

Janne Riola

Murskauksen tutkiminen ja työajanseuranta

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri AMK
Rakennustekniikka
Insinöörityö
23.4.2012

Alkusanat

Aluksi haluan kiittää Lemminkäinen Infra Oy:tä mahdollisuudesta tehdä insinööriyö yritykselle. Aihevalinta oli erittäin kiinnostava, työ on ollut haastava ja tutkimustuloksia tullaan varmasti tarvitsemaan todellisissa työtilanteissa, joka kasvattaa työn tärkeyttä. Suuri kiitos insinööriyön ohjaajille hallintopäällikkö Jarmo Forssténille, laatupäällikkö Erika Holmbergille sekä kunnossapitopäällikkö Joni Kokolle, heidän ohjaus ja apu ovat olleet moitteetonta ja ammattitaitoista. Kiitos myös Metropolia Ammattikorkeakoululle ammattitaitoisesta työn ohjauksesta ja positiivisesta asenteesta työhön.

Helsingissä 23.4.2012

Janne Riola

Tekijä(t) Otsikko	Janne Riola Murskauksen tutkiminen ja työajanseuranta
Sivumäärä Aika	41 sivua + 1 liite 23.4.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	hallintopäällikkö Jarmo Forsstén lehtori Jari-Pekka Mustonen
<p>Tässä insinöörityössä tarkastellaan Lemminkäinen Infra Oy Kiviainestoiminnan murskausta toteutuneiden työmaiden osalta vuosilta 2007 – 2011 Kivipiha-järjestelmän tietojen perusteella. Tarkasteluun valittiin hyvän vertailun aikaansaamiseksi kymmenen murskauslaitosta, joista viisi oli track-tyyppisiä ja viisi pyöräalustaisia. Työn toisessa osiossa tutkittiin työmaapäälliköiden työajan käyttöä kyselylomakkeiden avulla. Työmaapäälliköt valittiin työajanseurantaan samoilta murskauslaitoksilta, joista Kivipiha-tutkimus tehtiin.</p> <p>Tavoitteina oli löytää tuotannosta ongelmakohtia, jotka aiheuttavat merkittäviä katkoksia tuotantoon. Työajan seurannan tavoitteena oli tarkastella työmaapäälliköiden työpäivien pituuksia ja eri työtehtäviin kuluvaa aikaa ja verrata niitä keskenään eri laitostyyppien kesken.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla ja jäsentelemällä Kivipihan tietoja. Lähtötietona oli 1880 sivua PDF-muotoista tilastoa murskaustyömaiden toteutumisista ja työn kulusta. Tiedot saatiin jäsenneiltyä Excel-taulukkolaskennan avulla helposti luettaviksi kaavioiksi, joiden perusteella tehtiin johtopäätöksiä ja mietittiin työtapojen parannusehdotuksia. Merkittäviä tuloksia olivat ylisuurien, kiven loppumisen ja lajitteen vaihtoon kulutetut työajat. Näitä toimia kehittämällä saadaan aikaan satojen tuhansien eurojen lisätuotto vuosittain koko kiviainestoiminnalle.</p> <p>Työajanseurantatutkimus aloitettiin luomalla kyselyyn sopiva helposti täytettävä lomake. Seuranta-ajaksi valittiin kaksi viikkoa palkkakausien aiheuttaman jaksottuneisuuden vuoksi. Tiedot kerättiin yhteen Excel-taulukkoon, jonka avulla laskettiin eri työtehtäviin kulunut aika. Tietojen perusteella voitiin todeta, että track-tyyppisellä murskauslaitoksella työmaapäällikön keskimääräinen työpäivä on yli kaksi tuntia pidempi kuin pyöräalustaisilla laitoksilla. Suurimmalta osin ero selittyy työmaapäälliköiden osallistumisella laitoksen huoltotoimenpiteisiin.</p>	
Avainsanat	murskaus, työajanseuranta, tehostaminen

Author(s) Title	Janne Riola Research of mineral crushing and working hours monitoring
Number of Pages Date	41 pages + 1 appendices 23 April 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction Engineering
Specialisation option	Civil Engineering
Instructor(s)	Jarmo Forsstén, Administrative Manager Jari-Pekka Mustonen, Principal Lecturer
<p>This thesis is going to examine Lemminkäinen Infra Oy Company's mineral aggregate from work sites completed in 2007-2011 using information gathered from Kivipiha-system. There were ten different crushing plants picked for this research – five track-mounted crushing plants and five wheeled mobile crushing plants – five each to get good and efficient comparison. In the second part of the thesis crushing site supervisors' use of working hours was examined. The examination was made by using question forms. Supervisors were picked from same the crushing plants where the Kivipiha research was made.</p> <p>The objective was to point out problem issues which cause notable interruptions on production. The goal of monitoring working hours was to survey workday lengths of the crushing site supervisors and the time they used on different working tasks and also to compare these matters within different plant types.</p> <p>The research started by investigating and analyzing information gathered from Kivipiha-system. The source material was 1880 pages of PDF-format statistics about work done on crushing plants. The material was summarized with Excel worksheet to a more readable format to analyze in order to make conclusions and find out ways to develop working habits. Notable results were the time wasted on over-sized rocks, on running out of rocks and changing of fractions. By developing these issues a company could make annual savings of hundreds of thousand of euros for the whole mineral aggregate section.</p> <p>The research on monitoring working hours started by creating an appropriate and easily fillable question form. The monitoring period was two weeks. The period was selected in because of deferred salary periods. The material was gathered to one Excel file so it was possible to count how much time was used for different working tasks. Based on this information it could be noticed that the daily working hours of supervisors were more than two hours longer at track-mounted crushing plants than wheeled mobile crushing plants. Most of the difference can be explained by the supervisors' involvement in the maintenance work at the plant.</p>	
Keywords	crushing, working hours monitoring, intensification

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Sanasto

1	Johdanto	1
2	Pohjatietoa kiviainesten murskauksesta	2
2.1	Kiviainesten murskaus yleisesti	2
2.2	Yleisiä murskauslaitoskoonpanoja	3
2.2.1	Syöttö ja esimurskaus	5
2.2.2	Välimurskaus	6
2.2.3	Jälkimurskaus ja seulonta	7
2.2.4	Varastointi	8
2.3	Työmaapäällikön tehtävät	9
2.3.1	Työmaan aikataulun suunnittelu	9
2.3.2	Laitoksen siirto ja kuljetukset	10
2.3.3	Työturvallisuuden valvonta	10
2.3.4	Laadunvalvonta	11
2.3.5	Kustannustarkkailu	12
2.3.6	Huollot, korjaukset ja ongelmatilanteisiin varautuminen	13
2.3.7	CE-merkintä	14
2.3.8	Laaturaportointi	15
2.3.9	Muita työmaapäällikön tehtäviä	16
3	Työajan käytön tutkimus Kivipiha-järjestelmän perusteella	17
3.1	Tietojen hankkiminen	17
3.2	Datan käsittely	17
3.3	Tulosten analysointi	18
3.3.1	Kaivinkoneesta johtuvien taukojen osuus merkeittäin	19
3.3.2	Pyöräkuormaajasta johtuvien taukojen osuus merkeittäin	20
3.3.3	Aggregaateista johtuvien taukojen osuus merkeittäin	21
3.3.4	Esimurskasta johtuvien taukojen osuus merkeittäin	22
3.3.5	Väli- ja jälkimurskasta johtuvien taukojen osuus merkeittäin	23
3.3.6	Seulontayksiköstä johtuvien taukojen osuus merkeittäin	24
3.3.7	Pienkoneista johtuvien taukojen osuus murskauslaitoksittain	25

3.3.8	Taukojen suhteellinen osuus työtunneista laitoskohtaisesti	26
3.3.9	Tauot konetyypeittäin	27
3.3.10	Lajikkeen vaihtoon käytetty työaika laitoksittain	28
3.3.11	Kivipulaan kulunut työaika laitoksittain summattuna	29
3.3.12	Ylisuuriin kulunut työaika laitoksittain summattuna	30
3.3.13	Omien koneiden korjaukseen kulunut työaika laitoksittain	31
3.3.14	Muut-syyllä kulutettu työaika laitoksittain	32
3.3.15	Sora-, asfaltti- ja kalliomurskeen vertailu tehoittain	33
3.4	Oma arvio kehitystarpeista	34
4	Työmaapäälliköiden työajanseurantakysely	35
4.1	Työajanseuranta kyselyn lähtökohdat	35
4.2	Kyselylomakkeen luonti	35
4.3	Tulosten kokoaminen, esittäminen ja analysointi	36
4.4	Oma mielipide ongelmallisiksi todetuista tehtävistä ja kehitysideoita	39
5	Yhteenveto	40
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Työmaapäälliköiden eri työtehtäviin käytetyn ajan tutkimus	

Sanasto

CAT	Caterpillar, maanrakennuskoneita ja teollisuusmoottoreita valmistava merkki.
Excel taulukon solu	jokaista Excel-taulukon pikku laatikkoa kutsutaan soluksi. Näihin soluihin voit kirjoittaa tekstiä, eri tavoin muotoiltuja numeroita ja kaavoja.
PDF	<i>(Portable Document Format)</i> , tiedostomuoto, joka soveltuu valmiiden julkaisujen siirtämiseen tietojärjestelmistä toiseen.
Pivot kaavio	pikalajittelu kaavio, jossa lähtötiedoista valitaan tietty alkio kaavion vertailukohdaksi.
Pivot taulukko	pikalajittelu taulukko, jossa lähtötiedoista valitaan tietty alkio taulukon vertailukohdaksi.
Pyöräalustainen-laitos	pyörillä varustettuun runkoon rakennettu murskauslaitos, jota siirretään yleisillä teillä kuorma-autolla hinaamalla.
Track-laitos	teloilla varustettuun runkoon rakennettu murskauslaitos, jota siirretään yleisillä teillä lavetilla.
Ylisuuri	kivi, joka on kooltaan liian suuri mahtuakseen murskaimeen tukkimatta linjastoa.

1 Johdanto

Lemminkäinen Infra Oy Kiviainestoiminta harjoittaa kiviainesten murskausta. Murskauslaitosten tuotantotehokkuuteen on toivottu yksikön johdon puolesta parannusta kovan kilpailutilanteen ja epävakaiden talousnäkyvien johdosta.

Kaluston tehokasta käyttöä on parannettu laitevalmistajien koulutuksilla. Työmaapäälliköiden työnkuvaa on pyritty viemään työnjohtopainotteisemmaksi muun muassa työn dokumentointia selkeyttämällä, yksinkertaistamalla ja ohjeistusta parantamalla.

Tässä insinööriyössä tutkitaan murskauslaitosten tuotannon aikaisten ylimääräisten taukojen vaikutusta tehokkaaseen työaikaan Lemminkäisen oman dokumentointijärjestelmän pohjalta, toteutuneiden työmaiden osalta. Insinööriyössä tutkitaan myös murskauslaitosten työmaapäälliköiden työajan käyttöä kymmenen työpäivän ajalta kyselylomaketta apuna käyttäen. Tutkimuksen pääpaino on tuotannon aikaisten taukojen tutkimisella.

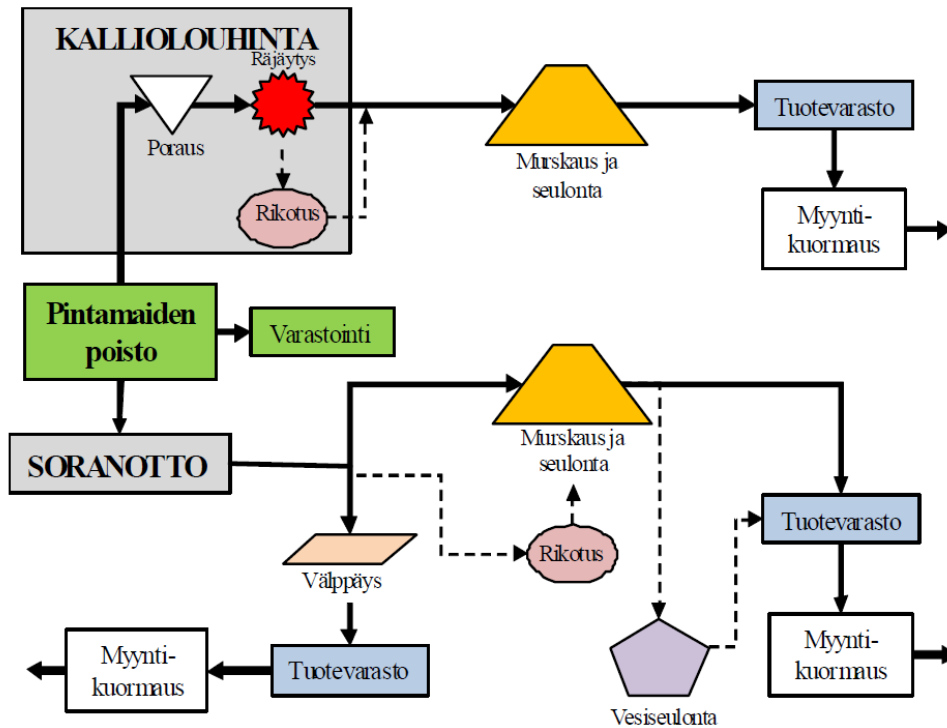
2 Pohjatietoa kiviainesten murskauksesta

2.1 Kiviainesten murskaus yleisesti

Murskauksella tarkoitetaan kiviaineksen jalostamista. Murskaukseen käytettävä kiviaines arvioidaan murskattavuudella. Kiviaineksen tärkeimmät ominaisuudet murskattavuuden suhteen ovat lujuus ja kulutuksenkestävyys. Kiviaineksen murskattavuuteen vaikuttavat geometriset ominaisuudet ovat rakeisuus, hienoainespitoisuus, kiviaineksen muoto sekä rakeiden osuus. [5, s.38; 4, s.140.]

Murskattava kiviaines räjäytetään irti kallioperästä. Jotta kiviaines mahtuu murskaimeen, joudutaan usein räjäyttämällä saatuja kivilohkareita pienentämään iskuvasaralla. Harvoin kiviaines jää kuitenkaan niin suureksi, että lohkaräjäytettäisiin uudestaan. Saatu kiviaines siirretään murskattavaksi kaivinkoneella, pyöräkuormaajalla tai kuorma-autolla. Varsinainen kiviaineksen murskaus suoritetaan koneilla, joissa kivi joutuu puristuksien, iskujen tai hionnan kohteeksi. Erilaisissa leukamurskaintyypeissä kuten myös kara- ja kartiomurskaimissa, kiviainesta puristellaan. Iskumurskaimissa kiveä isketään. [3, s. 104.]

Murskattava kiviaines on usein tilattu tiettyyn tarkoitukseen ja kiviaineksen tärkein lajitelumääre on raekoko, jota säädellään murskeiden seulonnalla. Seulonnassa ylisuuret kivet päätyvät uudelleen murskausprosessiin, josta valmiit murskeet varastoidaan useimmiten varastokasoihin tai siloihin ja toisinaan suoraan kuorma-autoon, josta tuotteet kuljetetaan suoraan käyttöön. [3, s.123.]



Kuvio 1. Kiviainestuotannon tuotantoprosessi

2.2 Yleisiä murskauslaitoskoonpanoja

Lähtökohtana pidetään, että tuotantomäärältä pienet ja ajaltaan lyhyet työt toteutetaan track-tyyppisellä murskauslaitoksella, jolloin laitoksen siirto ja kuljetus on kustannustehokasta ja nopeaa. Yleisin pienimuotoisissa töissä käytetty track-kokoonpano koostuu yhdestä syöttävästä kuokkakauhakaivinkoneesta, kitatyyppisestä esimurskasta, seulalla varustetusta kartiojälkimurskasta ja varastointia hoitavasta pyöräkuormaajasta. Tällä kokoonpanolla pystytään valmistamaan kaikki yleisimmät murskelajitteet tierakenteisiin ja kunnossapitoon. Kokoonpanon tehoa pystytään merkittävästi nostamaan sijoittamalla esi- ja jälkimurskan väliin välimurskainyksikkö, joka on varustettu kartiomurskaimella.



Kuvio 2. Track-laitos, jossa kitatyypinen esimurskain ja seulallinen kartiojälkimurskain

Erikoisia lajitteita ja suurempia määriä murskattaessa useimmiten otetaan käyttöön pyöräalustainen murskauslaitos. Pyöräalustainen laitos koostuu useimmiten murskaa syöttävästä pyöräkuormaajasta, kitatyypisestä esimurskasta, välipällisestä kartiovälimurskasta, seulalla varustetusta kartiojälkimurskasta sekä lastausta ja varastointia hoitavasta pyöräkuormaajasta ja kuorma-autoista. Pyöräalustaisia laitoksia pystytään varustamaan lisäksi lisäseuloilla, keskipakomurskaimilla, pesuseulontalaitteilla. Linjasto voidaan myös tuplata, jolloin esimurskan tai välimurskan jälkeen linjasto jaetaan kahteen tai useampaan linjaan, jolloin samaan aikaan tehtävien lajikkeiden määrää pystytään kasvattamaan, murskaustehoa nostamaan ja laitoksen toimintavarmuutta parantamaan.



Kuvio 3. Pyöräalustainen laitos jossa kitatyypinen esimurskain, välpätön kartiovälimurskain, yksitasoinen seulayksikkö, kartiojälkimurskain ja kaksitasoinen jakoseulasto

2.2.1 Syöttö ja esimurskaus

Syöttövaiheessa louhe siirretään esimurskaimeen. Jos kyseessä on track-murskain, syöttöön käytetään useimmiten tela-alustaista kaivinkonetta. Pyöräalustaisiin laitoksiin louheen syöttäminen voidaan suorittaa olosuhteista riippuen pyöräkuormaajalla, kuorma-autolla, dumperilla tai louheautolla.



Kuvio 4. Tela-alustainen kaivinkone syöttämässä track-murskaa



Kuvio 5. Pyöräkuormaaja syöttämässä pyöräalustaista murskaa

Esimurskausvaiheessa murskaimessa oleva tärysyötin erottelee louheesta hienoaineksen (raekoko n. 0-100 mm) ja siirtää sen suoraan murskaimen ohi seuraavaan murskainvaiheeseen. Erottelu tapahtuu syöttimen pohjaan sijoitetulla välpästöllä. Suuremmat lohkariekat siirtyvät esimurskaimen kitaan, jossa ne murskautuvat laattamaisiksi, lopputuotteesta ja murskaimen koosta riippuen, 0-150 – 0-350 mm murskeeksi.

2.2.2 Välimurskaus

Välimurskauksen alussa esimurskauksesta saatu raaka-aineesta usein erotellaan välpästöllä, jossa n. 0-50 mm raekoon kiviaines siirretään suoraan seuraavaan vaiheeseen ja yli 50 mm kiviaines siirretään välimurskaimeen. Välimurskauksessa kartiomurskaimen murskaaman kiven muoto on huomattavasti pyöreämpi kuin esimurskalta tullut murske. Välimurskain säädetään yleensä murskaamaan kiviaines n. 1,5-2 kertaa suuremmaksi kuin koko prosessin haluttu lopputuote. Joskus murskausprosessissa ei käytetä ollenkaan välimurskainta, jolloin lopputuotteen muotoarvo muuttuu helposti pitkulaisemmaksi ja esimerkiksi raideseppelin teko vaikeutuu huomattavasti. Usein juuri raideseppiä tehtäessä valitaan työhön juuri välimurskaimella varustettu murskauslaitos.

2.2.3 Jälkimurskaus ja seulonta

Jälkimurskaus ja seulonta suoritetaan usein yhdessä yksikössä, mutta suurissa laitoksissa voidaan käyttää myös erillisiä yksiköitä. Jälkimurskaus vaiheessa esi- tai välimurskalta tuleva kiviaines siirretään suoraan seulalle, jonka ylijäämäkivi johdetaan jälkimurskaimeen, eli jälkimurskaimeen ei syötetä yhtään tavoitellun maksimi raekoon alitavaa kiviainesta. Jälkimurskaimessa kiviaines murskataan useimmiten hieman alle lopputuotteen halutun maksimiraekoon, esimerkiksi KaM 0-16 lopputuotteella jälkimurskalta tuleva kiviaines on n. 10-14 m kokoista. Jälkimurskattu kiviaines siirretään takaisin esi- tai välimurskalta tulevaan kiviainevirtaan sekoittuen hyvin muuhun kiviainekseen ennen seulontaa, jolloin saadaan tasalaatuinen lopputuote. Käytettäessä kartiotyypistä jälkimurskainta lopputuotteen raemuoto on hyvin kulmikas ja joukossa on myös hieman pitkulaisia kiviä, jotka eivät sovellu hyvin esimerkiksi asfaltin raaka-aineeksi.



Kuvio 6. Track-mallinen jälkimurskain varustettuna kaksitasoseulalla

Seulonnassa esi- tai välimurskalta ja näiden mahdollisten välppien läpi tulleesta kiviaineksesta seulotaan pois haluttua maksimiraekokoa ylittävät kivet, jotka siirtyvät edellä mainitulla tavalla prosessissa eteenpäin. Valmistettaessa yhtä ns. nollapohjaista lajitetta siirretään seulan läpäissyt kiviaines purkukuljettimella silloon tai kasaan, josta valmis murske varastoidaan pyöräkuormaajalla ja/tai kuorma-autolla.

Valmistettaessa katkaistuja lajitteita käytetään seulassa kahta tai useampaa seulontatasoa. Ylimmän seulatason läpäissyt kiviaines seulotaan uudestaan pienemmällä silmäkokoalla varustetulla seulalla, jolloin seulontatasojen väliin jäänyt kiviaines johdetaan erilliseen silloon tai kasaan. Alimman seulatason läpäissyt kiviaines on ainut nollapohjainen lajite, jota saadaan valmistettua yhdellä murskauslinjastolla varustetulla laitoksella. Seulan tasomäärästä riippuen voidaan valmistaa kuitenkin useampaa katkaistua lajitetta kerralla. Hyvin yleinen kolmella seulatasolla tehty yhdistelmä on KaM 0/3/8/16 eli KaM 0-3 (kivituhka), KaM 3-8 (hiekoitussepele) ja KaM 8-16 (salaojasepele). Seulojen silmäkoko valitaan halutun raekoon, louheen koostumuksen ja kosteuden sekä murskauslaitoksen ominaisuuksien mukaan. Käytännön nyrkkisääntönä pidetään ajatusta, että kerrotaan seulan läpäisevän kivrakeen halkaisija 1,25 kertoimella, jolloin saadaan seulan silmäkoko.



Kuvio 7. Erilliseen vaunuyksikköön sijoitettu pyöräalustainen jälkimurskain

2.2.4 Varastointi

Murskeiden varastointi käsittää lopputuotteen siirron murskalta varastointikentälle. Varastointi suoritetaan useimmiten pyöräkuormaajalla kantamalla. Jos kuljetusmatka kuitenkin kasvaa suureksi, esimerkiksi yli 300 m, otetaan varastoinnin avuksi kuorma-auto. Pyöräkuormaaja on varastoinnissa hyväksi todettu kone, koska se pystyy itse ottamaan murskeen kasasta, kuljettamaan sen ja tasaamaan varastokasan.

2.3 Työmaapäällikön tehtävät

Murskaustyömaalla työmaapäällikön tehtävät koostuvat hyvin monesta asiasta. Tässä luvussa käsitellään työmaapäällikön tärkeimmät ja yleisimmät tehtävät, jotka ovat välttämättömiä murskauslaitoksen jatkuvan toiminnan kannalta. Tehtävät on kuvattu omien kokemusten ja Lemminkäinen Infra Oy:n periaatteiden pohjalta.

2.3.1 Työmaan aikataulun suunnittelu

Aikataulusuunnittelu on prosessi, joka alkaa hankesuunnitteluvaiheessa tilaajan alustavan aikataulun laatimisesta, ja tarkentuu hankkeen edetessä ajallisesti ja työsisällöisesti tarkasti määriteltyiksi tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Aikataulusuunnittelussa korkeamman tason suunnitelmat määrittelevät tarkemman tason tavoitteet.



Kuvio 8. Kalenteri on tärkeä apuväline aikataulua suunniteltaessa

Koko murskaustyömaan ja yksittäisen tehtävien ohjauksen kannalta on olennaista, että laaditut aikataulut ovat toteutuskelpoisia, eli perustuvat työkohteen ominaisuuksia vastaavaan työmenekkilaskentaan ja resurssisuunnitteluun. Yleisaikataulu luo raamit, mutta lajitekohtaisesti laaditut aikataulut ovat työmaanohjauksen perusta. Yleistason tavoitteet kirkastuvat ja työmaalle suunnitellaan keinot tavoitteiden saavuttamiseksi. Tar-

kentuvalla aikataulusuunnittelulla varmistetaan hankkeen tavoitteiden saavuttaminen. Laadittujen aikataulujen avulla havaitaan tuotannon aikataulupoikkeamat ja ohjataan tuotantoa siten, että ajalliset tavoitteet saavutetaan. Rakennusvaihe aikataulua tarkentavaa suunnittelua tehdään tehtäväsuunnittelun ja viikkosuunnittelun keinoin.

Viikkosuunnittelun ja työnjärjestelyn tarkoituksena on suunnitelmien täydentäminen ja tarkentaminen rakentamisen sen hetkisen tilanteen ja olosuhteiden mukaiseksi. Työnjärjestelyllä luodaan edellytykset työn käynnistämiseksi ennen työn aloitusta, pidetään yllä toimintaedellytyksiä itse työn aikana sekä ennakoidaan ja poistetaan häiriöitä.

[1.]

2.3.2 Laitoksen siirto ja kuljetukset

Murskauslaitoksen siirto saattaa laitoksen tyypistä, kokoluokasta, siirtomatkasta ja käytettävästä siirtokalustosta riippuen kestää muutamista tunneista jopa viikkoon. Siirron suunnittelu ja aikataulutus on hyvin tärkeässä osassa työn kannattavuuden kannalta.

Siirtojen suunnittelu on lähes yksinomaan työmaapäällikön tehtävä. Useimmiten annetaan päivä, johon mennessä edellinen työmaa pitää viimeistään lopettaa ja päivä, jolloin uudella työmaalla on jo oltava tuotanto käynnissä. Suunnittelu ja kuljetustilaukset on suoritettava hyvissä ajoin, koska erikoiskaluston saatavuus voi olla ongelmallista. Laitteet tarvitsevat myös usein poliisin myöntämät kuljetusluvut korkeus-, leveys-, pituus- ja painorajojen ylityksen takia, lupien hakemiseen ja myöntämiseen kuluu myös oma aikansa.

2.3.3 Työturvallisuuden valvonta

Murskauslaitokset ovat riskialttiita työpaikkoja, kuten muutkin maanrakennusalan työpaikat. Vaaroja aiheuttavat muun muassa sortumat, koneiden liikkuvat osat ja räjäytykset. Tämän vuoksi työturvallisuudesta huolehtiminen on oleellinen osa murskaus-toimintaa. Yksi tärkeimmistä työmaapäällikön työnjohtotehtävistä on työturvallisuuden valvonta.

Työturvallisuus on työpaikan turvallisuuden hallintaa. Turvallinen työskentely on suunnitelmallista ja perustuu ennakolta hyviksi todettuihin käytäntöihin. Keskeistä työturvallisuudessa on riskienhallinta. Jokaisen työntekijän ammattitaitoon kuuluu, että tuntee työnsä vaarat ja haitat ja osaa edistää työturvallisuutta. Tapaturmien ja läheltä piti - tilanteiden tutkinta ja dokumentointi on avainasemassa työturvallisuuden kehittämisessä. Murskauksen työturvallisuutta mitataan erityisesti siihen tarkoitetulla murskamittarilla, joka on kehitetty MVR-mittarin pohjalta. Murskamittarin käyttö parantaa murskauslaitosten työturvallisuutta ja todennäköisesti myös vähentää yritysten tapaturmakustannuksia. Ennaltaehkäisevään toimintaan panostetaan nykyään jatkuvalla valvonnalla ja koulutuksella, työmaan turvallisuutta tarkkaillaan. Murskamittaritarkastuskierroksia suoritetaan kerran viikossa. Murskamittari-tarkastuksen suorittavat vuorossa oleva työmaapäällikkö yhden tai useamman murskaamon työntekijän avustuksella.

[2.]

2.3.4 Laadunvalvonta

Kiviainesten soveltuvuus kuhunkin tarkoitukseen selvitetään erinäisillä testauksilla. Testit ovat EN-standardisoituja. Kiviaineksista testataan yleisiä, geometrisiä, mekaanisia ja fysikaalisia, lämpö-, rapautuvuus- ja kemiallisia ominaisuuksia.

Kiviaineksen tuotannonaikainen laadunvalvonta on aina kiviaineksen valmistajan vastuulla. Tuotannonaikainen laadunvalvonta sisältää myös kiviaineksen testausta, mutta on kuitenkin huomioitava, että jos tuotantoprosessissa tai raaka-aineessa tapahtuu tuotteen ominaisuuksiin merkittäviä muutoksia, tulee alkutestauksen testit tehdä uudestaan. Merkittävä muutos on esimerkiksi karkean kiven rakeisuusluokan tai lujuusluokan muutos.

Laadunvalvonnan suorittavat useimmiten Lemminkäisen kiviainestoiminnan omat laborantit. Omat laborantit pystyvät suorittamaan kaikki perustuotteiden päivittäiset laboratoriotestit siirrettävissä työmaalaboratorioissa. Useimmiten työmaapäällikkö osallistuu laadunvalvontaan ottamalla näytteet tuotannosta ja toimittamalla ne laboratorioon.

Erikoistapauksissa työmaapäällikön on pystyttävä myös suorittamaan kuiva- tai pesuseulontakoe omatoimisesti.

Erikoisemmat lajitteet vaativat poikkeuksetta erikoisempia laboratoriokokeita, joiden suorittamiseen tarvittavia työvälineitä työmaalaboratorioille ei ole järkevää hankkia. Näissä tapauksissa näytteet lähetetään Lemminkäisen keskuslaboratorioon tutkittaviksi. Lemminkäisen keskuslaboratorio on yksi kehittyneimmistä kiviaineslaboratorioista Suomessa.

2.3.5 Kustannustarkkailu

Kustannusten tarkkailulla havaitaan erot budjetin ja toteutuneiden kustannusten välillä ja varmistetaan myös, että työmaa pysyy kilpailukykyisenä. Kustannustarkkailu käsittää projektin kustannustehokkuuden mittaamisen, projektikustannusten kohdistamisen valvonnan sekä kustannusraportoinnin tuottamisen projektin ohjausryhmälle. Työn kustannustarkkailija on kiinnostunut pääosin kertyneistä kustannuksista ja kyseisellä työpanoksella saavutetuista työn etenemisestä. [6, s.38.]



Kuvio 9. Rahan vaikutus kovassa kilpailutilanteessa on erittäin merkittävä

Työmaan kustannustarkkailun painopiste on ennakoimisessa ja toimenpiteisiin ohjauksessa. Kustannustarkkailulla pyritään havainnoimaan ja korjaamaan virheet mahdoll-

lisimman ajoissa. Tästä syystä projektin kustannusraportoinnin ja valvonnan tulee olla säännöllistä, tuoretta tietoa sisältävää, kaikki kustannukset kattavaa ja ohjaavaa. Työmaapäällikön vastuulla on seurata kustannuksia ja raportoida niistä urakan suunnittelijalle. Työmaapäällikön tehtävänä on siis kustannustietojen ajantasainen kerääminen. [6, s.39.]

Kustannusten tarkkailu murskaustyömaalla koostuu tavoitteiden mukaisista lajitekohtaisista tonnimääristä ja niihin käytettävistä tunneista ja resursseista. Yleensä murskauslaitoksella suurin kertaluontoinen kustannus on kaluston siirto, jolloin työmaan kesto vaikuttaa paljolti lopputuotteen hintaan, joten myös kilpailutuskyky määräytyy keston mukaan. Työmaan kesto voi olla muutamasta päivästä jopa useaan vuoteen. Isoista kulutusosista aiheutuvia kustannuksia jaetaan tuleville työmaille, joka aiheuttaa toisaalta kustannusten seurannassa epätodellisen tilanteen, mikä kuvaa kuitenkin paremmin todellista tilannetta. Esimerkiksi leukamurskaimen leuat maksavat noin 10 000 euroa ja kestävät kahdesta kolmeen kuukautta, jolloin kustannus saatetaan jakaa jopa viidelle työmaalle.

2.3.6 Huollot, korjaukset ja ongelmatilanteisiin varautuminen

Koneiden rikkoutuminen on yleisin syy murskaustyön keskeytymiseen. Huoltotoimenpiteiden ennakointi on näin ollen ratkaisevassa asemassa aikataulussa pysymisen kannalta. Ongelmatilanteisiin varaudutaan usein suurella varaosakapasiteetilla. Varaosat ovat useimmiten hyvin kalliita ja yhden murskauslaitoksen varaosissa on kiinni hyvin suuri pääoma, summa voi nousta jopa 50 000 euroon asti. Työn keskeytyminen ja viivästyminen puuttuvan osan takia voi muuttaa koko työmaan peruuttamattomasti tappiolliseksi jo parissa päivässä, joten varaosavarasto saattaa maksaa itsensä hyvinkin nopeasti takaisin. Varastossa olevat varaosat ovat yleensä kokemukseräisesti valittuja, joten turhia tavaroita harvemmin varastoidaan.

Kulutusosat ovat hyvin kalliita, mutta saatavuus Suomessa pääosin on erittäin hyvä, joten niiden pitkäaikaista varastointia pyritään välttämään.

Seulaverkot ovat useimmiten vaihdettava kulutusosa ja tästä syystä pyritään pitämään kaikkia yleisten lajitteiden seulaverkkoja yhdet sarjat työmaalla varastossa. Erikoisten

lajitteiden seulaverkot tehdään aina mittatilaustyönä ja toimitusaika on näin ollen hieman pidempi kuin yleisimpien lajitteiden verkoilla. Tilaukset kannattaa tehdä mahdollisimman paljon etukäteen, tarviketoimittajien rajallisuuden ja pitkien kuljetusmatkojen takia. Erikoisverkkojen pidempiaikaista varastointia kuitenkin kannattaa välttää niiden vähäisen tarpeen takia, verkkoja harvemmin pystytään varastoimaan sisätiloissa, jolloin ulkoilman kosteus aiheuttaa seulaverkot pilaavaa korroosiota jo muutamassa kuukaudessa.

Määräaikaishuollot pyritään suorittamaan ympäristöluvan mukaisen murskausajan ulkopuolella jolloin itse tuotanto ei kärsi. Huollot pyritään porrastamaan niin, ettei kaikkien koneiden huoltoajankohta osu samalle päivälle, eli pyritään lähestulkoon jokaisen työpäivän päätteeksi tekemään pienimuotoista huoltoa pitkien ylitöiden välttämiseksi.

Useimmilla laitoksilla järjestetään 3-5 viikon välein yksi tai kaksi ns. huoltopäivää, jolloin ei suoriteta murskausta vaan keskitytään vain suuriin kulutusosien vaihto- ja huoltotoimenpiteisiin, joita ei kannata iltaisin tuotantoajan ulkopuolella tehdä. Huoltopäivinä käytetään myös mahdollisimman paljon alihankintaa. Alihankkijat on helppo saada varattua ennalta sovittuun huoltopäivään, näin ollen kahden päivän huoltotoimenpiteet saadaan parhaassa tapauksessa tehtyä yhdessä päivässä ja keritään jopa keskittymään mahdollisten tulevien vikojen ennaltaehkäisyyn.

2.3.7 CE-merkintä

Euroopan unionissa on yhteisesti jäsenmaiden keskuudessa sovittu määritellä rakennustuoteasetus rakennustuotteiden teknisille vaatimuksille. Rakennustuoteasetus astunut voimaan ja rakennustuotteiden on oltava CE-merkittyjä 1.7.2013.

Unionissa halutaan estää jäsenmaita luomasta rakennustuotteiden kaupalle teknisiä esteitä. Tavoitteena on tuotteiden vapaa liikkuvuus unionin sisällä, mikä johtaa selkeämpiin pelisääntöihin ja sitä kautta päätavoitteeseen eli hankintojen helpottaminen.

Asetukselle ei ole määritelty siirtymäaika, joten se astuu voimaan heti valmistuttuaan. Tästä syystä Suomessakin monet murskausyritykset ovat alkaneet soveltaa sitä jo etukäteen tuotannossaan.

Kiviainestuotteiden CE-merkintä vaatii valmistajalta vakuuden tuotteensa vaatimusten täytymisestä, joka taas vaatii tuotteen laadunvalvontaa standardien mukaisesti. Todistusten ja vakuutusten perusteella valmistajalla on oikeus kiinnittää tuotteeseensa CE-merkki. Valmistajan tulee pitää kirjaa kaikista CE-merkityistä tuotteista. CE-merkintä osoittaa siis, että kiviainestuotteen valmistuksessa on noudatettu standardin mukaista laadunvalvontamenettelyä.

Kiviaineksen varastoinnista, kuormauksesta ja kuljetuksesta pitää aina tehdä kirjalliset sopimukset. Kyseiset toiminnot eivät välttämättä kuulu CE-merkintään, vaan merkintä kohdistuu aina markkinoille saatettuun tuotteeseen. Murskauslaitoksen työmaapäällikkö on avainasemassa tarkkailemaan, että kaikki CE-merkintään vaadittavat kriteerit täyttyvät.



Kuvio 10. CE-merkinnän logo

2.3.8 Laaturaportointi

Laaturaportointi on hyvin tärkeää jatkoselvitysten kannalta. Muun muassa CE-merkintä velvoittaa säilyttämään jokaisen tuotantoerän rakeisuustutkimukset useamman vuoden ajan. Raporteista pystytään jälkikäteen tutkimaan esimerkiksi rakenteen rikkoutumiseen liittyviä tekijöitä.

2.3.9 Muita työmaapäällikön tehtäviä

Työmaapäällikkö joutuu useimmiten suorittamaan myös muita laitoksen toiminnan kannalta välttämättömiä lisätehtäviä. Useat työmaapäälliköt osallistuvat itse murskaus-työhön työntekijöiden lakisääteisten taukojen ajaksi ja jotkut jopa sairaslomien ajaksi useammaksi päiväksi. Myös laitoksen huoltotoimintaan osallistuminen on yllättävänkin tavallista, aika on kuitenkin rajallista ja näin ollen kaikki työntekijöiden töihin käytetty aika on pois omien työnjohtamiseen liittyvien tehtävien suorittamisesta.

Toisinaan työmaapäälliköt joutuvat myös laitoksen äkillisesti vikaantuessa noutamaan varaosia pitkiä matkoja nopean korjaamisen varmistamiseksi, jolloin valvonta ja suunnittelu myös kärsivät. Tätä Lemminkäisen kiviaineyksikössä onkin pyritty voimakkaasti vähentämään hankintoja keskittämällä.

Palkkojen kirjaaminen on yksi välttämättömistä toimenpiteistä. Lemminkäisen työntekijöillä on käytössä kahden viikon palkkajakso, jolloin työmaapäälliköiden on aina palkka-kauden lopussa kirjattava ja hyväksyttävä omien työntekijöidensä palkat palkanmaksu-järjestelmään. Palkkojen kirjaaminen vaatii paljon keskittymistä ja näin ollen myös varsinainen työnjohtaminen kärsii tästä. Lähtökohtana tutkimuksessa vallitsi työmaapäälliköiltä lähtöisin oleva oletus, että palkkojen kirjaamiseen kuluu huomattavan paljon aikaa ja keskittyminen omaan varsinaiseen työhön kärsii.

3 Työajan käytön tutkimus Kivipiha-järjestelmän perusteella

Tässä luvussa tutkitaan murskauslaitosten tuotannonaikaisten ylimääräisten taukojen vaikutusta tehokkaaseen työaikaan Lemminkäisen oman dokumentointijärjestelmän, Kivipihan, tietojen pohjalta. Tiedot koostuvat toteutuneista työmaista ja tutkittava tieto on kerätty ajalta 2007 tammikuu – 2011 joulukuu. Tutkinnan kohteeksi valittiin kymmenen Lemminkäinen Infra Oy:n murskauslaitosta eri puolilta Suomea, viisi pyöräalus- taista ja viisi track-laitosta.

3.1 Tietojen hankkiminen

Käyttöoikeudet Kivipiha-järjestelmään saatua alettiin selvittää helpointa tapaa saada tiedot helposti analysoitavaan muotoon. Aiemmin hankitun laajan Excel- taulukkolaskentaohjelman kokemuksen pohjalta päädyttiin tavoitteeseen, jossa muute- taan tiedot Excelin ymmärtämään muotoon. Exceliin päädyttiin myös kattavien ja sel- keiden kaavioiden ja diagrammien luomisen ominaisuuksien pohjalta.

Tietojen siirtäminen Kivipihasta Exceliin meinasi koitua suureksi ongelmaksi. Käytössä olevalla Kivipihan versiolla historiatietoja sai ulos ainoastaan tietokoneen ruudulle kuva- muodossa ja ohjelmasta suoraan tulostettuna. Tietoja sai myös selattua vain laitospoh- taisesti, jolloin jokaisen laitoksen tiedot oli otettava talteen erikseen. Tietojen selaus- tarkkuus myös meinasi aiheuttaa ongelmia. Tiedot sai joko yhteenvedona valitulta aika- väliltä tai jokainen tapahtuma eriteltynä päivämäärän, tuotetun lajikkeen, käytetyn ko- neen ja tauon aiheuttajan mukaan jaoteltuna. Päädyttiin käyttämään tarkinta tietojen erittelytapaa tarkimman mahdollisen tuloksen saamiseksi. Tietoa tällä tarkimmalla erit- telytavalla kertyi kymmeneltä murskauslaitokselta viiden vuoden ajalta yhteensä 1880 sivua, jolloin tietojen syöttäminen käsin Exceliin on luonnollisesti pois suljettu vaihtoehto.

3.2 Datan käsittely

Internet pohjaisen selvityksen jälkeen päätettiin kokeilla tulostaa tiedot Kivipihasta PDF-muodossa, jolloin tieto tallentuu tekstimuotona. Tiedot tulostuivat laitoskohtaisesti

kymmeneen PDF-tiedostoon. Internetistä saatavilla ilmaisilla apuohjelmilla saatiin muuttua PDF-tiedostot Excel-taulukoiksi kohtuullisen helposti, jolloin saatiin kymmenen Excel-tiedostoa, jotka koottiin yhdeksi suureksi Excel-taulukoksi käyttämällä kopioi/liitä-toimintoja.

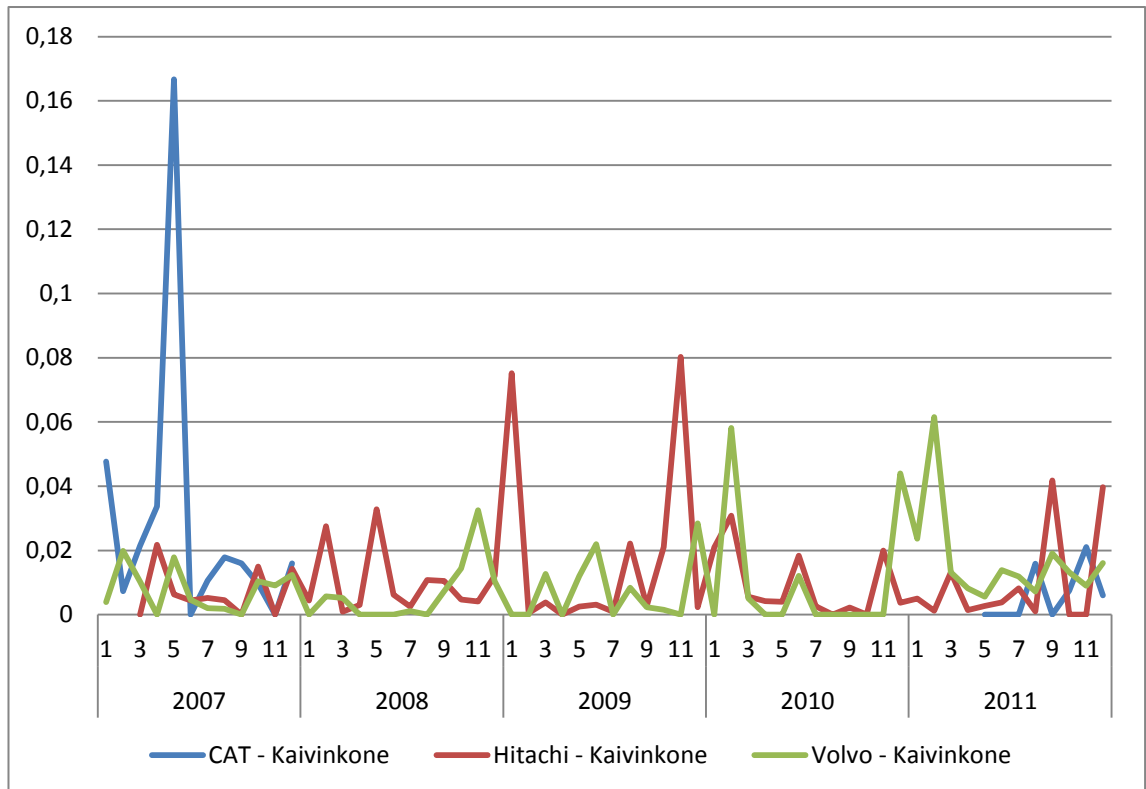
Excel-tiedostoihin luonnollisesti tallentui myös PDF-tulosteisiin tulleet ylä- ja alatunnisteet, jotka täytyi saada siivottua pois käsiteltävästä datasta. Tietojen siivoamista ja karkeaa datan käsittelyä varten jouduttiin luomaan erittäin monimutkainen kaavasto. Esimerkin kaavaston monimutkaisuudesta antaa muun muassa tiedoston koko ja samaan aikaan käytössä olleiden taulukon solujen määrä. Samanaikaisesti käytössä oli noin 83 miljoonaa solua, jolloin tiedostonkoko kasvoi yli 85 megatavuun.

Tietojen siivoamisen jälkeen muodostettiin tiedoista yksi pivot-taulukkoraportti, jonka avulla on helppo jäsenellä ja valita tiedot, jotka näytetään taulukossa. Pivot-taulukosta sai helposti muodostettua pivot-kaavion, joiden avulla luvussa 3.3 on esitetty tiedoista saadut tulokset.

3.3 Tulosten analysointi

Tässä luvussa käsitellään Kivipiha-ohjelmasta saadun käsitellyn tiedon tuloksia. Tulokset on muotoiltu kaavioiksi, joissa aika on valittu vaaka-akseliksi. Aika-akselin tarkkuudeksi valitsin kuukaudet ja vuodet, jolloin kuukausien perusteella on helppo analysoida vuodenaikojen vaihtelun aiheuttamia vaikutuksia.

3.3.1 Kaivinkoneesta johtuvien taukojen osuus merkeittään



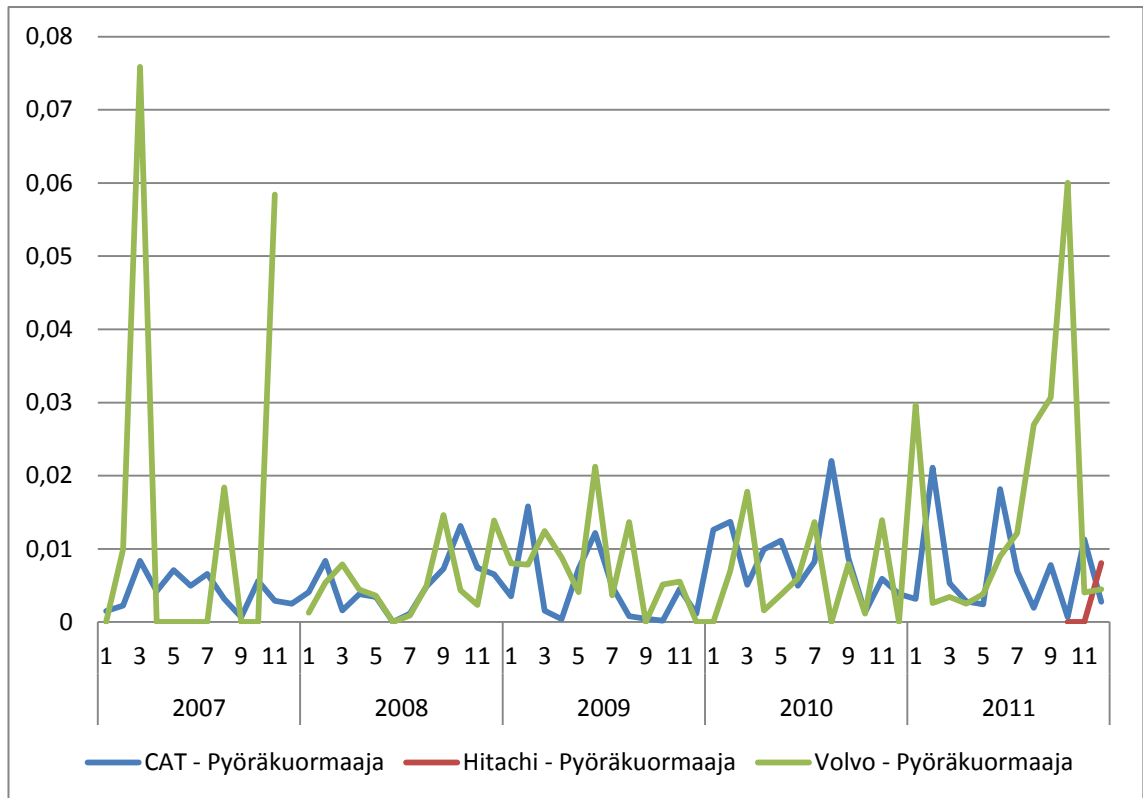
Kuvio 11. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin kaivinkonemerkeittään

Kuviosta 11 voidaan todeta kaivinkoneista aiheutuneiden taukojen suhteellinen osuus käyttötunneista kuukausittain tutkituilla murskauslaitoksilla. Kuviosta myös ilmenee, että CAT-merkkisiä kaivinkoneita ei ole ollut käytössä ko. murskauslaitoksilla yhtään kappaletta tammikuun 2008 ja huhtikuun 2011 välisenä aikana.

Kuvion perusteella voidaan todeta, että Volvo- ja Hitachi- merkkisten kaivinkoneiden osuus taukojen aiheuttajina on hyvin tasainen. Volvon keskiarvo tutkinta aikana on ollut 0,9% ja Hitachin 1,1% kun taas CAT:n 2,3% taukoa työajasta. CAT:n korkea osuus selittyy tässä tapauksessa käytön vähyydellä, jolloin yksikin suurempi ongelma aiheuttaa ison piikin tilastoon.

Työmaalla kuullun puheen perusteella Hitachi olisi kestävyudessa ylivertainen verrattuna muihin merkkeihin, joka ei tämän tutkimuksen perusteella pidä paikkaansa. Tästä voidaankin todeta, etteivät yleisesti työmaalla vallitsevat mielipiteet aina kerro koko totuutta ja niihin kannattaa suhtautua suurella varauksella.

3.3.2 Pyöräkuormaajasta johtuvien taukojen osuus merkeittain



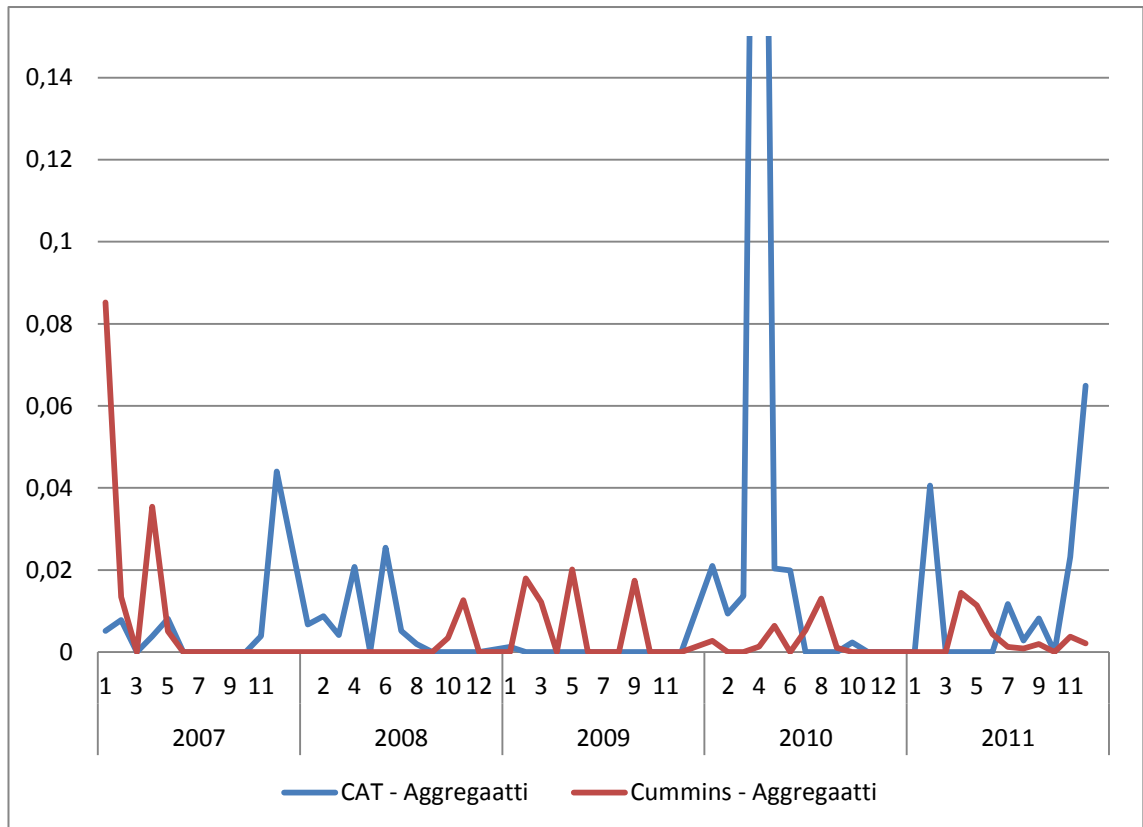
Kuvio 12. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin pyöräkuormaajamerkeittain

Kuviossa 12 esitetään taukojen suhteellinen osuus työtunneista merkkitkohtaisesti pyöräkuormaajien osalta. Pyöräkuormaajien määrä tutkimuksessa on noin kolminkertainen suhteessa kaivinkoneisiin. Suurempi määrä selittyy sillä, että useimmilla pyöräalustaisilla laitoksilla sekä syöttöä, että varastointia hoitaa pyöräkuormaaja ja track-laitoksilla poikkeuksetta varastointia.

Tuloksista voidaan päätellä, että Volvo-merkkisten pyöräkuormaajien osuus taukojen aiheuttajina on hieman suurempi kuin CAT-merkkisten. Kuten kaaviosta selviää, ei Hitachi-pyöräkuormaajia ole käytetty ko. laitoksilla ennen lokakuuta 2011 ja näin ollen niiden osalta tulos ei ole kovin vertailukelpoinen.

Keskiarvo Volvon osalta on 0,9%, CAT:n osalta 0,6% ja Hitachin osalta 0,2%. Hitachi-pyöräkuormaajia on ryhdytty käyttämään ko. murskauslaitoksilla ja koneet ovat hankittu uusina, joka osaltaan selittää parempaa luotettavuutta ja tulosta vertailussa.

3.3.3 Aggregaateista johtuvien taukojen osuus merkeittäin

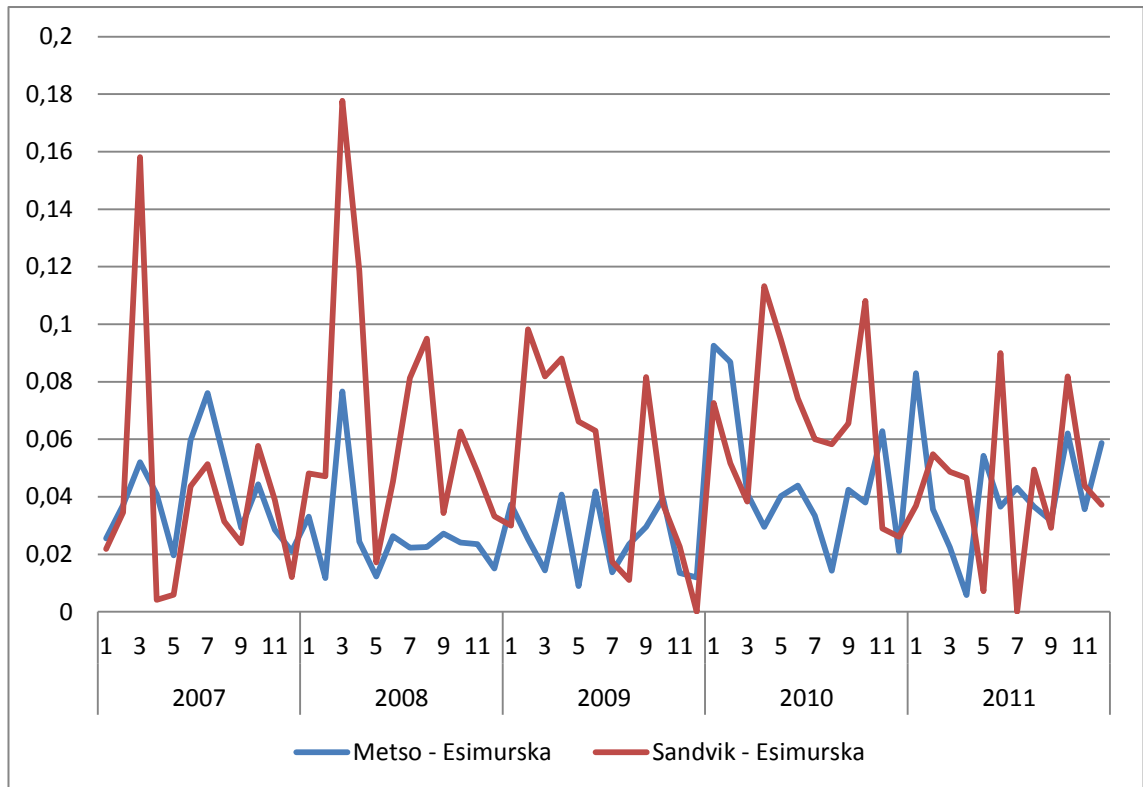


Kuvio 13. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin aggregaattimerkeittäin

Kuviossa 13 esitetään taukojen suhteellinen osuus työtunneista aggregaattimerkeittäin. On myös todettava, että tuotantoon liittyviä aggregaatteja on käytössä vain pyöräalustaisilla laitoksilla. Track-tyyppisillä laitoksilla jokainen murskausyksikkö käyttää omaa dieselmoottoria, jolloin yhteistä voimälähdettä ei tarvita.

Kuvion perusteella CAT-merkkisten aggregaattien aiheuttaman tuotannon pysähtymisen määrä näyttäisi olevan hieman Cummins-aggregaatteja suurempi. Keskiarvallisesti tarkasteluvälillä CAT-aggregaatit ovat aiheuttaneet taukoja 1,1% ja Cummins 0,4% työajasta. Vaikka suhteellinen ero näiden kahden merkin välillä onkin suuri, voidaan todeta, että näin pienet luvut viittaavat hyvään luotettavuuteen aggregaattien osalta.

3.3.4 Esimurskasta johtuvien taukojen osuus merkeittäin



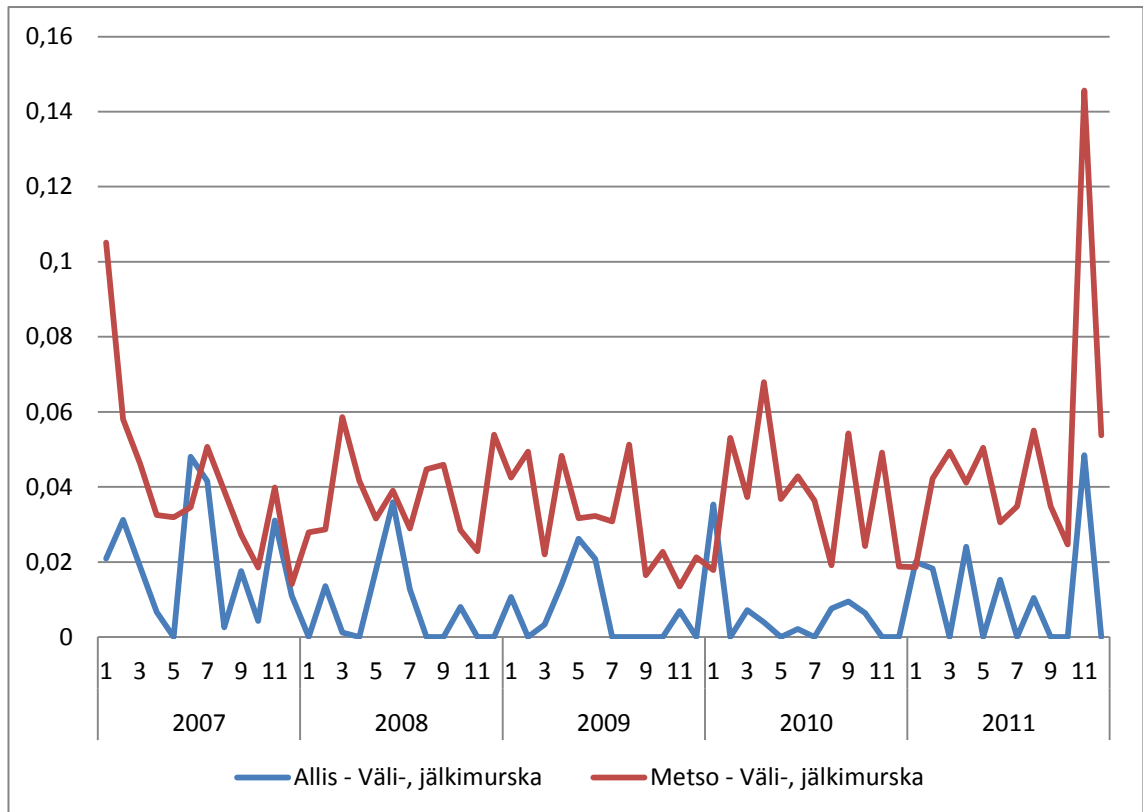
Kuvio 14. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin esimurskamerkeittäin

Kuvion 14 vertailuun on otettu sekä pyöräalustaisen ja track-laitoksen esimurskat. Nähtävissä on selvästi pientä eroa Metson ja Sandvikin välillä. Molemmilla merkeillä näyttäisi olevan pientä kausivaihtelua, Metson tauot näyttävät hieman painottuvan tammikuulle ja kesä-heinäkuulle kun taas Sandvikin selkeästi pahimmat ajankohdat ovat maaliskuu ja lokakuu.

Lemminkäisellä pidetään useimmiten joulun ja uuden vuoden aikana tauko murskauksessa ja ensimmäisenä mieleen tuleekin, voiko Metson vika-alttius tammikuulla johtua koneiden käyttämättömyydestä. Kesä- ja heinäkuun vikaherkkyyteen saattaa olla syynä kesien korkeat lämpötilat ja näistä johtuva ylikuumentuminen. Sandvikin maaliskuu- ja lokakuun selvästi suurempaan vika-alttiuteen on vaikea päätellä selkeää syytä.

Keskiarvallisesti Metson aiheuttamia taukoja on 3,6% ja Sandvikin 5,5% työajasta. Näin ollen voidaan todeta esimurskien aiheuttavan selkeästi enemmän taukoja kuin kaivinkoneet, pyöräkuormaajat ja aggregaatit.

3.3.5 Väli- ja jälkimurskasta johtuvien taukojen osuus merkeittäin

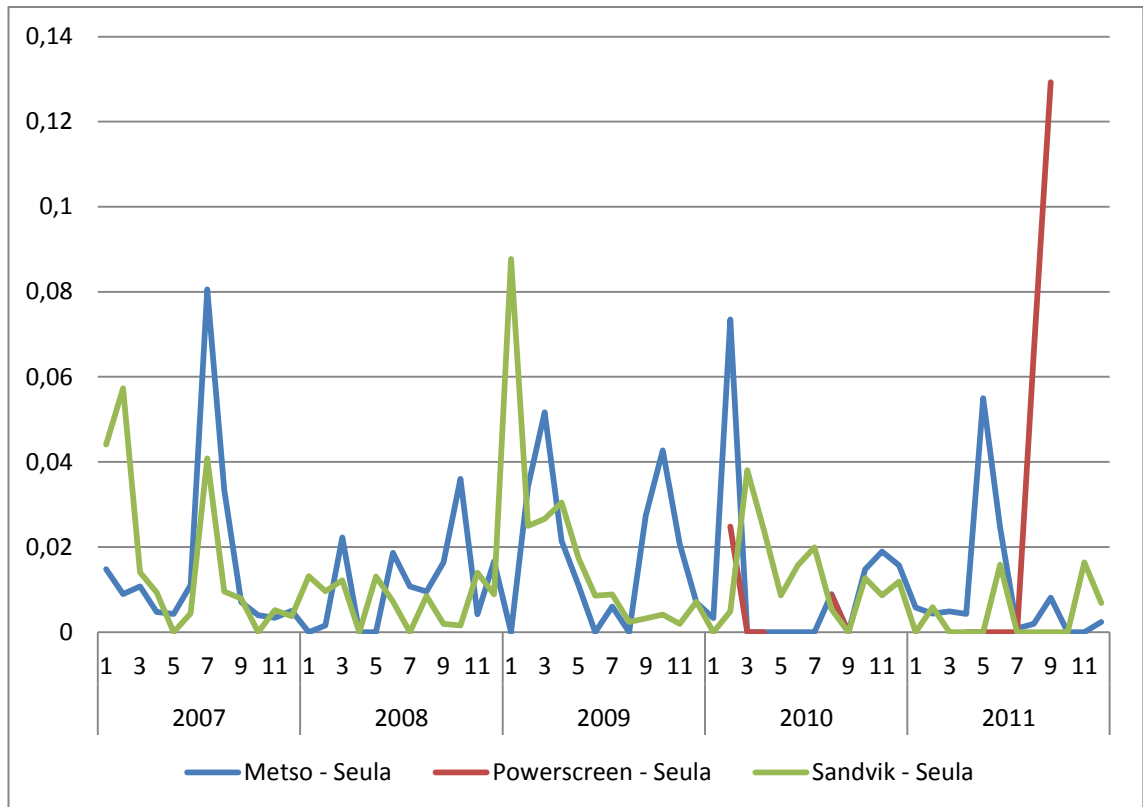


Kuvio 15. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin väli- ja jälkimurskamerkeittäin

Kuviossa 15 on yhdistettynä väli- ja jälkimurskien osalta saatu tieto. Väli- ja jälkimurskainten tiedot on yhdistetty yhdeksi kuvioksi, koska Kivipiha-järjestelmän konekohtaisten tietojen perusteella on mahdotonta kaikkien koneiden kohdalla päätellä, onko kyseessä väli- vai jälkimurskain. Osalla laitoksista koneita myös käytetään ristiin, ainakin yhdellä pyöräalustaisella laitoksella käytetään Metson jälkimurskainta välimurskaukseen ja yhdellä track-laitoksella seulallista jälkimurskaa välimurskaukseen. Väli- ja jälkimurskat ovat myös toimintaperiaatteeltaan hyvin lähellä toisiaan, joten niiden tietojen yhdistäminen ei aiheuta suurta vääristymää tuloksissa.

Tuloksissa ei ole havaittavissa selkeää kausivaihtelua kesän ja talven välillä. Metson valmistamiin koneisiin kohdistuvien taukojen osuus on kuitenkin selkeästi suurempi kuin Alliksen valmistamiin. Metson keskiarvo on 3,9% ja Alliksen 1,1%, Metson arvo on kuitenkin erittäin lähellä ko. merkin esimurskainten arvoa, eli arvo voidaan todeta olevan merkille ominainen, Alliksen pienempään vika-alttiuteen voikin olla kannattavaa perehtyä tulevaisuudessa tarkemmin ja käyttää tietoja hyödyksi muissa koneissa.

3.3.6 Seulontayksiköstä johtuvien taukojen osuus merkeittäin



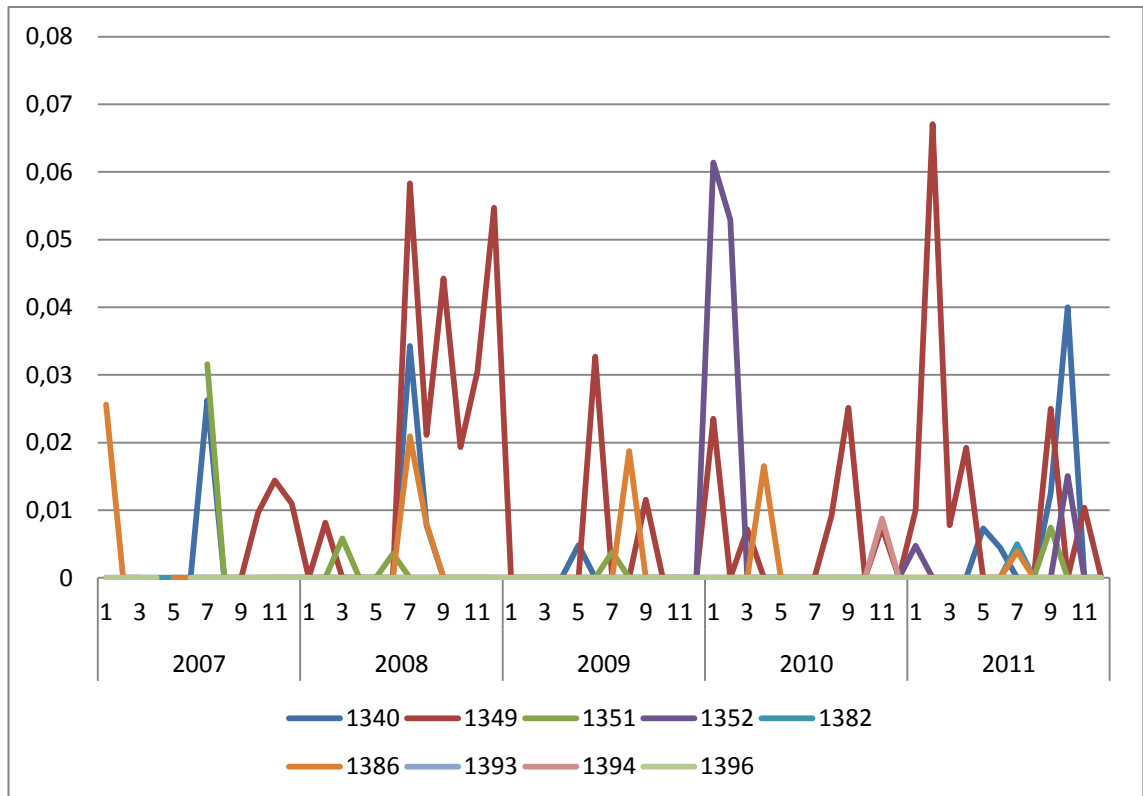
Kuvio 16. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin seulamerkeittäin

Kuviossa 16 vertaillaan taukojen osuutta seulayksiköiden osalta. Tuloksista nähdään, että Powerscreen-merkkisiä seuloja on käytetty hyvin harvoin ja näin ollen niiden tuloksia ei kannata vertailla Metsoon ja Sandvikiin.

Tuloksissa on havaittavissa pieniä taukojen keskittymistä tammi-, helmi- ja maaliskuulle, sekä Metsolla, että Sandvikillä. Taukojen painottuminen alkuvuodelle voi olla seurausta talvesta, lumi ja pakkanen vaikeuttavat huomattavasti seulan luotettavaa toimintaa. Lumen aiheuttamat tukokset vielä korostuvat valmistettaessa pienijakoisia ja katkaistuja lajikkeita.

Keskiarvoisesti Metson aiheuttamia taukoja on 1,4% ja Sandvikin 1,1% työajasta. Näin ollen seulontayksiköiden voidaankin todeta olevan keskimäärin luotettavampia laitteita kuin murskaimet.

3.3.7 Pienkoneista johtuvien taukojen osuus murskauslaitoksittain

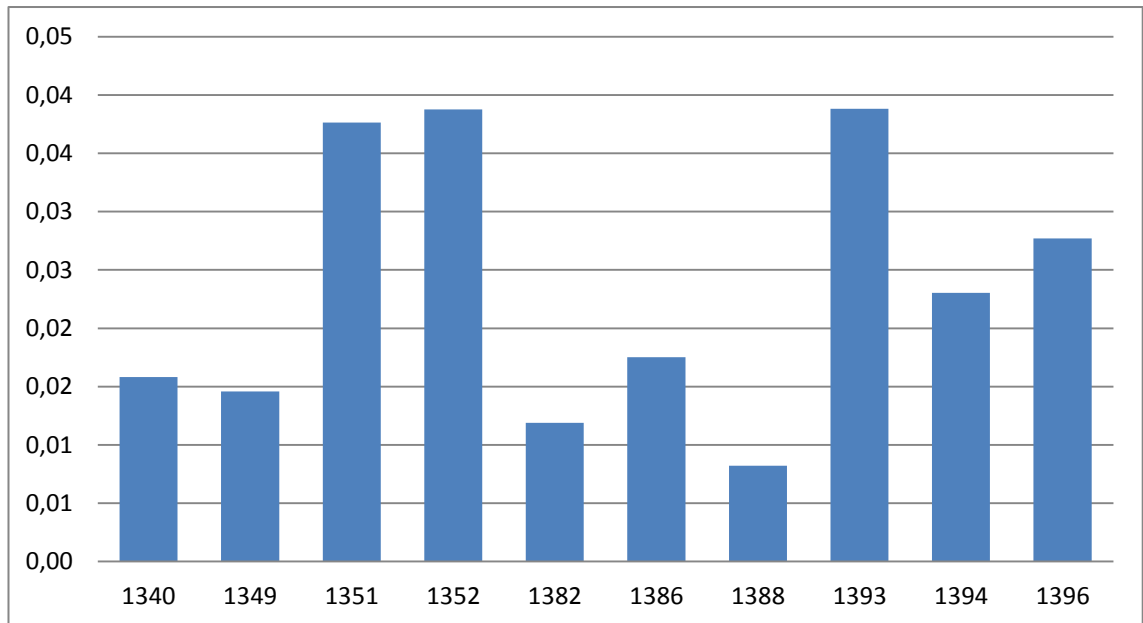


Kuvio 17. Taukojen osuus suhteessa tehtyihin työtunteihin pienkoneiden osalta laitoksittain

Kuviossa 17 on esitetty pienkoneiden aiheuttamien taukojen osuus työtunneista laitokohtaisesti. Odotettavissa olikin, että pyörälustaisilla laitoksilla pienkoneet muodostuvat suuremmaksi ongelmaksi kuin track laitoksilla. Pyörälustaisilla laitoksilla pienkoneet ovat paljon suuremmassa roolissa laitoksen käyttämisessä verrattuna track-laitokseen.

Tuloksissa selkeä poikkeama on laitoksen 1349 kohdalla, jonka keskiarvo on 1,0% työtunneista. Toiseksi suurin arvo löytyy laitokselta 1340, jonka keskiarvo on vain 0,3% työtunneista. Tässä tapauksessa olisi syytä epäillä laitoksen 1349 pienkoneiden kuntoa ja sitä kautta huollon tarvetta.

3.3.8 Taukojen suhteellinen osuus työtunneista laitoskohtaisesti



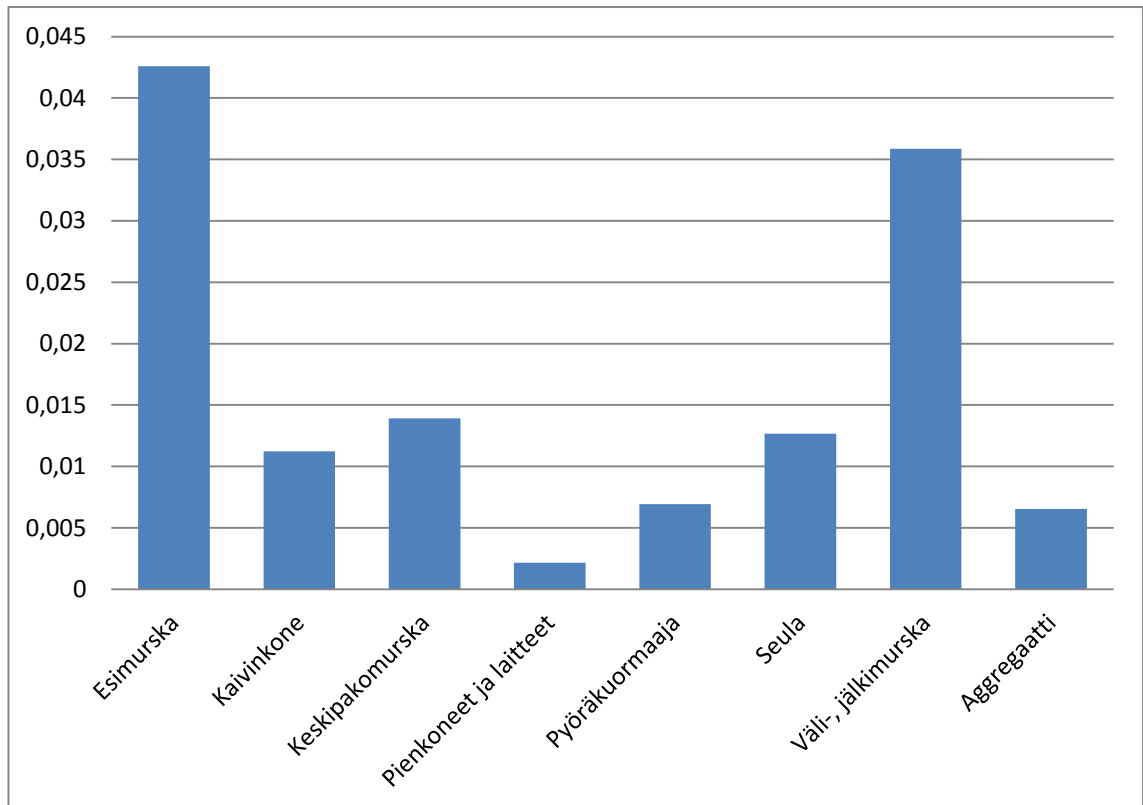
Kuvio 18. Taukojen suhteellinen osuus työtunneista

Kuviossa 18 on esitetty taukojen osuus suhteessa tuotantoaikaan. Tuloksista voi päätellä, että track-tyyppiset murskauslaitokset ovat huomattavasti alttiimpia tuotannon keskeytyksille kuin pyöräalustaiset laitokset.

Track laitoksia ovat 1351, 1352, 1393, 1394 ja 1396 kun taas pyöräalustaisia laitoksia ovat 1340, 1349, 1382, 1386 ja 1388.

On selvää, että track-laitokset ovat herkempiä vikaantumaa monimutkaisemman rakenteensa takia. Olisi varmasti tarpeellista miettiä, jos track-laitosten luotettavuuden eteen saataisiin tehtyä jotain merkittävää parannusta. Parantamalla luotettavuutta myös tuottavuus luonnollisesti paranee.

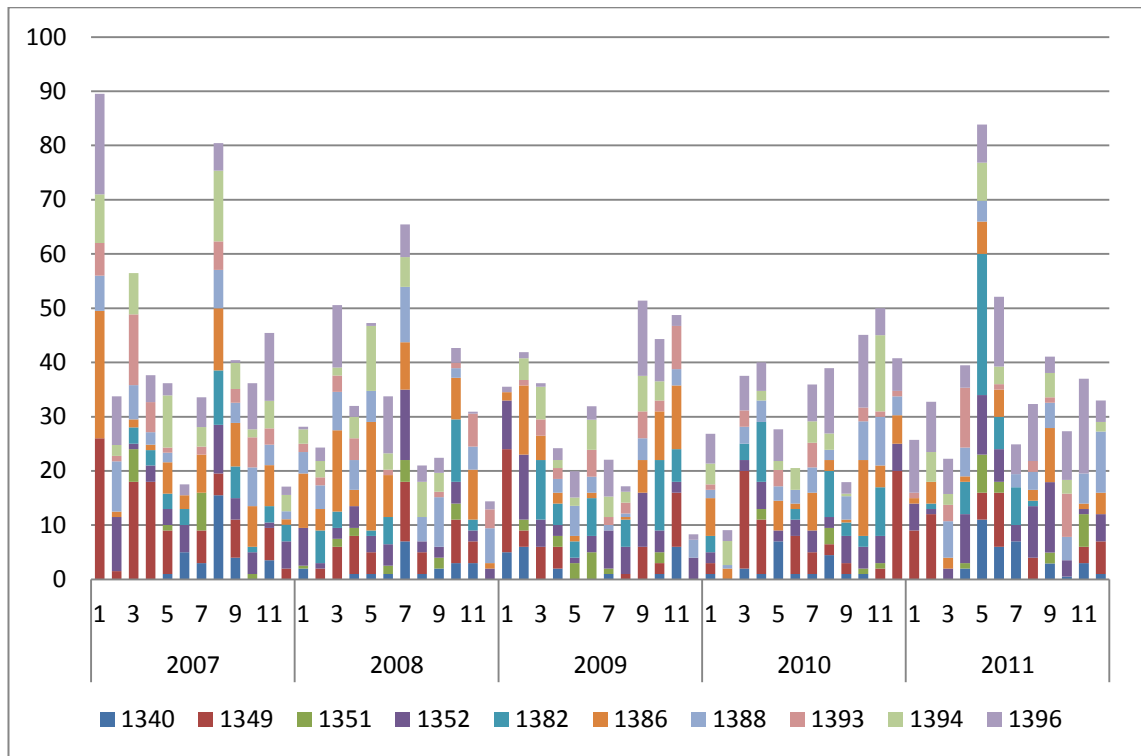
3.3.9 Tautot konetyypeittäin



Kuvio 19. Taukojen määrä suhteessa tehtyyn työaikaan konetyypeittäin

Kuten kuvioista 19 voidaan todeta, on pienkoneiden aiheuttamat tautot lähes mitättömässä osassa tehokkuutta parannettaessa. Esi-, väli- ja jälkimurskaimien toimintavarmuutta parantamalla voitaisiin saada nostettua tuotantotehoa huomattavasti.

3.3.10 Lajikkeen vaihtoon käytetty työaika laitoksittain

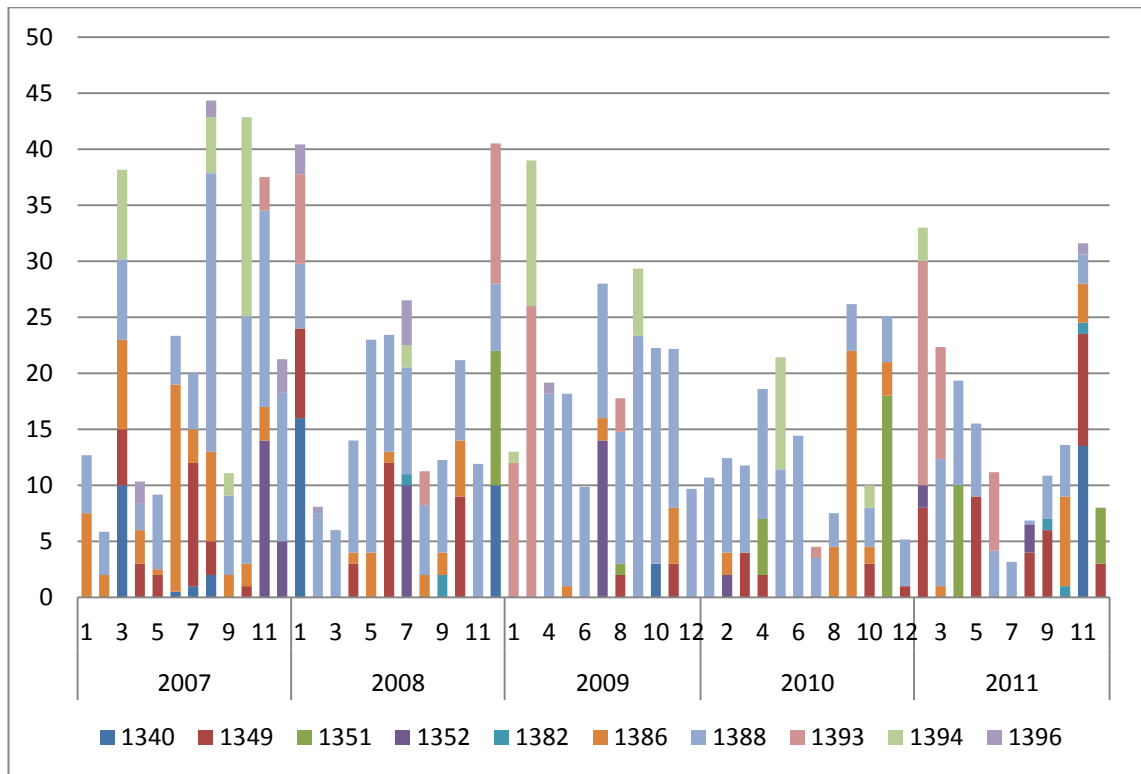


Kuvio 20. Lajikkeen vaihtoon käytetty aika tunteina summattuna

Lajikkeen vaihto on yksi eniten painotetuista asioista, joka on tarkoitettu tehtäväksi murskausajan ulkopuolella. Kuviossa 20 on esitetty lajikkeen vaihtoon käytetty murskaus aika. Lajikkeen vaihdon ajoittaminen murskausajan ulkopuolelle on yksi parhaista hyvällä suunnittelulla toteutettavista asioista. Aina ei tietenkään kaikkia lajikkeenvaihtoja pystytä suorittamaan murskausajan ulkopuolella, mutta määrä on puolitettavissa hyvällä suunnittelulla.

Yhteensä seuranta-aikana käytettiin työaika lajikkeen vaihtoon 2161 tuntia. Jos kuvitellaan, että puolet ko. ajasta saataisiin käytettyä murskaamiseen, keskimääräisenä murskaustehona käytettäisiin 240 tonnia/tunti ja tuotteen katteettomana hintana 5 €/tonni. Näillä oletuksilla tutkitulla aikavälillä oltaisiin saatu tuotettua 259 320 tonnia enemmän mursketta ja tämän murskeen arvo olisi ollut 1 296 600 €.

3.3.11 Kivipulaan kulunut työaika laitoksittain summattuna

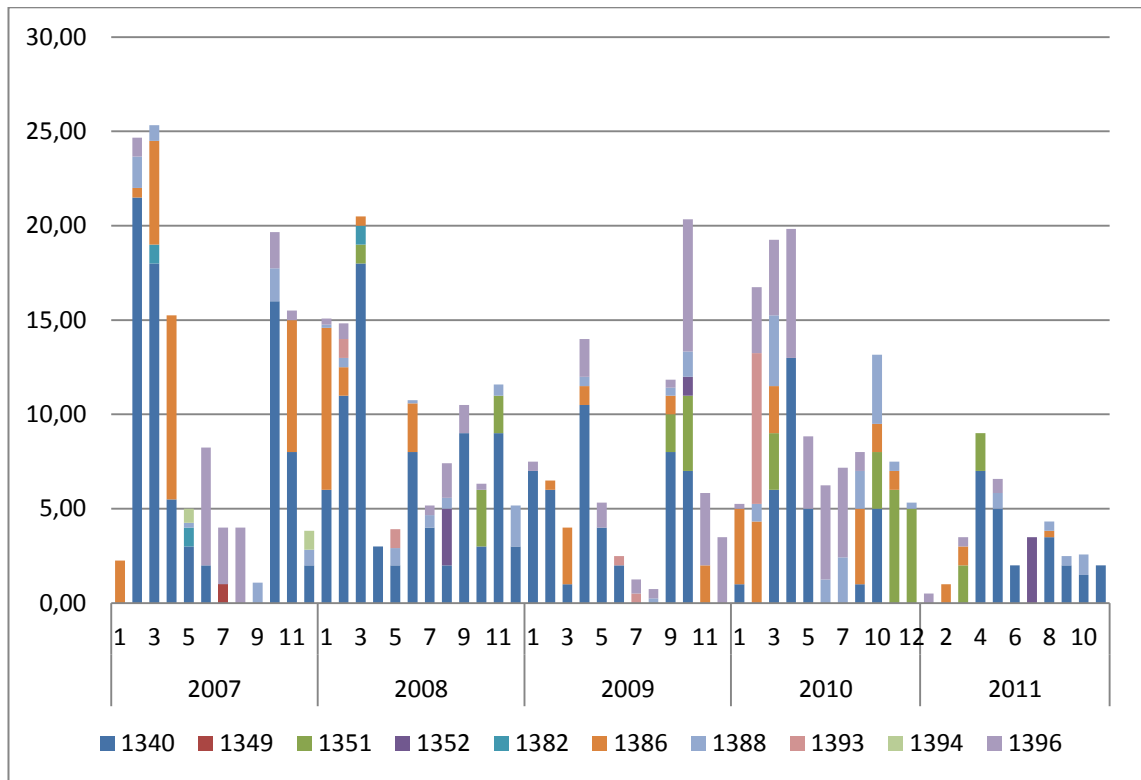


Kuvio 21. Kivipulaan kulunut työaika tunteina laitoksittain summattuna

Kuten kuviosta 21 voidaan todeta, on laitoksella 1388 aiheutunut noin puolet kaikista kivipulan aiheuttamista tauoista. Ko. laitoksilla yhteensä aikaa kului kivipulaan 1086 tuntia tutkimuksen aikavälillä ja näistä 495 tuntia kuului laitokselle 1388.

Louhinnan ja murskauksen yhteistyötä ja kommunikaatiota parantamalla, suuri osa kivipulan aiheuttamista tauoista saataisiin eliminoitua. Jos lasketaan kuten lajikkeen vaihtoon kulutetun ajan kanssa, eli oletetaan parannusten poistavan puolet ko. tauoista, keskimääräisen tuntitehon olevan 240 tonnia/tunti ja tuotteen hinnan olevan 5 €/tonni, kerittäisiin kyseisenä aikana murskata 130 320 tonnia enemmän, mikä tarkoittaa rahallisesti 651 600 €.

3.3.12 Ylisuuriin kulunut työaika laitoksittain summattuna



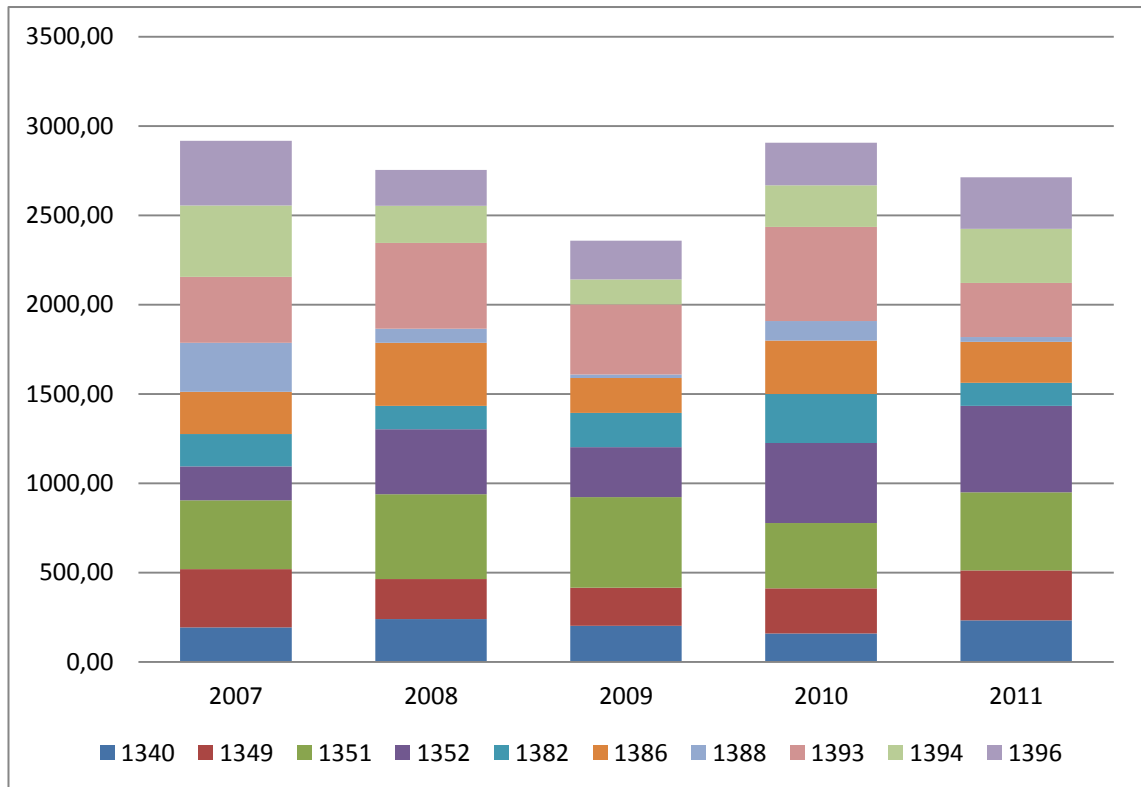
Kuvio 22. Ylisuuriin kulunut työaika laitoksittain summattuna

Kuviosta 22 näkyy, kuinka monta tuntia ylisuurien aiheuttamiin esimurskan tukkeutuksiin on kulunut työaika. Laitoskohtaisesti erot ovat pieniä lukuun ottamatta laitosta 1340, jonka osuus on yli puolet. Yhteensä tutkimuksen aikavälillä ylisuurin aiheuttamiin tukoksiin on kulunut 481 tuntia, joista 254 on kohdistunut laitokselle 1340.

Väistämättä tulee mieleen, onko laitoksen 1340 syöttökoneen kuljettajia perehdytetty ja koulutettu riittävästi tehtäväänsä vai onko laitteistossa jokin vika, joka altistaa suuremmalle tukkeutumisen todennäköisyydelle.

Jos näistäkin tauoista saataisiin puolet karsittua pois kuljettajia kouluttamalla ja laitteiston ongelmia poistamalla, aikaisempia laskuperiaatteita noudattamalla voitaisiin kyseisenä aikana murskata 57 720 tonnia enemmän. Rahassa tämä määrä tekee 288 600 €, mikä ei tietysti enää ole järkyttävän suuri summa, kun kyseessä on kuitenkin kymmenen laitosta ja tutkittu aikaväli viisi vuotta.

3.3.13 Omien koneiden korjaukseen kulunut työaika laitoksittain

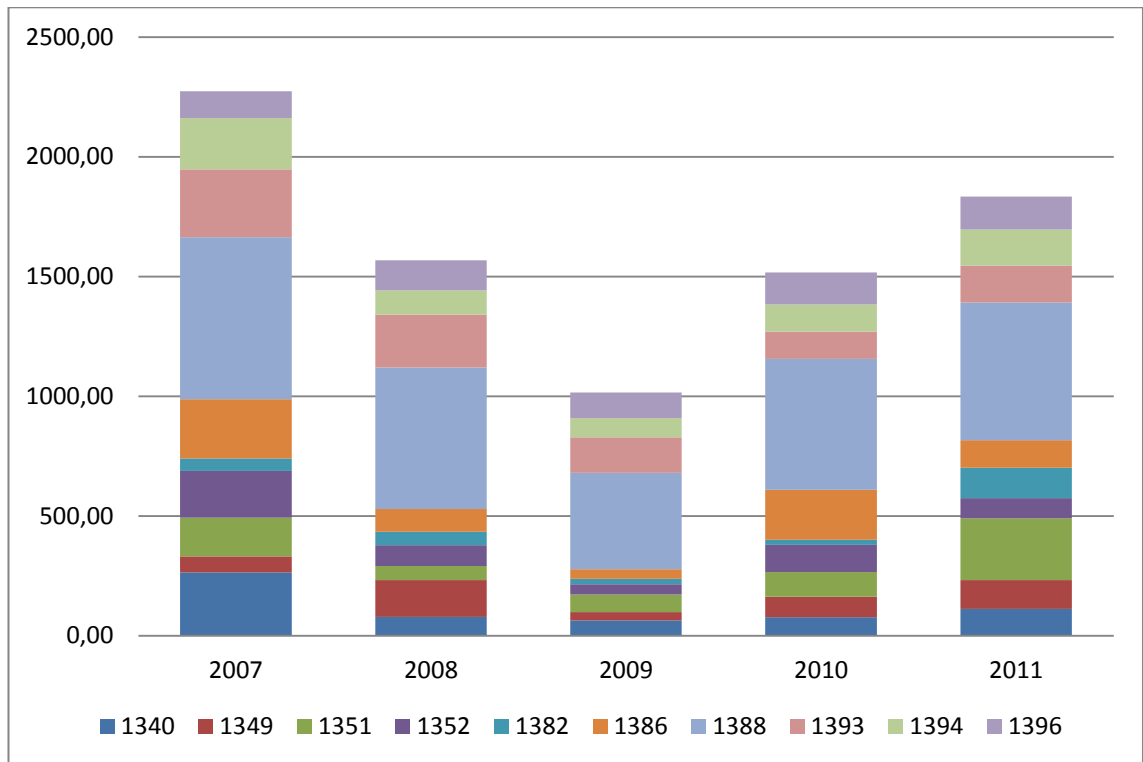


Kuvio 23. Omien koneiden korjaamiseen kulutettu työaika

Kuviossa 23 on kuvattu omien koneiden korjaamiseen kulutettu työaika laitoksittain. Tuloksissa oleva poikkeama laitoksen 1388 kohdalla selittyy toden näköisesti eriävällä tavalla kirjata tietoja Kivipihaan, kuten seuraavassakin luvussa todetaan. Laitoksen 1388 tapauksessa koneiden korjauksia on suurella todennäköisyydellä kirjattu muut syyn alle tauoiksi ja taukojen syyt ja aiheuttajat on kirjattu erilliseen selitekenttään, joka ei tässä tutkimuksessa näy missään muodossa. Kokonaisuudessaan omien koneiden korjaamiseen käytettiin aikaa 13 647 tuntia.

Koneiden korjauksilta on loppujenlopuksi hyvin vaikea välttyä kokonaan. Koneita käytetään jatkuvasti mahdollisimman suurella teholla. Kivi on myös hyvin luja materiaali työstettäväksi, mikä myös nostaa koneiden rasiustasoa. Onkin hyvä ottaa varovainen lähestymistapa laskentaan ja arvioida, että jos 20% tauoista saataisiin vältettyä paremman ja tarkemman ennaltaehkäisevän huollon avulla. Laskelmien mukaan säästetyllä ajalla saataisiin murskattua 655 056 tonnia enemmän, mikä on arvollisesti 3 275 280 €.

3.3.14 Muut-syillä kulutettu työaika laitoksittain



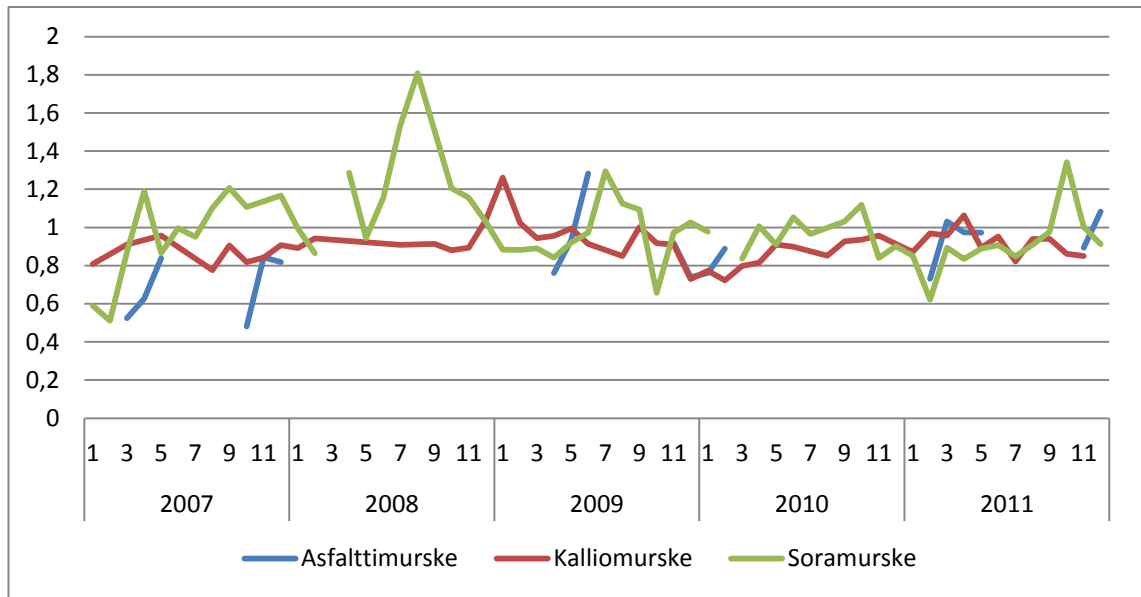
Kuvio 24. Muut-syillä kulutettu työaika laitoksittain summattuna

Kuviossa 24 on esitetty muut-syillä järjestelmään kirjatut tauot laitoksittain. Tuloksissa on selkeä poikkeama laitoksen 1388 kohdalla, jonka osuus on 2790 tuntia. Kaikkien laitosten yhteissumma muut syillä on 8208 tuntia. Herääkin kysymys, onko laitoksella 1388 kirjattu tauot samalla periaatteella muiden laitosten kanssa. Olisikin varmasti syytä tarkentaa ohjeistusta vastaisuuden varalle, jotta kirjattuja tietoja pystytään vertailemaan luotettavammin.

Seurantajakson jälkeen vuoden 2012 alussa Kivipihaan rekisteröitävien tietojen ohjeistusta onkin tarkennettu.

Muut-syillä olevia taukoja on vaikea alkaa erittelemään tarkemmin tietojen summittaisuuden takia, jos kuitenkin lasketaan aiemmissa luvuissa käytetyllä periaatteella hukattu tuotto. Ajatellaan, että tauoista 20% voitaisiin ehkäistä paremmalla suunnittelulla ja kommunikoinnilla, keskimääräiseksi tehoksi määritetään 240 tonnia/tunti ja tonnihinnaksi 5 €, voitaisiin kyseisenä aikana murskata 393 984 tonnia enemmän, mikä on rahassa 1 969 920 €.

3.3.15 Sora-, asfaltti- ja kalliomurskeen vertailu tehoittain



Kuvio 25. Sora-, asfaltti- ja kalliomurskeiden vertailu tehoittain

Kivipihan tietojen pohjalta eri lajitteiden vertailu keskenään osoittautui hyvinkin hankalaksi ja tulokset epäselviksi. Päätettiin kuitenkin tehdä vielä yksi kaavio, jossa vertailaan sora-, asfaltti- ja kalliomurskeiden toteutuneita tehoja keskenään. Lajitevaihtoehtoihin on yhdistetty kaikki kyseiseen ryhmään kuuluvat tuotteet ja niiden toteutuneet tehot. Kuten kuviosta 25 näkee, on suositun kalliomurskeen tuotanto lähes poikkeuksetta keskimäärin jäänyt tavoitteesta tutkinta ajanjaksolla. Myös asfalttimurskeen tuotanto on jäänyt tavoitteista lähes poikkeuksetta.

On varmasti totta, että tavoite on pidettävä hieman yläkantissa kovemman yrittämisen toivossa. Toisaalta toistuvasti liian suuri tavoite, johon ei päästä, turhauttaa työntekijöitä ennen pitkää, jolloin yrittäminen lakkaa.

Soran murskauksessa on huomattavasti useammin ylitetty tavoitteet, mikä parantaa työntekijöiden motivaatiota ja parantaa työilmapiiriä. Olen itse huomannut selkeän eron työntekijöiden työmotivaatiossa kun kyseessä on ollut soranmurskaustyömaa, työilmapiiri on ollut selkeästi positiivisempi, kun tiedetään että tavoitteet ylitetään. Olisiko siis järkevää hieman muuttaa korjata asfaltti- ja kalliomurskeiden tavoitteita helpommiksi saavuttaa, näin parantaa työilmapiiriä ja yrittämisen halua ja tätä kautta työtehokkuutta?

3.4 Oma arvio kehitystarpeista

Jos aiemmissa kaavioissa esiintyneitä ongelmakohtia kehitettäisiin tarpeeksi, saataisiin murskauksen kustannustehokkuutta lisättyä ja kilpailukykyä parannettua. Jos esimerkiksi tarkoittamani kohtiin 3.3.10 – 3.3.14 sisällytetyt laskelmat toteutuisivat, tuottaisivat nämä kymmenen laitosta 7 482 000 € arvosta enemmän murskettua viiden vuoden aikana. Tämä tekee siis 1 496 400 tonnia kyseisellä aikavälillä.

Ottaen huomioon, että tutkimuksessa käsiteltiin vain kymmentä murskauslaitosta, ja että muillakin yrityksen murskauslaitoksilla tilanne on keskimäärin samanlainen verrattuna tutkittuihin, kasvaa merkitys moninkertaiseksi. Lemminkäinen Infra Oy:n kiviainestoiminnalla on tällä hetkellä toiminnassa 25 murskauslaitosta Suomessa. Samaa laskukaavaa sovellettaessa kaikkiin laitoksiin saadaan tulokseksi 748 200 tonnia ja 3 741 000 € vuodessa enemmän jalostettua kiviainesta koko kiviainestoiminnalle.

240 tonnin tuntiteho ja 5 € tonninhinta eivät perustu Lemminkäisen virallisiin keskiarvoihin vaan ne edustavat omaa kokemuseräistä arviota Lemminkäisen toiminnasta ja hinnoittelusta.

4 Työmaapäälliköiden työajanseurantakysely

4.1 Työajanseuranta kyselyn lähtökohdat

Insinööriyön pääpaino haluttiin pitää Kivipiihan tietoihin perustuvassa tutkimuksessa ja työajan seuranta haluttiin pitää pienempänä kokonaisuutena. Lähtökohdana kyselylle on ollut ajatus työmaapäällikön keskittymisestä liikaa muuhun kuin työnjohtamiseen. Kyselyn avulla saatiin tietoa todellisesta tilanteesta työajankäytön suhteen.

Kysely päätettiin kohdistaa samoihin murskauslaitoksiin, joihin Kivipihaan perustuva tutkimus kohdistui. Vähäisten resurssien takia kysely toteutettiin itse täytettävällä Excel-lomakkeella, jonka työmaapäälliköt täyttivät ilman valvontaa. Työmaapäälliköiden todenmukaisuus lomakkeen täyttämiseen aiheuttaa kyselyn tuloksiin pienen epäluotettavuus-tekijän, mikä tiedostettiin jo työtä aloitettaessa.

4.2 Kyselylomakkeen luonti

Kyselylomakkeen luonnissa lähdettiin liikkeelle ajatuksesta, että seurantajakso kestää 2 viikkoa. Merkittävimpänä syynä jakson pituuteen oli työntekijöiden kahden viikon palkkajakso, jonka seurauksena työmaapäällikön täytyy kahden viikon välein hyväksyä työntekijöiden tuntilistat ja kirjata sekä eritellä tunnit palkkajärjestelmään. Palkkojen kirjaamistoimenpide haluttiin saada mukaan seurantajaksoon jolloin jakson pituus viikkoina oli oltava kahdella jaollinen. Seurantajaksoa ei haluttu myöskään venyttää neljän viikon mittaiseksi työmaapäälliköiden liiallisen ajan tarpeen takia.

Taulukko 1. Työajan seuranta kyselyssä käytetyt työtehtävä vaihtoehdot

Työnjohto	Työn tarkkailuun ja ohjaamiseen liittyvä toiminta
Paperityöt	Työn dokumentointiin ja laskutukseen liittyvä toiminta
Varaosien hankkiminen	Koneiden varaosien hankintaan liittyvä toiminta
Huolto	Koneiden huoltoon liittyvä toiminta
Palkkojen kirjaaminen	Kaikki palkkojen hyväksymiseen ja kirjaamiseen liittyvä toiminta
Kiviainesnäytteet	Mahdollinen kiviainesnäytteiden ottaminen ja kuljettaminen tutkittavaksi tai tutkiminen
Murskaus	Kaikki murskaamiseen liittyvä työntekijöille ensisijaisesti kuuluva toiminta
Siirto	Kaikki laitoksen siirtoon liittyvä toiminta
Louhinnan avustus	Louhinnan edistämiseksi liittyvä toiminta
Työmatkat	Työmaa-asunnoissa yöpyvien päälliköiden viikonlopun kotimatkat
Muut työtehtävät	Kaikki em. kohtiin kuulumattomat työtehtävät

Työajan seurantalomake päätettiin toteuttaa periaatteella, jossa tuntikohtaisesti valitaan tehty työtehtävä valmiiksi annetuista vaihtoehdoista, lomakkeen helpon ja nopean täytettävyyden takia. Taulukossa 1 on esitetty yhdessä insinööriyön ohjausryhmän kanssa päätetyt valmiit vaihtoehdot.

Monella Lemminkäisen työmaapäälliköillä työmaa sijaitsee kaukana kotoa, jolloin he yöpyvät työmaa-asunnoissa ja heidän kanssa on sovittu, että kotimatkaan saa käyttää työaikaa maanantaiaamuna ja perjantai-iltapäivällä työtilanteen niin salliessa. Tästä syystä kyselyssä tutkittiin myös työmatkoihin kulutettu aika, ettei työpäivien alkamis- ja loppumisajankodat herätä erityistä huomiota tuloksissa.

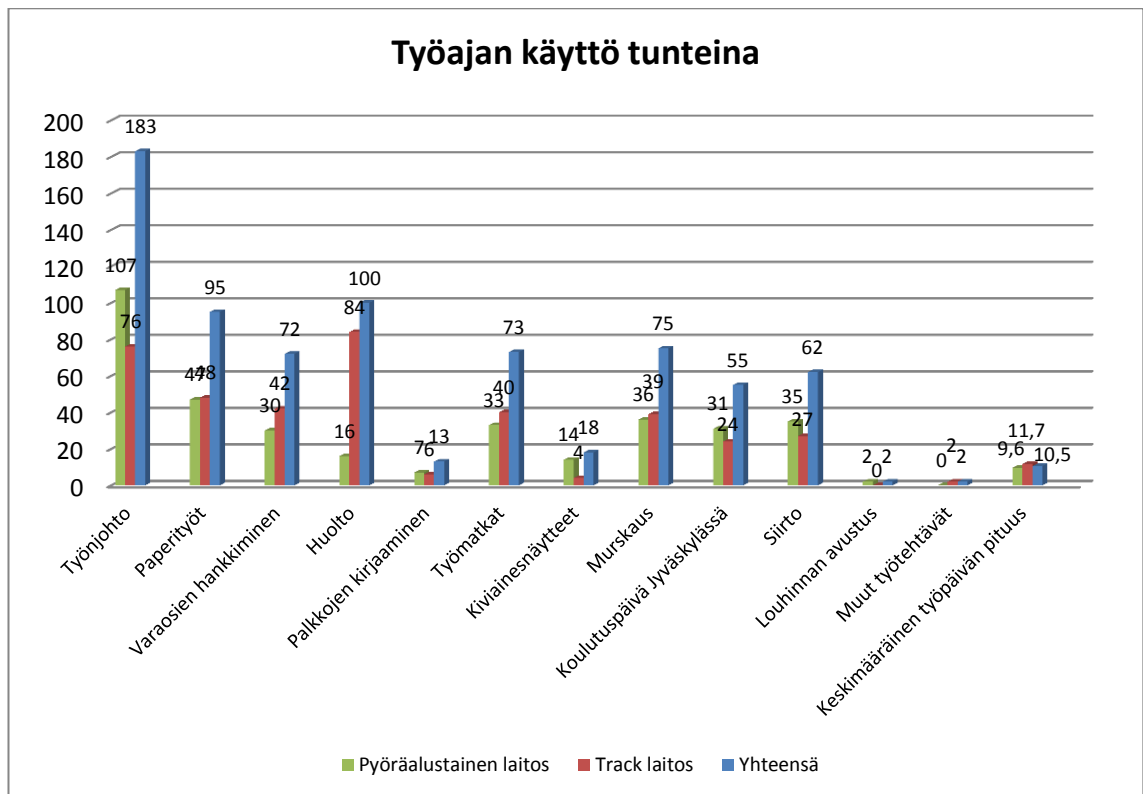
Liitteenä 1 on esitetty valmis kyselyyn käytetty lomake.

4.3 Tulosten kokoaminen, esittäminen ja analysointi

Kyselyn pohjalta saadut tulokset koottiin Excel-laskentataulukoon, jossa tiedot saatiin jäsenneltyä helposti luettaviksi kaavioiksi. Kyselyn ajankohtaan osui työmaapäälliköiden

yhden päivän mittainen koulutus, joka päätettiin eriyttää erilliseksi työtehtäväksi tulosten selkeyttämiseksi. Kyselyyn vastasi alkuperäisistä kymmenestä työmaapäälliköstä seitsemän, kolme track-laitokselta ja neljä pyöräalustaiselta laitokselta.

Tulokset päätettiin esittää nimettöminä, jotta mahdollinen yksittäisen tuloksen kohdistaminen tiettyyn henkilöön voitiin välttää. Tulokset eriteltiin track- ja pyöräalustaisten laitosten kesken, laitosten erilaisten toimintatapojen ja työmaiden erilaisen luonteen takia.



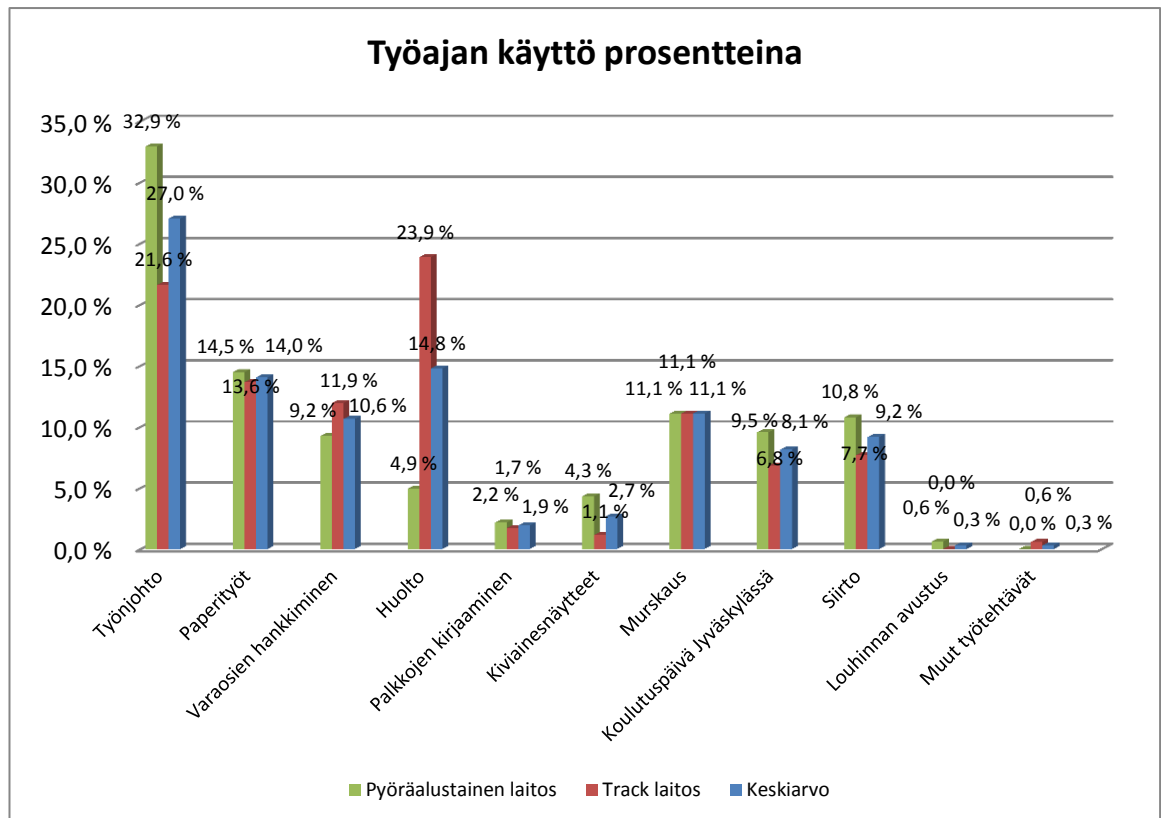
Kuvio 26. Työmaapäälliköiden työajan käyttö tunteina

Kuten kuviosta 26 voidaan todeta, käyttää työmaapäällikkö pyöräalustaisella laitoksella enemmän aikaa työnjohtamiseen. Track-tyyppisellä murskauslaitoksella sen sijaan käyttää työmaapäällikkö huomattavasti enemmän aikaa työntekijöiden töiden tekemiseen, huomattavasti enemmän kaluston huoltamiseen ja hieman enemmän murskaamiseen, joka pidentää keskimääräistä työpäivän pituutta.

Työmatkoihin käytetty aika on jätetty keskimääräisen työpäivän pituuden laskennan ulkopuolelle työaikaan kuulumattomana. Kuten nähdään, track-tyyppisen murskauslai-

toksen työmaapäälliköt tekivät seurantajakson aikana keskimäärin 2,1 tuntia pidempiä työpäiviä kuin pyörialustaisten laitosten päälliköt.

Eriävät vastaajamäärät eri laitostyypeiltä vääristävät tunteihin perustuvan tulosten vertailua hieman, ongelma kuitenkin poistuu vertailemalla tuloksia suhteessa vastaajamääriin ja tehtyjen työpäivien pituuteen.



Kuvio 27. Työmaapäälliköiden työajan käyttö prosentteina työajasta

Kuviossa 27 on esitetty kyselyn tulokset kuten tuntiperustaisessa kuviossa, mutta ajan käyttö on esitetty prosentteina toteutuneesta työajasta. Edelleen on huomattavissa selkeä ero koneiden huoltamisen kohdalla, track-laitoksilla työmaapäällikkö käyttää keskimäärin 23,9% työajasta koneiden huoltamiseen kun pyörialustaisella laitoksella vastaava luku on vain 4,9%. Pyörialustaisella laitoksella on käytetty huomattavasti enemmän aikaa työnjohtamiseen, noin kolmasosa työajasta, joka on huomattavasti enemmän kuin track-laitoksen viidesosa.

Työtä aloitettaessa ennakoitiin palkkojen kirjaamiseen kuluvan ajan olevan suhteellisen suuri, mutta tulosten perusteella tehtävää ei voi luokitella ongelmalliseksi. Myös muihin paperitöihin käytetty aika vaikuttavat olevan tasapainossa laitostyyppien kesken.

Varaosien hankkimiseen kuluu keskimäärin 10,6% työajasta.

4.4 Oma mielipide ongelmallisiksi todetuista tehtävistä ja kehitysideoita

Mielestäni suurin ongelma tutkimustulosten perusteella on track-laitoksilla työmaapäälliköiden liiallinen keskittyminen koneiden huoltoon. Pyöräalustaisilla laitoksilla tätä ongelmaa ei nähtävästi esiinny juurikaan. Ero voi selittyä pyöräalustaisen laitoksen suuremmalla työntekijämäärällä, jolloin työmaapäälliköllä jää aikaa enemmän omien töidensä tekemiseen. Olisiko siis tarvetta hankkia lisätyövoimaa track laitoksille?

Varaosien hankintaan kuluvaa aikaa on aiemmin kommentoitu ja käytettyä aikaa on pyritty vähentämään alihankintaa ja tarvikkeiden keskitettyä ostoa tehostamalla, jolloin pelkkä tarvikkeiden tilaaminen jää työmaapäällikön tehtäväksi ja hankinta sekä kuljetus jätetään muiden tehtäväksi. Mielestäni varaosien ja tarvikkeiden hankintaan kuluvaa aikaa pystyttäisiin edelleen vähentämään laitosten tarvike- ja varaosavarastoja optimoimalla ja keskitettyä ostoa tehostamalla.

Työmaapäällikön murskaukseen käyttämää aikaa pystyttäisiin mielestäni myös pienentämään paremmalla varamiesjärjestelyllä. Kyselyn perusteella murskaamiseen käytetty aika koostui suurimmalta osin nimenomaan työntekijöiden useamman päivän mittaisten sairaslomien sijaisuuksiin, jolloin omiin töihin keskittyminen kärsi huomattavasti kyseisiltä päiviltä.

5 Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että murskaus on hyvin monimutkainen ja monivaiheinen prosessi, jossa on hyvin monta muuttuvaa tekijää. Toimintaa vaikeuttaa jatkuvasti kasvavat polttoainehinnat, koneiden kallistuminen ja monimutkaistuminen, kiristyvät laatuvaatimukset, hyvien raaka-aineiden väheneminen ja ympäristömääräysten kiristyminen. Työmaapäällikön rooli murskauslaitoksella on hyvin merkittävä, toisinaan on pystyttävä tekemään isoja päätöksiä tuotannon, tarviketilausten ja henkilöstön suhteen.

Yhtenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että track-laitoksilla työntekijöiden määrän lisääminen voisi vapauttaa työmaapäällikön aikaa useilla tunneilla viikossa. Tällä säästetyllä ajalla voisi esimerkiksi suunnitella töiden parempaa etenemistä ja tarkkailla työn laatua sekä turvallisuutta. Myös työntekijöiden työmotivaatio saattaisi parantua kun ainaisen kiireen tunne vähän helpottaisi. Työntekijöiden oikeanlaisella koulutuksella ja perehdyttämisellä voitaisiin myös saada taukojen määrää pienennettyä jolloin tehokkuuskin automaattisesti kasvaa. Louhinnan ja murskauksen työnjohdon väliseen yhteydenpitoon kannattaisi miettiä parannuskeinoja, kiven loppumisen takia murskauslaitoksen seisominen on mielestäni yksi tutkimuksen helpoiten vältettävistä olevista seurauksista. Syöttökoneen kuljettajien koulutuksella pystyttäisiin vähentämään ylisuurien kivien aiheuttamia esimurskan tukkeutumisia.

Ennakoimalla lajikkeen vaihdot ja sijoittamalla osa niistä iltaan voidaan säästää myös useita työtunteja. Aina lajikkeen vaihto illalla ei tietenkään onnistu, mutta väitän että lähes joka toinen vaihdoista olisi voitu hyvällä suunnittelulla ajoittaa murskausajan ulkopuolelle. Kaluston kunnossapidolla on myös valtava merkitys taukojen määrään, jos viat pystyttäisiin paremmin ennakoimaan ja korjaukset tehtäisiin murskausajan ulkopuolella ennen kriittistä hajoamista, pystyttäisiin säästämään suuria rahasummia.

Toivon, että tutkimuksen tuloksista on hyötyä yritykselle ja tulosten avulla saadaan tuotannon kustannustehokkuutta parannettua.

Lähteet

- 1 Verkkodokumentti.
http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html#alku_1_1. Luettu 25.2.2012
- 2 Verkkodokumentti. <http://www.metsafilehti.fi/index.php?page=d3744fd54fb1b2ea74ea308c535fa7b>. Luettu 25.2.2012
- 3 Hukki, R.T. 1964. Mineraalien hienonnus ja rikastus. Keuruu: Otavan kirjapaino.
- 4 Soveri, U., Kauranne, L.K. 1975. Rakennusgeologia I 272. Espoo: Otapaino. 4.painos.
- 5 Kauranne, L.K. ym. 1984. Rakennusgeologia II 304. Espoo: Otapaino. 3.painos.
- 6 Heinonen, Kimmo. 2010. Diplomityö: Sahalaitosprojektin kustannussuunnittelu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Työmaapäällikköiden eri työtehtävien käytön ajan tutkimus

Nimi: _____
 Laitos: _____
 Työntekijöiden määrä: _____
 (sis. aluraikoiset)
 Työmaan sijainti: _____
 Työmaa alkanut: _____
 Työmaa päättyy (arvio): _____

Klo	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
4:00 - 5:00					
5:00 - 6:00					
6:00 - 7:00					
7:00 - 8:00					
8:00 - 9:00					
9:00 - 10:00					
10:00 - 11:00					
11:00 - 12:00					
12:00 - 13:00					
13:00 - 14:00					
14:00 - 15:00					
15:00 - 16:00					
16:00 - 17:00					
17:00 - 18:00					
18:00 - 19:00					
19:00 - 20:00					
20:00 - 21:00					
21:00 - 22:00					
22:00 - 23:00					
23:00 - 0:00					
0:00 - 1:00					
1:00 - 2:00					
2:00 - 4:00					

- T** Työnjohto
 - valvonta työmaalla
 - töiden suunnittelu
 - palavien tilaajan kanssa
- H** Huolto
 - laitoksen huoltoon ja korjaukseen osallist.
- P** Paperityöt
 - laskujen hyväksyntä
 - luvun täyttö
 - kustannusraportin ja työmaapäiväkirjan täyttö
 - yms. paperityöt
- V** Varosien haku
 - kaikki varosien hakuun liittyvä
- Tm** Työmakat
 - työmaa majoituksessa majoittuvien kotimatkat
- S** Siirto
 - työmaan siirtoon liittyvä toiminta
- Paj** Palkkojen teko
 - tunti- ja tuotantopalkkion lask.
 - palkkojen lähetyk.
- N** Näytteiden vieni
 - sisältää näytteiden ottamisen ja viemisen
 - mahdollinen näytteiden tutkiminen (merkitse selusteeseen)
- M** Murskaus
 - työntekijöiden kahvitauus
 - lomatuuraus
 - kaikki tuotantoon suoranaiseen osallist.
- L** Louhin avustus
 - kaikki louhinnan avustamiseen liittyvä
- Mu** Muut tehtävät
 - kaikki muut tehtävät (lisää aina selostus)