sähkö/h
Automaatti rasvarin täyttö sekä puomien öljyäminen	50				96	Sähkö/h
Kankirasvarin rasvan määrän tarkistus	50				32	Sähkö/h
Kun huolto valmistu ylimääräinen rasvan poisto sijaitseva puomissa tai rungossa (painepesurilla)	50				56	Sähkö/h
Tarkasta tukijalkojen lätkien kiinnitys	50				21	Sähkö/h

Liite1. 2(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista ohjaus sylinterin tappien kiinnitys	20				40	Sähkö / h
02 Puomi / syöttölaite						
	Periodi	Sarjavaraosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista syöttölaitteen liukukiskot ja liukupalat	20				96	Diesel / h
Tarkista puomin vauriot ja vuodot	20				160	Diesel / h
Tarkista Poratuki	20				96	Diesel / h
Tarkista puskurit	20				96	Diesel / h
Pölynimurin suodattimen tarkistus	250				24	Sähkö / h
Puhdista sementintäyttö luukku	50				57	Sähkö / h
Tarkista keventimillä varustettujen luukkujen kunto ja kiinnitys.	20				16	Sähkö / h

Liite 1. 3(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

PC4 pistokkeen liittimien kireyden ja kunnon tarkastus	20		X		10	Sähkö / h
Tarkista teleskooppilaakeroinnin kuluminen	250				32	Diesel / h
Tarkista laakerointikohtien kuluminen	250				32	Diesel / h
03 Vasarat	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Vaihda vaihelaatikkorasvat	20				320	Sähkö / h
Tarkista paineakkujen paineet	20				64	Sähkö / h
Tarkista vasaroiden kiinnitys	20				64	Sähkö / h
Tarkista vasaroiden letkut	20				66	Sähkö / h
04 Kompressori	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Vaihda varoventtiilit.	500				15	Diesel / h
Puhdista suodatinkotelo	500				32	Sähkö / h
Tarkista öljyn pinta	50				64	Sähkö / h

Liite 1. 4(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista ilmanpuhdistaja vaihda tarvittaessa.	50	1619 6220 00/613398			79	Sähkö /h
Vaihda kompressorin öljynsuodatin ja öljyt.	250	3216 9214 04/613399			139	Sähkö /h
Tarkista letkut ja liitokset	250				139	Sähkö /h
Tarkista ilmasäiliöiden varoventtiilit	250				139	Sähkö /h
Puhdista kompressori	250				96	Sähkö /h
Tarkista lämpötilavahti	1000				64	Sähkö /h
Vaihda ilmasäiliön erotinelementti.	1000	2901 0523 00/613524			133	Sähkö /h
Tarkista sähköliitimet	1000		X		25	Sähkö /h
Poista kondenssivesi säiliöstä	50				57	Sähkö /h
05 Kelat	Period	Sap/varaosanumer	Sähköty	Montt	Työnkest	
	i	o	ö	u	o	
Tarkista vesi ja hydraulikka liitokset	50				117	Diesel /h

Liite 1. 5(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Vaihteen öljynvaihto	500				25	Diesel / h
Säädä liukukytin	500				25	Diesel / h
Tarkista käytöketiun kireys	500				25	Diesel / h
Tarkista kollektorin liitokset ja puhtaus Sähkämies suorittaa	500		X		56	Diesel / h
06 Valot	Periodi	Sap/varaosanumer	Sähkötyö	Monttu	Työnkest	
Tarkista työvalot	50				19	Sähkö / h
Tarkista ajovalot	50				32	Sähkö / h
07 Moottori	Periodi	Sap/varaosanumer	Sähkötyö	Monttu	Työnkest	
Moottoriöljyn tarkastus	20				26	Diesel / h
Tarkista jäähdytin puhdistaa tarvittaessa	100				64	Diesel / h
Tarkista/vaihda ilmansuodatin	20				60	Diesel / h
Tarkista/vaihda pölyventtiili	20				28	Diesel / h
Jäähdytysnesteen määrän tarkastus	20				86	Diesel / h

Liite 1. 6(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Kiilaremmien tarkistus	20				28	Diesel / h
Tyhjennä kondenssivesi polttoainesäiliöstä	500				10	Diesel / h
Tarkista moottorin ripustus	500				30	Diesel / h
Vaihda öljynsuodatin	300				96	Diesel / h
Vaihda moottoriöljy	300				96	Diesel / h
Tarkista hehkutulpat ja vaihda tarvittaessa	1000				0	Diesel / h
Tarkista letkut ja liittimet	1000				60	Diesel / h
Vaihda polttoainesuodatin ja polttoaine esisuodatin	1000				30	Diesel / h
vaihda kiilahihnat	350				30	Diesel / h
Tarkista venttiilien välykset säädä tarvittaessa	1500				480	Diesel / h
08 Vaihteisto	Periodi	Sap/varaosanumer	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Etu/takakardaani ristikko voitelu ja laipan pulttien kireyden tarkastus.	50				287	Sähkö / h

Liite 1. 7(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista vaihteiston öljytaso	50				480	Diesel / h
Tarkista perän öljyntaso	250				70	Diesel / h
Tarkista napavaihteiden öljyntaso	250				15	Diesel / h
Tarkista pyöränmutterien kiristysmomentti	250				45	Diesel / h
Tarkista nivelristikon letkut ja nipat/lisää rasvaa	250				27	Diesel / h
Vaihda öljy ja öljynsuodatin (20l)	500				43	Diesel / h
Tarkista niveltapin kuluminen ja vaihda tarvittaessa	2000				5	Diesel / h
Vaihda perän öljyt	500				46	Diesel / h
Vaihda napavaihteiston öljyt	500				64	Diesel / h
Nivelakselin voitelu	50				5	Diesel / h

Liite 1. 8(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

09 Jarrut	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötö	Monttu	Työnesto	
Testaa pysäköintijarru	20				10	Diesel / h
Testaa ajojarru	20				10	Diesel / h
Tarkista pysäköintijarrujen toiminta ja säädä tarvittaessa	250				28	Diesel / h
Tarkista jarrupaine ja säädä tarvittaessa	500				60	Diesel / h
Tarkista jarrupinnoitteiden kuluminen ja vaihda tarvittaessa	1000				10	Diesel / h
10 Hydraulikka järjestelmä	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötö	Monttu	Työnesto	
Erota veden-öljystä (iso vedenerotin)	50				76	Sähkö / h
Vaihda vedenerottimen suodatinpanos	500				31	Sähkö / h

Liite 1. 9(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista hydraulikkaöljyn taso	50				32	Sähkö / h
Tarkista vuodot	50				39	Sähkö / h
Vaihda hydraulikkaöljyt	1000				47	Sähkö / h
Tarkista <u>huohotus-suodatin</u>	50				32	Sähkö / h
Vaihda <u>huohotus-suodatin</u>	250	8231 0854 19/613434			32	Sähkö / h
Vaihda paluuöljysuodatin	500	8231 1018 04/613400 6kpl			40	Sähkö / h
11 Muut tarkastuskohteet 1	Period	Sap/varaos numer	Sähköty	Montt	Työnkest	
	i	o	ö	u	o	
Tarkista vaijerikelaimen kartion kireys (uusi malli)	50				64	Sähkö / h
TESTAA PÄÄKYTKIMEN TOIMINTA	20				17	Diesel / h
Tarkista automaattiporaus huomiovalojen toiminta	50				27	Sähkö / h
Tarkista astimien hammastusten kunto, portaiden yleiskunto sekä portaan kiinnitys	50				16	Sähkö / h

Liite 1. 10(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkasta EA laukun sisältö, huomioi päivämäärät	8736				2	Tuntia
Sähkökeskuksen silmämääräinen tarkastus ja sammutinpatruunan, sinettien ja pyroteknisen sytyttimen tarkastus	50		X		16	Sähkö / h
Pääkytkimen ja syöttökiskon pulttien kireyden tarkastus	100		X		14	Sähkö / h
Häntäkaapelin eristysvastusmittaus, mittauksesta tuotetaan mittauspöytäkirja arkistoitavaksi.	500		X		16	Sähkö / h
Vikavirtasuojien mekaaninen ja sähköinen testaus	500		X		20	Sähkö / h
Tarkistaa/vaihto kaasu ja happi letkunkela ja venttiili	50				96	Sähkö / h
PC4 pistokkeen liittimien kireyden ja kunnan tarkastus	50		X		13	Sähkö / h
Tarkista että koneelle nimetty valovirtapumppu on koneessa mukana!	5				20	Sähkö / h

Liite 1. 11(15) Esimerkkihuoltolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Kaapelivetosukan tarkastus ja tarkasta että kaapelinvaroitustolppa on koneessa mukana	50				32	Sähkö / h
Niskavoiteluöljyn ja muottiöljyastian täyttäminen	50				115	Sähkö / h
Tuulilasinpesunesteen täyttö	50				27	Sähkö / h
Huolla vesijärjestelmä	50				28	Sähkö / h
Tarkista käsisammutin ja letkun kunto	50				29	Sähkö / h
Suorita hätäseis testi	50				32	Sähkö / h

Liite 1. 12(15) Esimerkkihoidtolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista kilvet Rasvaa sähkömoottori	1000				3	Sähkö / h
Tarkista palontorjunta järjestelmä	50				32	Sähkö / h
puhdistusta ja voitele akkujen navat	100		X		12	Diesel / h
Tarkista keskusvoitelun letkut ja nipat	250				1920	Diesel / h
Vaihda sammutimet	4368				40	Tuntia
12 Sähkö	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
peräpumpun kaapelin/pumpun tarkastus	10				21	Sähkö / h
12 Tangonkäsittelyvarustus	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista puristusleukojen kuluminen	20				96	Diesel / h
Tarkista tartuntavarret/pysäköinti	50				96	Diesel / h

Liite 1. 13(15) Esimerkkihuoltolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista tartuntavarret/makasiini	50				160	Diesel / h
Tarkista laakerointikohdat tartuntavarsiakselien päittäisvälykset	50				160	Diesel / h
Tarkista Tartuntavarret/porauskeskiö	50				96	Diesel / h
Tarkista lukkosylinteri	50				32	Diesel / h
Tarkista laakerikohdat sylinteri	50				32	Diesel / h
Tarkista induktiiviset anturit	50				96	Diesel / h
13 Ilmastointi						
	Periodi	Sarjavaraosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista lauhdutinelementti	100				8	Sähkö / h
Vaihda raitisilmasuodatin	150	682905			14	Sähkö / h
Tarkista kompressorin kiinnike	100				7	Sähkö / h

Liite 1. 14(15)Esimerkki huoltolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Tarkista lämmityslaitteen liitinjohdin Sähkömies suorittaa	100				32	Sähkö /h
Tarkista lämmityslaitteen maakosketus Sähkömies suorittaa	100				8	Sähkö /h
14 Muut tarkastuskohteet 2	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnesto	
Tarkista automaatti voitelu sekoittimen tiivisteelle ja laakerille	50				64	Sähkö /h
Poista kuivunut sementti betonisäilön sisältä	50				285	Sähkö /h
Sementtiruuvien voitelu (2 puristusta)	50				32	Sähkö /h
Rasvaa vaijerikelan noston nipat	50				160	Sähkö /h
Tarkista h puomin kulutuspalat	50				64	Sähkö /h
Rasvaa sementtipumpun akseli	50				32	Sähkö /h
Rasvaa vaijerikasetin akseli	50				32	Sähkö /h
Rasvaa pikatyhjennysluukun sylinteri	50				32	Sähkö /h
Syöttökaapelin tarkistus Sähkömies suorittaa	250		X		36	Sähkö /h

Liite 1. 15(15) Esimerkkihautolista Cabletec 3 ennen päivitystä

Pölynimurin suodattimen tarkistus	250				32	Sähkö / h
Puhdista sementintäyttö luukku	50				222	Sähkö / h
Kaapelikelan rajakytkimen toiminnan tarkastus.	250		X		19	Sähkö / h
Tarkista keventimillä varustettujen luukkujen kunto ja kiinnitys.	50				120	Sähkö / h
Tarkasta leikkurin terä	20				41	Sähkö / h
Voitele sementtiletkekulan pyörivä tiiviste	50				64	Sähkö / h

Liite 2. 1(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

00 Turvallisuus						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tee <u>ansultarkastus</u>	4368				69	Tuntia
Tee turvallisuustarkastus	672				114	Tuntia
Tarkasta EA laukun sisältö, huomioi päivämäärät	8736				15	Tuntia
Tarkista käsisammutin ja letkun kunto	50				30	Sähkö /h
Tarkista palontorjunta järjestelmä	50				30	Sähkö /h
Vaihda <u>sammuttimet</u>	4368				12	Tuntia
01 Alusta						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista renkaiden kunto ja paineet	50				5	Sähkö /h
Silmämääräinen tarkastus	50				28	Sähkö /h
Automaatti rasvarin täyttö sekä puomien öljyäminen	50				45	Sähkö /h

Liite 2. 2(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista astimien hammastusten kunto, portaiden yleiskunto sekä portaan kiinnitys	50				16	Sähkö /h
Tarkista keventimillä varustettujen luukkujen kunto ja kiinnitys.	20				16	Sähkö /h
Tarkasta tukijalkojen lätkien kiinnitys	50				5	Sähkö /h
Tarkista ohjaus sylinterin tappien kiinnitys	20				40	Sähkö /h
Käsirasvarin rasvan määrän tarkistus	70				5	Sähkö /h
Ovien tiivisteiden tarkastus/vaihto	70	5112 3132 57 / 652607			10	Sähkö /h
02 Hjab						
		Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto
Tarkista hjab puomin kulutuspalat	50				15	Sähkö /h
Tarkasta leikkurin terä	20				10	Sähkö /h

Liite 2. 3(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista puomin vauriot ja vuodot	20				15	Sähkö / h
Tarkista rasvaletkut ja rasvaa puomi	50				10	Sähkö / h
Syöttörullien tarkastus	70				30	Sähkö / h
02 Puomi / syöttölaite						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista syöttölaitteen liukukiskot ja liukupalat	20				10	Sähkö / h
Tarkista puomin vauriot ja vuodot	20				15	Sähkö / h
Tarkista Poratuki	20				15	Sähkö / h
Tarkista puskurit	20				5	Sähkö / h
Liukukiskojen ja liukupalojen vaihto tarvittaessa.	100	3128 0034 01 / 613312 & 3128 3043 55 / 613311			150	Sähkö / h
Tarkista teleskooppilaakeroinnin kuluminen	250				32	Sähkö / h
Tarkista puomiston rasvausletkut	50				15	Sähkö / h
Tarkista laakerointikohtien kuluminen	250				27	Sähkö / h

Liite 2. 4(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

03 Vasarat						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista sivupulttien kireys (300Nm) momenttiavaimella ja kiristä tarvittaessa	50				10	Sähkö / h
Vaihda vaihdelaatikkorasvat	20				20	Sähkö / h
Tarkista paineakkujen paineet	20				30	Sähkö / h
Tarkista vasaroiden kiinnitys	20				15	Sähkö / h
Tarkista vasaroiden letkut	20				10	Sähkö / h
04 Kompressorit						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Vaihda varoventtiilit.	500	0830 1007 76/ 613449 X 2			40	Sähkö / h
Puhdista suodatinkotelo	500				15	Sähkö / h
Tarkista öljyn pinta, lisää tarvittaessa	50				5	Sähkö / h
Tarkista ilmanpuhdistaja vaihda tarvittaessa.	50	1619 6220 00/613398			30	Sähkö / h

Liite 2. 5(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Vaihda kompressorin öljynsuodatin ja öljyt.	250	3216 9214 04/613399			120	Sähkö /h
Tarkista letkut ja liitokset	250				30	Sähkö /h
Tarkista lämpötilavahti	1000				5	Sähkö /h
Vaihda ilmasäiliön erotinelementti.	1000	2901 0523 00/613524			133	Sähkö /h
Tarkista sähköliitimet	1000		X		25	Sähkö /h
Poista kondenssivesi säiliöstä	50				2	Sähkö /h
05 Kelat						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista vesi ja hydraulikka liitokset	50				15	Sähkö /h
Vaihteiden öljynvaihto	500				45	Sähkö /h
Säädä liukukytkin	500				25	Diesel /h
Tarkista käyttöketjun kireys	500				10	Sähkö /h
Tarkista kollektorin liitokset ja puhtaus Sähkömies suorittaa	500		X		112	Sähkö /h
06 Valot						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	

Liite 2. 6(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista työvalot	50				5	Sähkö / h
Tarkista ajovalot	50				5	Sähkö / h
07 Moottori						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Vaihda moniurahihna	350	5112 3217 78 / 668268	●		60	Diesel / h
Moottoriöljyn tarkastus ja lisäys tarvittaessa	100				10	Diesel / h
Tarkista jäähdytin ja puhdista tarvittaessa	100				64	Diesel / h
Tarkista/vaihda ilmansuodatin	50	3222 1881 42 / 665654			30	Diesel / h
Tarkista/vaihda pölyventtiili	70				2	Diesel / h
Jäähdytysnesteen määrän tarkastus	70				15	Diesel / h
Kiilaremmien tarkistus ja vaihda tarvittaessa	70		●		5	Diesel / h
Tyhjennä kondenssivesi polttoainesäiliöstä	500				10	Diesel / h
Tarkista moottorin ripustus	500				15	Diesel / h

Liite 2. 7(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Vaihda öljynsuodatin ja moottoriöljy	200				60	Diesel / h
Tarkista hehkutulpat ja vaihda tarvittaessa	1000				0	Diesel / h
Tarkista letkut ja liittimet	500		●		60	Diesel / h
Vaihda polttoainesuodatin ja polttoaine esisuodatin	1000	6060 0056 94 / 682632 & 6060 0056 93 / 682633			30	Diesel / h
Tarkista venttiilien välykset säädä tarvittaessa	1500				480	Diesel / h
08 Vaihteisto						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Etu/takakardaani ristikko voitelu ja laipan pulttien kireyden tarkastus.	50		●		30	Diesel / h
Tarkista vaihteiston öljytaso	250				45	Diesel / h
Tarkista perän öljyntaso	250		●		30	Diesel / h
Tarkista napavaihteiden öljyntaso	250				15	Diesel / h

Liite 2. 8(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista pyöränmutterien kiristysmomentti	250				45	Diesel / h
Tarkista nivelristikon letkut ja nipat/lisää rasvaa	250				30	Diesel / h
Vaihda öljy ja öljynsuodatin (20l)	500	5537 7116 00 (5112 3137 91) / 666052		●	60	Diesel / h
Tarkista niveltapin kuluminen ja vaihda tarvittaessa	2000				5	Diesel / h
Vaihda perän öljyt	500				60	Diesel / h
Vaihda napavaihteiston öljyt	500				60	Diesel / h
09 Jarrut						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista ajojarrun ja pysäköintijarrujen toiminta ja säädä tarvittaessa	70				30	Sähkö / h
Tarkista jarrupaine ja säädä tarvittaessa	70				30	Sähkö / h

Liite 2. 9(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista <u>jarrupinnoitteiden</u> kuluminen ja vaihda tarvittaessa	1000				10	Diesel /h
10 Hydraulikka järjestelmä						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Erota vesi öljystä (iso vedenerotin)	50				5	Sähkö /h
Vaihda vedenerottimen suodatinpanos	500				45	Sähkö /h
<u>Baumannin</u> huuhtelu	1000				79	Sähkö /h
Tarkista hydraulikkaöljyn taso	50				5	Sähkö /h
Tarkista vuodot	50				30	Sähkö /h
Vaihda hydraulikkaöljyt	1000				47	Sähkö /h
Tarkista <u>huuhotus-suodatin</u> ja vaihda tarvittaessa	250	8231 0854 19/613434			20	Sähkö /h
Vaihda paluuöljysuodatin	500	8231 1018 04/613400 6kpl			45	Sähkö /h
11 Muut tarkastuskohteet 1						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	

Liite 2. 10(14)Esimerkki huoltolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista vaijerikelaimen kartion kireys (uusi malli)	50				10	Sähkö /h
Tarkista automaattiporaus huomiovalojen toiminta	50				15	Sähkö /h
Tarkista/vaihto kaasu ja happi letkunkela ja venttiili	50				30	Sähkö /h
Niskavoiteluöljyn ja muottiöljyastian täyttäminen	50				15	Sähkö /h
Tuulilasipesujärjestelmän kunnon tarkistus ja nesteen täyttö	50				45	Sähkö /h
Huolla vesijärjestelmä	50				30	Sähkö /h
Suorita hätäseis testi	50				10	Sähkö /h
Tarkista kilvet ja rasvaa sähkömoottori	1000				15	Sähkö /h

Liite 2. 11(14) Esimerkkihuoltolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

12 Sähkö	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Syöttökaapelin ja kaapelikelan rajakytkimen tarkistus	250		X		60	Sähkö / h
TESTAA PÄÄKYTKIMEN TOIMINTA	20		X		2	Diesel / h
Sähkökeskuksen silmämääräinen tarkastus ja sammutinpatruunan, sinettien ja pyroteknisen sytyttimen tarkastus	50		X		5	Sähkö / h
Pääkytkimen ja syöttökiskon pulttien kireyden tarkastus	100		X		14	Sähkö / h
Häntäkaapelin eristysvastusmittaus, mittauksesta tuotetaan mittauspöytäkirja arkistoitavaksi.	500		X		5	Sähkö / h

Liite 2. 12(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Vikavirtasuojien mekaaninen ja sähköinen testaus	500		X		5	Sähkö / h
PC4 pistokkeen liittimien kireyden ja kunnan tarkastus	50		X		5	Sähkö / h
Sähkömoottorin puhdistus	250		X		30	Sähkö / h
Kaapelivetosukan tarkastus ja tarkasta että kaapelinvaroitustolppa on koneessa mukana	50		X		2	Sähkö / h
Puhdista ja voitele akkujen navat	100		X		12	Diesel / h
12 Tangonkäsittelyvarustus						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista puristusleukojen kuluminen	50				30	Sähkö / h
Tarkista <u>kängen käsittelyjärjestelmä</u>	50				60	Sähkö / h
Tarkista Tartuntavarret/porauskeskiö	50				30	Sähkö / h
13 Ilmastointi						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	

Liite 2. 13(14) Esimerkkihautolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Tarkista lauhdutinelementti	100				8	Sähkö / h
Vaihda raitisilmasuodatin	70	3222 3317 72 / 682905			45	Sähkö / h
Tarkista kompressori kiinnike	100				7	Sähkö / h
Tarkista lämmityslaitteen liitinjohdin ja maakosketus	100		X		20	Sähkö / h
14 Muut tarkastuskohteet 2						
	Periodi	Sap/varaosanumero	Sähkötyö	Monttu	Työnkesto	
Tarkista automaatti voitelu sekoittimen tiivisteelle ja laakerille	50				10	Sähkö / h
Poista kuivunut sementti betonisäilön sisältä	50				30	Sähkö / h
Sementtiruuvien voitelu (2 puristusta)	50				5	Sähkö / h
Rasvaa vaijerikelan noston nipat	50				5	Sähkö / h
Rasvaa sementtipumpun akseli	50				5	Sähkö / h

Liite 2. 14(14) Esimerkkihoidtolista Cabletec 3 päivityksen jälkeen

Rasvaa vajerikasetin akseli	50				5	Sähkö / h
Rasvaa pikatyhjennysluukun sylinteri	50				5	Sähkö / h
Puhdista sementintäyttö luukku	50				10	Sähkö / h
Tarkista pölynimurin ja sumujärjestelmän toiminta	50				15	Sähkö / h
Tarkista keskusvoitelun letkut ja nipat	70				120	Sähkö / h
Voitele sementtiletkekulan pyörivä tiiviste	50				5	Sähkö / h