

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Kaivinkoneen työtehon seurantamalli

Harri Pajari

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö

Konetekniikka

Insinööri(AMK)

KEMI 2012

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu,	Tekniikan ala
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Harri Pajari
Opinnäytetyön nimi	Kaivinkoneen työtehon seurantamalli
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	12.3.2012
sivumäärä	45 + 5 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	TkL Lauri Kantola
Yritys	Maajukka Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Toimitusjohtaja Jukka Tuominiemi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Maajukka Oy:lle kaivinkoneen työtehon seurantamalli. Maanrakennusliike Maajukka Oy tarjoaa seuraavia maanrakennuspalveluita: alueiden rakentaminen, kaivinkonetyöt, maanrakennusurakointi, pohjarakentaminen ja salaajitus. Tämän selvityksen painopiste oli kaivinkonetöissä. Opinnäytetyössä selvitettiin ensin yleisiä tela-alustaisen ja pyöräalustaisen kaivinkoneen käyttömahdollisuuksia. Samoin tarkasteltiin tarkemmin kahden esimerkkikaivinkoneen, New Holland E215 tela-alustaisen kaivinkoneen ja Fiat Hitachi EX 135W pyöräalustaisen kaivinkoneen, teknisiä ominaisuuksia sekä työtehoon vaikuttavia muuttujia kirjallisuuden ja haastattelujen avulla.

Opinnäytetyön aineistoa analysoitiin sekä määrällisesti (muuan muassa kaavat ja kaivinkonetyyppien erilaisten teknisten ominaisuuksien taulukot, joissa esiteltiin tunnuslukuja) että laadullisesti (kirjallisuuden sisällön analysointi ja haastattelutulokset teemoiteltiin muuttujiksi). Kaivinkoneen työtehoon vaikuttaviksi koneteknisiksi muuttujiksi selvityksessä saatiin kaivinkoneen valinta, kaivinkoneen koko, kaivinkoneen kunto sekä kaivussyvyys ja -korkeus. Rakennusteknisiksi muuttujiksi kaivinkoneen työtehossa määriteltiin maankaivuuluokka, kuljetuskaluston määrä, työmaan sijainti sekä työmaan ja työvaiheen suunnittelu. Muiksi muuttujiksi määriteltiin kuljettajan ammattitaito, joka nostettiin keskeisimmäksi muuttujaksi haastatteluiden perusteella, sekä laatuvaatimukset.

Maankaivuuluokka nostettiin myöhemmissä laskelmissa myös keskeiseksi muuttujaksi. Kyseiset muuttujat taulukoitiin kaivinkoneen työtehon seurantamalliksi sekä arvioitiin jokaisen muuttujan vaikutus prosentteina suhteessa työtehoon.

Asiasanat: kaivinkonekalusto, tela-alustainen kaivinkone, pyöräalustainen kaivinkone, työteho.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Harri Pajari
Title	Monitoring Model of Excavator Work Efficiency
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	12 March 2012
Pages	45 + 5 appendices
Instructor	Lauri Kantola, MSc, LicSc (Tech.)
Company	Maajukka Oy
Contact Person/Supervisor from Company	Jukka Tuominiemi, Director

The goal of this thesis was to compile a monitoring model of excavator work efficiency for Maajukka Oy. The construction company Maajukka Oy offers following construction services: construction of areas, excavating construction work, foundation work and underdraining. This thesis focuses on the excavator work. First the uses of a crawler-excavator and a wheel-mounted excavator are explained and then in detail the technical features and the variables affecting work efficiency of the following excavators New Holland E215 and Fiat Hitachi EX 135W with the help of literature and interviews.

The research material was analyzed both quantitatively (such as formulas and technical feature tables of various excavator types where the figures are presented) and qualitatively (literature, content analysis and interview results were themed by parameters). This selection, size, condition, digging depth and height of the excavator were defined as effective mechanical variables in the excavator's work efficiency.

As parameters of the (soil) building techniques of the excavator work efficiency were defined from the earth digging grade, the number of transport equipment, construction site location, and the design of the site and stage of the work. As other variables were defined the driver's professional skill which was emphasized as the main variable on the basis of the interviews, and quality requirements. Excavation grade was also defined as a significant factor. These variables were tabulated in the monitoring model of excavator work efficiency and the impact of each variable on the work efficiency in percentages.

Key words: excavator equipment, crawler-excavator, wheel-mounted excavator, work efficiency.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	I
ABSTRACT	II
SISÄLLYSLUETTELO.....	III
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	IV
1. JOHDANTO	1
2. OPINNÄYTETYÖN TAUSTAA	3
2.1. Katsaus aiemmin tehtyihin opinnäytetöihin	3
2.2. Opinnäytetyön kulku	7
2.3. Opinnäytetyön tutkimusongelmat	7
2.4. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät.....	8
2.5. Opinnäytetyön luotettavuus.....	9
3. KAIVINKONEKALUSTO.....	10
3.1. Tela-alustaiset kaivinkoneet	10
3.2. Pyörialustaiset kaivinkoneet	12
4. MAAJUKKA OY	14
4.1. Tela-alustainen kaivinkone New Holland E 215.....	14
4.2. Pyörialustainen kaivinkone Fiat Hitachi EX 135W.....	17
5. KAIVINKONEEN TYÖTEHO	19
5.1. Kuljettajan ammattitaito	19
5.2. Maankaivuuluokka	19
5.3. Kuljetuskaluston määrä	21
5.4. Kaivinkoneen valinta.....	21
5.5. Kaivinkoneen koko.....	21
5.6. Kaivinkoneen kunto	21
5.7. Kaivuusvyvyys ja -korkeus	22
5.8. Työmaan sijainti	22
5.9. Laatuvaatimukset.....	22
5.10. Työmaan ja työvaiheen suunnittelu	22
6. KAIVINKONEEN TYÖTEHON SEURANTAMALLI	24
6.1. Kaivinkoneen työtehon seurantamallitaulukko	25
6.2. Seurantamallin käytön systemaattinen hyödyntäminen	30
7. KAIVINKONEEN TYÖTEHON SEURANTAMALLI KÄYTÄNNÖSSÄ	32
7.1. Seurantamallin soveltaminen maankaivuuluokkamuuttujan suhteen.....	32
7.2. Seurantamalli Maajukka Oy:n työmaalla kerrostalon pohjatöissä	37
7.3. Seurantamallin hyödyt Maajukka Oy:lle.....	41
8. YHTEENVETO JA POHDINTA	42
9. LÄHDELUETTELO	44
LIITELUETTELO	45

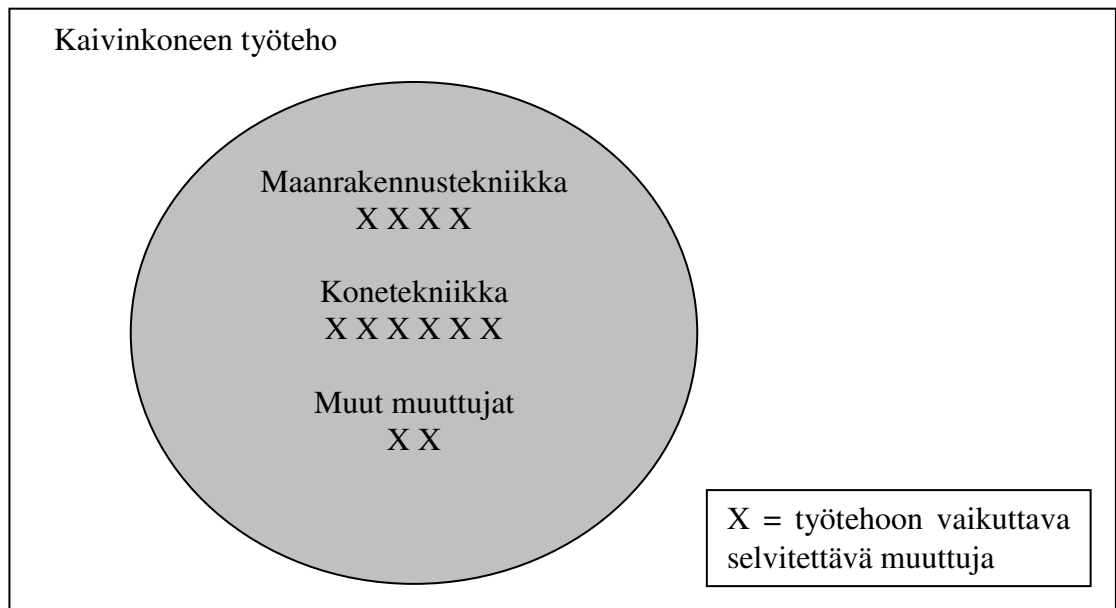
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

FH	Fiat Hitachi
MB	Mono boom = kiintopuomi
NH	New Holland
RALA	Rakentamisen Laatu Ry
TB	Trible boom, trible articulation = kolmoistaittopuomi

1. JOHDANTO

Maanrakennusliike Maajukka Oy tarjoaa seuraavia maanrakennuspalveluita: alueiden rakentaminen, kaivinkonetyöt, kunnallistekniikka, kunnallistekniset työt, maanrakennus, maanrakennusurakka, maanrakennusurakointi, maansiirto, pohjarakentaminen ja salaojitus. Tässä tutkimuksessa keskitytään Maajukka Oy:n kaivinkonetöihin. Opinnäytetyön tarkoituksena on jäsentää kahden eri kaivinkonetyypin teknisiä ominaisuuksia sekä laatia kaivinkoneen työtehon seurantamalli Maajukka Oy:lle. Opinnäytetyö jakautuu kahteen osaan; ensimmäiseksi selvitetään kahden kaivinkonetyypin tekniset ominaisuudet. Sitten opinnäytetyössä perehdytään kaivinkoneen työtehon määrittelyyn ja seurantamalliin.

Aihetta ei ole aiemmin suoraan tutkittu tästä näkökulmasta. Työn lähtökohtana onkin selvittää työtehoon vaikuttavat muuttujat kirjallisuuden ja nimettömänä tehtyjen haastatteluiden (2 henkilöä) avulla. Ne muuttujat, jotka ovat suoraan maanrakennustekniikkaan liittyviä, käsitellään tässä opinnäytetyössä vain yleisellä tasolla ja keskitytään konetekniikkaan (ks. kuva 1). Kuvassa 1 on jäsennetty pelkistetysti selvityksen viitekehys. Opinnäytetyön tekijä on itse jäsentänyt muuttujat maanrakennusteknisiin, koneteknisiin ja muihin muuttujiin perehdyttyään aiheeseen. Työn tavoitteena on laatia selkeään taulukkomuotoon kaivinkoneen työtehon seurantamalli yritykselle. Selvitys rajataan koskemaan kahta kaivinkonemallia (yksi pyöräalustainen ja yksi tela-alustainen kaivinkone), mutta mallia voi joustavasti soveltaa myös muihin kaivinkonetyyppeihin.



Kuva 1. Tutkimusasetelma, jossa selvittävä muuttuja X on työtehoon vaikuttava muuttuja

Kappaleessa 2 käydään tarkemmin läpi aihetta sivuavia opinnäytetöitä/ selvityksiä sekä kerrotaan tarkemmin opinnäytetyön kokonaisuudesta ja sen kulusta. Kappaleessa 3 määritellään tämän opinnäytetyön keskeiset käsitteet ja käsitellään erilaisia kaivinkonetyyppejä. Kappaleessa 4 esitellään opinnäytetyön tilannutta yritystä Maajukka Oy:tä sekä tuodaan esille kaksi esimerkkikaivinkonetta yrityksestä. Kuva- ja taulukkoteksteissä selvennetään kaivinkonetyypien ominaisuuksia. Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavia tekijöitä/ muuttujia käsitellään kappaleessa 5. Kappaleessa 6 esitellään taulukkomuodossa kaivinkoneen työtehon seurantamalli. Kappaleessa 7 seurantamallia sovelletaan käytäntöön. Yhteenveto ja oma pohdinta löytyvät kappaleesta 8.

2. OPINNÄYTETYÖN TAUSTAA

Tässä kappaleessa esitellään aiempia opinnäytetöitä aiheesta, tämän opinnäytetyön kulkua, tutkimusmenetelmiä ja pohditaan opinnäytetyön luotettavuutta.

2.1. Katsaus aiemmin tehtyihin opinnäytetöihin

Aihetta on aiemmin tutkittu vähän, joten tämän opinnäytetyön aihe on ajankohtainen ja tästä selvityksestä saatuja tuloksia voidaan tarvittaessa soveltaa vastaaviin maanrakennusalan yrityksiin. Maanrakennuksesta löytyy aikaisempia opinnäytetöitä ennen kaikkea rakennustekniikan puolelta. Taulukossa 1 esitellään rakennustekniikan koulutusohjelmassa tehtyjä opinnäytetöitä teemoittain, jotka tämän selvityksen tekijä on itse laatinut. Rakennustekniikan ohella myös logistiikan puolelta löytyy maanrakennuksesta tehtyjä opinnäytetöitä, esimerkiksi Jussi Viismaan tekemä opinnäyte Kaluston kunnossapitovalmiuden kehittämisestä 2008 Satakunnan ammattikorkeakouluun.

Taulukko 1. Maanrakennuksesta aiemmin tehtyjä opinnäytetöitä teemoittain.

Teema-alue	Esimerkkiaihe	Tekijä	Paikka ja vuosi
Rakennustekniikka	Rakentamismenetelmän vaikutus puurakenteisen pientalon toteuttamiseen	Parviainen, Timo	Metropolia ammattikorkeakoulu, 2011
Työmaatoiminnot	Työmaatoimintojen kehittäminen Maanrakennus Ahti Virtanen Oy:ssä	Tammisto, Mikko	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2011
	Maa-ainesten lastausprosessin kehittäminen: Case Kemin Ajotilaus Oy	Koivuniemi, Taneli	Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, 2010
Kalusto	Maanrakennusliikkeen kalusto, sen ylläpito ja hankinta	Kuivanen, Mika	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2009

	Koneohjaus maanrakennustyössä	Nieminen, Juha- Matti	Saimaan ammattikorkeakoulu, 2011
Teema-alue	Esimerkkiaihe	Tekijä	Paikka ja vuosi
Urakat	Urakkalaskenta, tulosseuranta ja tulospalkkiojärjestelmät maanrakentajille	Ojala, Aleksi	Turun ammattikorkeakoulu, 2010
Työturvallisuus	Työmaan työturvallisuuskansio	Veijalainen, Topi	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2007
Talous ja resurssit	Maarakennusurakan kokonaistaloudellisen urakkarajan määrittäminen talonrakennushankkeessa	Kemppainen, Niina	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2006

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetöitä maanrakennuksesta löytyy jonkin verran (taulukko 2.). Näkökulma aiemmissa opinnäytteissä ei kuitenkaan ole ollut kalustossa eikä samassa kontekstissa kuin tässä opinnäytetyössä.

Taulukko 2. Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetöitä maanrakennuksesta.

Tekijä	Aihe	Paikka ja vuosi
Koivuniemi, Jussi	Suunnitteluohjeiston kehittäminen	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2005
Myllymäki, Jukka	Leukamurskaimen hihna- ja vauhtipyöränsuojien tuotekehitysprojekti	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2008
Myyrä, Karoliina	Pilaantuneiden maiden puhdistus rakennuskohteessa	Lahden ammattikorkeakoulu, 2006
Mäkelä, Tapio	Karamurskaimen tukirakenteen modernisointi	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2010
Määttänen, Iiro	Biohajoavien hydraulioöljyjen käyttö	Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, 2011
Petäkoski, Jarno	Tuotantoteknologian vaihto -tela-alustaisen kivenmurskausyksikön siirto paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2009
Tyyskä, Henri	Vaunusyöttimen akseliston kehitys	Lahden ammattikorkeakoulu, 2007

Koska tämä opinnäytetyö keskittyy kaivinkoneisiin, taulukkoon 3 on koottu kone- ja tuotantotekniikkaan tehtyjä aiempia tutkimuksia/ selvityksiä kaivinkoneisiin liittyen.

Taulukko 3. Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyöt koskien kaivinkonekalustoa.

Tekijä	Aihe	Paikka ja vuosi
Eskelinen, Janne	Kaivinkoneen hydraulisen jatkopuomin suunnittelu	Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, 2011
Kumanto, Jouni	Koneohjauksen käyttöönotto Tampereen kaupungilla	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2011
Louhela, Jarno	Vesakonleikkuripää	Savonia-ammattikorkeakoulu, 2011
Luukkonen, Matti	Paalunkatkaisijan patentointi ja paalunkatkaisijan tekninen esite	Savonia-ammattikorkeakoulu, 2010
Mäkelä, Tapio	Karamurskaimen tukirakenteen modernisointi	Tampereen ammattikorkeakoulu, 2010
Suutarinen, Juha	Yksioteharvesteripään muuttaminen yhdistelmäkuraksi	Lahden ammattikorkeakoulu, 2006
Tahvanainen, Santtu	Työkoneohjausjärjestelmän hyödyntäminen kiviainestuotantoalueilla	Saimaan ammattikorkeakoulu, 2011
Teivainen, Ari	Työkonekuljettajan koulutusmateriaali ratatyöskentelyyn	Oulun seudun ammattikorkeakoulu, 2011

2.2. Opinnäytetyön kulku

Opinnäytetyön aihe määriteltiin aloituspalaverissa lokakuussa 2011 maanrakennusliike Maajukka Oy:n edustajien kanssa ja aihe hyväksyttiin Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulussa. Työn välitarkastelut pidettiin Maajukka Oy:n edustajien kanssa marras- ja joulukuussa 2011 ja lopputarkastelu tammikuussa 2012 sekä opinnäytetyön ohjaajan kanssa välitarkastelut marraskuussa 2011 ja helmikuussa 2012. Selvitys haluttiin rajata koskemaan kaivinkoneita konetekniikan ollessa keskiössä, ja kaivinkoneiden kohdalla käytön tehokkuutta ottaen huomioon erilaisia muuttujia. Aiherajaus oli sinänsä haasteellinen, koska aiheesta on saatavilla hyvin vähän kirjallisuutta. Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavien muuttujien kohdalla pohjalla käytettiin aiempaa opinnäytetyötä (Oksanen, V. 2010. Kuormaus- ja vastaanottokoneiden yhteensovittamisen optimointi), jossa oli lueteltu yleensä työtehoon vaikuttavia muuttujia. Oksasen opinnäytetyön näkökulma ei kuitenkaan ollut työtehossa, joten tässä selvityksessä syvennytään aiheeseen tarkemmin.

2.3. Opinnäytetyön tutkimusongelmat

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää tela- ja pyöräalustaisten kaivinkoneiden keskeiset tekniset ominaisuudet sekä laatia kaivinkoneiden työtehon seurantamalli Maajukka Oy:lle.

Tutkimusongelmat:

- Millaisia ominaisuuksia kahdella esimerkkikaivinkoneella (New Holland E 215 ja Fiat Hitachi EX 135W) on?
- Mitkä asiat vaikuttavat kaivinkoneen työtehoon eli miten kaivinkoneen työteho määritellään? Mistä muuttujista kaivinkoneen työteho koostuu?
- Millainen kaivinkoneiden työtehon seurantamallilomake palvelee parhaiten yritystä?

2.4. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö/ selvitys lähti liikkeelle konetyyppien teknisiin ominaisuuksiin ja kaivinkoneen työtehoon liittyvään kirjallisuuteen perehtymällä. Työtehon käsitteen määrittelyyn kirjallisuus ei antanut yksiselitteistä vastausta. Tähän määrittelyyn tarvittiin myös kentän ääni, jolloin määrittelyn aikaansaamiseksi tutkimusaineiston keruumenetelmänä käytettiin maanrakennushenkilöstön (2 henkilöä) vapaamuotoista haastattelua. Haastattelut tehtiin haastateltavien pyynnöstä anonyymisti. Haastattelukysymyksenä oli, mitä tarkoitetaan kaivinkoneen työteholla/ mistä muuttujista työteho koostuu. Tieteellisessä tiedonhankinnassa pyritään käsitteellistämään tutkittavat ilmiöt /5, s. 142/.

Saadut vastaukset analysoitiin laadullisesti eli ne koottiin teemaryhmiin (vrt. /5, s. 199, 219/). Sen jälkeen vastauksia vielä verrattiin kirjallisuuteen ja työtehosta saatiin laadittua runko seurantamallitaulukon laadintaa varten. Henkilöhaastattelujen hyöty oli saada vahvistusta ja jäsennystä kirjallisuudesta löytyville hajanaisille kaivinkoneen työtehon määrittelyille, vaikka varsinaisesti niistä ei noussutkaan mitään uutta. Lisäksi haastatteluista sai hyvää käytännön kokemustietoa kaivinkonetyöskentelystä, mikä toi tärkeää käytännön näkökulmaa tähän työhön eli ”lihaa luiden ympärille”.

Kaivinkoneen työtehon seurantamallia sovellettiin myös yrityksen tarpeisiin. Tärkein yrityksen toive oli siis saada selkeä seurantamalli, joka on tarvittaessa muunneltavissa ja jota yritys hyödyntää jatkossa niin työmaiden suunnittelu- kuin seurantavaiheissa.

Teho on työn ja siihen käytetyn ajan osamäärä, esim. kuinka paljon kaivuri pystyy kaivamaan tietyssä ajassa: $P = W/t$, jossa P =teho, W =työ ja t =aika. /10./ Tämä ei kuitenkaan riitä ottamaan huomioon erilaisia työtehoon vaikuttavia muuttujia (mukaan lukien laadulliset), joiden työteho lasketaan muuten kuin matemaattisilla kaavoilla.

2.5. Opinnäytetyön luotettavuus

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta kohentaa tutkijan tarkka selostus tutkimuksen/ selvityksen toteuttamisesta. Tarkkuus koskee tutkimuksen/ selvityksen kaikkia vaiheita. Tulosten tulkintaan pätee sama tarkkuuden vaatimus eli tulkinta vaatii tutkijalta kykyä punnita saatuja tietoja ja saattaa niitä myös teoreettisen tarkastelun tasolle. Pitäisi kertoa, millä perusteella tutkija esittää tulkintoja ja mihin hän päätelmänsä perustaa. /5, s. 227-228./ Eli tutkimuksen luotettavuutta lisää, jos tutkimuksen toteutus on kuvattu yksityiskohtaisesti. Tulokset täytyy myös tulkita samalla tarkkuudella, eli tutkijan tulee analysoida saatuja tietoja ja tutkia niitä myös teoreettisesti. Tutkimuksen luotettavuutta onkin tässä selvityksessä pyritty lisäämään kertomalla tarkasti opinnäytetyön eri vaiheet ja se, miten tuloksiin on päästy. Tämän selvityksen luotettavuutta lisää myös se, että haastattelut tehtiin nimettömästi, jolloin vastaajat saivat tuoda esille rehellisen mielipiteensä ilman ”pelkoa” omien ajatustensa päätyemisestä muiden tietoon. Tutkimusaineistoa on koottu ja analysoitu myös määrällisestä näkökulmasta (mm. erilaiset konetekniikan kaavat). Vaikka tulokset eivät sinällään ole yleistettävissä, voidaan tuloksia hyödyntää soveltaen muissa yrityksissä/ maanrakennusalalla.

3. KAIVINKONEKALUSTO

Maanrakennuskoneista vanhin on kaivinkone, jossa on 360 astetta kääntyvä ylävaunu ja jota nykyään käytetään maanrakennustyömailla melkein kaikentyypisissä maanmuokkaustöissä. Kääntyvän ylävaunun ansiosta kaivusäde on suuri ja kuormaaminen on helppoa. Koska kaivinkone on muunneltavuudeltaan suuri, se on korvannut lähes kokonaan vain yhtä tiettyä käyttötarkoitusta varten tehdyn maanrakennuskoneen. /8./

Kaivinkoneen koko ja maalaji määrittävät koneen kapasiteetin, ja ne palvelevat useita eri maanrakennuksen työtehtäviä. Näitä tehtäviä ovat mm. kallio- ja maamassojen kaivu ja kuormaaminen, varamaapaikoista ojien, purojen ja jokien kaivu ja perkaus, raivausmaiden irrotus ja kuormaaminen, rumpukuoppien, rakennusperustusten, viemärikanavien yms. kaivantojen teko, paalutustyöt (lisälaitteella) sekä nostokoneena raivaus-, tasaus- ja viimeistelytyöt. /3, s. 47./

Kaivinkoneiden luokitus tehdään alustan ja painon mukaan. Tässä työssä tarkastellaan 20, 22 ja 30 tonnia painavien kaivinkoneiden työtehoa maankaivuu-muuttujan suhteen. Yleisimmin koneet ovat joko tela-alustaisia tai pyöräalustaisia, joista tähän opinnäytetyöhön on molemmista valittu yksi esimerkkikaivinkonetyyppi. Suurimmat koneet ovat aina tela-alustaisia. Mitä suurempi kaivinkone on, sitä suurempi irrotusvoima sillä on, jolloin vaikeasti irrotettavan maalajin kaivaminen onnistuu parhaiten. Myös lastaaminen on helpompaa tela-alustaisella kaivinkoneella. Kaivinkoneisiin on paljon lisälaitteita eri työvaiheita varten. /3, s. 47 ja 11, s.13./ Lisälaitteita ei otettu tässä työssä huomioon muuta kuin pohdinnassa. Kaivinkoneiden puomit (kiintopuomi ja kolmoistaittopuomi) lasketaan kaivinkoneen ominaisuuksiksi, ei lisävarusteiksi.

3.1. Tela-alustaiset kaivinkoneet

Tela-alustaisten kaivinkoneiden käyttö maanrakennustöissä on vakaata niiden tasapainoisuuden vuoksi (ks. kuva 2). Koneen telaketjut jakavat koneen painon laajalle alueelle ja telojen harjoilla kone saa hyvän pidon maasta, mikä edesauttaa niiden

liikkumista vaikeassa ja huonosti kantavassa maastossa. Lisäksi tela-alustaisen koneen painopiste on melko alhainen sekä lähellä koneen keskikohtaa. Tämä tuo vakautta koneen liikkumiseen ja työskentelyyn. Tela-alustaiset koneet työskentelevät yleensä pidempikestoisilla työmailla, koska niiden liikkuttamiseen työmaiden välillä tarvitaan erilaista kuljetuskalustoa koneen painosta ja leveydestä riippuen. Tällöin voidaan todeta, että mitä painavampi kone, sitä paremmin se soveltuu raskaisiin töihin, kuten kuormaukseen ja maanleikkaamiseen. Vastaavasti kevyempi ja sirompi kone soveltuu pienempiin maanrakennustöihin, kuten esimerkiksi omakoti- tai viherrakentamiseen. /7, s.8./



Kuva 2. Tela-alustainen 23t:n kaivinkone /10, s. 1./

Tela-alustaiset kaivinkoneet ovat tukevia ja soveltuvat hyvin vaikeakulkuiseen maastoon. Niissä on painopiste alempana ja tukipinta-alaa telojen avulla. /11, s. 13./

3.2. Pyörialustaiset kaivinkoneet

Pyörialustaiset kaivinkoneet ovat yleisiä lyhytkestoisissa töissä niiden siirrettävyyden ja liikuttavuuden ansiosta (ks. kuva 3). Tällöin ne ovat tela-alustaisia kaivinkoneita kustannustehokkaampia. Vakuutetuilla pyörialustaisilla kaivinkoneilla voi ajaa myös liikenteessä, jolloin ne eivät tarvitse erillistä kuljetusta kuorma-auton lavetilla.

Pyörialustaisia kaivinkoneita käytetään yleensä kaupunkialueella tapahtuvissa kunnallisissa maarakennustöissä. Lisäksi maanrakennustyömailla, joilla ei kärsitä maapohjan kantavuusongelmista, ovat pyörialustaiset kaivinkoneet yleisiä työkaluja. /7, s. 9./

Pyörialustaisessa kaivinkoneessa on hydraulinen vakautusjärjestelmä, jonka kone lukitsee jarrujen ohella. Kaivinkone voi myös lisäksi laskea hydraulisesti toimivan etulevyn ja takana olevat kaivutuet, tassut, maahan ja siten vakauttaa itsensä. Pehmeään ja huonosti kantavaan maastoon ei pyörialustaista kaivinkonetta ole järkevää sijoittaa suuren pintapaineen sekä huonojen maasto-ominaisuuksien vuoksi. Pyörialustainen kaivinkone voi olla varustettuna myös ratapyörillä, jotka mahdollistavat tehokkaan työskentelyn rautateiden varsilla. /7, s. 9./ Pyörialustaiset kaivinkoneet ovatkin usein esimerkiksi rata-kiskoilla puhdistamassa kiskojen välejä siihen tarkoitetuilla lisävarusteilla.



Kuva 3. Pyörälustainen 15 t kaivinkone /1, s. 3./

Pyörälustaisten kaivinkoneiden käyttö on tyypillisintä rumpu-, kunnallistekniikan ja viimeistelytoissa /11, s. 14/.

4. MAAJUKKA OY

Maanrakennusliike Maajukka Oy tarjoaa seuraavia maanrakennuspalveluita: alueiden rakentaminen, kaivinkonetyöt, kunnallistekniikka, kunnallistekniset työt, maanrakennusurakointi, pohjarakentaminen ja salaojitus. Maajukka Oy perustettiin vuonna 1985 ja henkilökuntaa on noin 20-30 riippuen työmaiden määrästä.

4.1. Tela-alustainen kaivinkone New Holland E 215

Tela-alustainen NH E215 on monipuolinen kaivinkone (ks. kuvat 4-7 ja liite 1). NH E215:n moottorin nettoteho on 129kW (173hp) kierrosluvulla (2000rpm) ja maksimivääntömomentti 740Nm (1400rpm) (ks. kuvat 4-7). Kaivinkoneen maksimityöpaino on 23160kg ja kauhan tilavuus on 0.52 m³ - 1.31 m³. Puomin pituus on 5.65m. Koneen vaihteiston, sähköjärjestelmän, hydrauliiikan sekä kaivinkoneen alustan tiedot esitellään liitteessä 1 melko monipuolisesti.

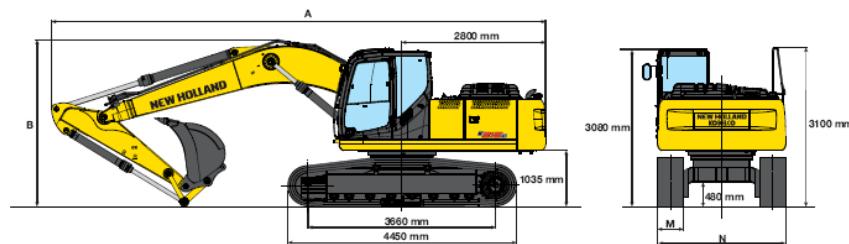


Kuva 4. Maajukka Oy:n tela-alustainen kaivinkone New Holland E 215

Operating weight – monoboom –taulukosta (ks. kuva 5) näkee kiintopuomilla varustetun koneen kolmen eri tyypin työpainon, koneen leveyden sekä tassujen leveyden. /9, s. 3./

DIMENSIONS - MONOBOOM

Boom length 5.65 m



EL / L / LCVERSION

ARM		2080	2400	2940	3500
A - Overall length	mm	9620	9580	9500	9570
B - Boom height in transport position	mm	3250	3150	2970	3160
Overall height	mm	3250	3150	3100	3160

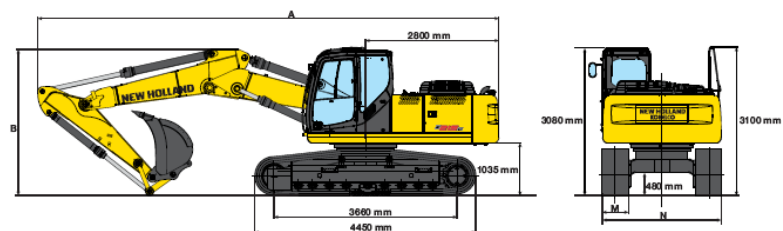
OPERATING WEIGHT - MONOBOOM

		EL VERSION				L VERSION				LC VERSION			
M - Shoe width	mm	500	600	700	600	700	800	900	600	700	800	900	
N - Maximum width	mm	2490	2590	2690	2800	2900	3000	3100	2990	3090	3190	3290	
Operating weight*	kg	21040	21290	21560	21340	21620	21910	22170	21400	21670	21960	22230	
Ground pressure*	bar	0.56	0.48	0.41	0.48	0.41	0.37	0.33	0.48	0.42	0.37	0.33	

* 2400 mm arm

Kuva 5. NH:n kokonaispituus, puomin kuljetuskorkeus sekä koneen korkeus

DIMENSIONS - TRIPLE ARTICULATION



EL / L / LCVERSION

ARM		2080	2400	2940	3500
A - Overall length	mm	9690	9670	9650	9630
B - Boom height in transport position	mm	3070	3020	2960	3250
Overall height	mm	3100	3100	3100	3250

OPERATING WEIGHT - TRIPLE ARTICULATION

		EL VERSION				L VERSION				LC VERSION			
M - Shoe width	mm	500	600	700	600	700	800	900	600	700	800	900	
N - Maximum width	mm	2490	2590	2690	2800	2900	3000	3100	2990	3090	3190	3290	
Operating weight*	kg	21720	21970	22240	22020	22290	22580	22850	22070	22350	22640	22900	
Ground pressure*	bar	0.58	0.49	0.43	0.49	0.43	0.38	0.34	0.49	0.43	0.38	0.34	

* 2400 mm arm

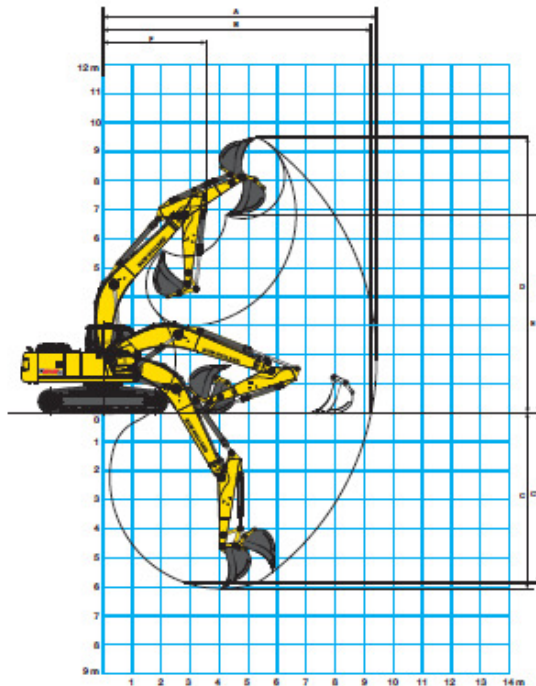
Kuva 6. Tässä kuvassa tuodaan esille NH:n strategiset mitat kolmoistaittopuomilla. /9, s. 3./ Maajukka Oy:n NH on LC versio.



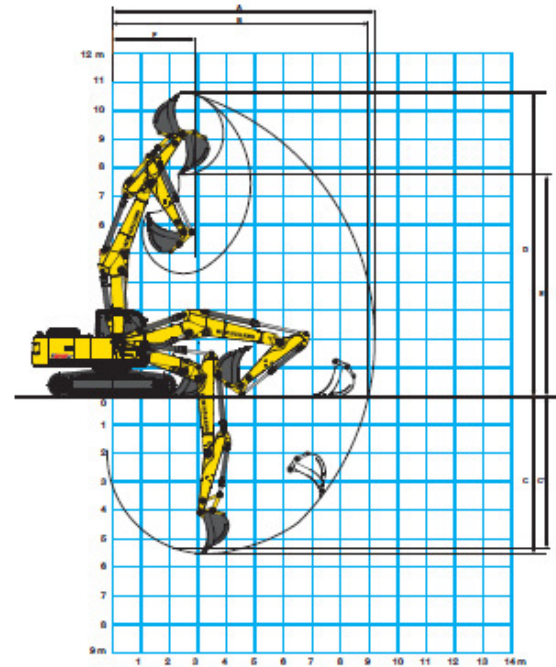
Kuva 7. Kuvassa näkyy Maajukka Oy:n tela-alustaisen kaivinkoneen Fiat Hitachin kolmoistaittopuomi Jyväskylän Lutakon työmaan alkuvaiheen kaivauksissa.

DIGGING PERFORMANCE

MONOBOOM



TRIPLEARTICULATION



ARM	MONOBOOM				TRIPLE ARTICULATION				
	2080	2400	2940	3500	2080	2400	2940	3500	
A - Max. digging reach	mm	9160	9430	9910	10350	9200	9580	10080	10530
B - Max. digging reach at ground level	mm	8970	9240	9730	10170	8970	9390	9900	10370
C - Max. digging depth	mm	5740	6070	6610	7170	5530	5830	6380	6920
C' - 2,4 mt level digging depth	mm	5521	5861	6427	6996	5321	5645	6206	6759
D - Max. digging height	mm	9420	9500	9710	9740	10650	10840	11240	11500
E - Max. dumping clearance	mm	6610	6700	6930	7170	7760	7960	8360	8630
F - Min. swing radius	mm	3670	3550	3530	3470	2890	2800	2800	2800

Kuva 8. NH:n kaivu-ulottuvuuden, -syvyyden ja -korkeuden ero kiintopuomin ja kolmoistaittopuomin välillä /9, s. 4./

4.2. Pyöräalustainen kaivinkone Fiat Hitachi EX 135W

FH koneen (ks. kuva 9) korkeus on 3,02m ja leveys on 2,53m. Teknisiä tietoja, muun muassa moottori, sähköjärjestelmä, hydraulikka, ajettavuus, kääntyvyys, akseli, jarrut, ohjaus ja renkaat löyty tarkemmin tästä liitteistä 2 ja 3. Liitteen 3 kuvissa esitellään FH:n kaivurikäyrien tiedot säädettävällä puomilla. Kuvissa näkyvät puomin pituus, repäisylujuus ja irroitusvoima. Samoin kuvissa esitellään FH EX 135W:n paino eri tilanteissa, esimerkiksi kahdet tukijalat edessä ja takana, puskulevy edessä ja takana. Liitteen viimeisissä kuvissa löytyvät FH EX 135W:n puomin pituudet (mm) eri nivelistä mitattuna. FH EX 135W:n teho on 76kW (103hp) kierrosluvulla (2100rpm). /1, s. 12-14./



Kuva 9. Maajukka Oy:n pyöräalustainen kaivinkone Fiat Hitachi EX 135 W Jyväskylän Lutakon työmaan paalutustöissä.

5. KAIVINKONEEN TYÖTEHO

Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavia muuttujia kirjallisuuden ja haastattelujen mukaan ovat mm. maankaivuuluokka, kaivinkoneen koko sekä kaivuusyvyys ja -korkeus. Muita työtehoon vaikuttavia tekijöitä ovat kuljettajan ammattitaito, kuljetuskaluston määrä, työmaan sijainti, kaivinkoneen kunto, laatuvaatimukset sekä työmaan ja työvaiheen suunnittelu ja kaivinkoneen valinta. Yhdeksi keskeiseksi muuttujaksi yhdessä yrityksen ja kirjallisuuden kautta nousi maankaivuuluokka, joten sitä tarkastellaan tarkemmin kappaleessa 7 kirjallisuudessa esitetyn taulukon tiedoilla soveltaen tässä selvityksessä laadittua kaivinkoneen työtehon seurantomallia. Maankaivuuluokka on keskeinen, koska työmaasunnittelussa konevalinta pohjautuu muun muassa maaperäarvioon.

Haastatteluissa korostettiin nimenomaan kuljettajan ammattitaitoa. Koulutuksen ja työssäoppimisen roolit ovat merkittäviä uuden kaivinkoneen käyttöönotossa ja uuden työntekijän perehdyttämisessä.

5.1. Kuljettajan ammattitaito

Kaivinkoneen työteho on suuressa määrin kiinni ammattitaitoisesta kaivinkoneen kuljettajasta. Työn mittaamiseen on olemassa paljon erilaisia teorioita; mielenkiinto voi kohdistua työtä suorittavaan ihmiseen, hänen käyttämiinsä työvälineisiin tai työn kohteeseen ja tulokseen sekä työn välineisiin /4, s. 40./ Tärkeää on arvioida koko työn prosessia. Ammattitaito koostuu useista osataidoista, ja se voidaan ymmärtää pysyväksi tekemisvalmiudeksi, joka edellyttää harjaantumisen lisäksi tietoja. Työtehtävissä tapahtuvat muutokset heijastuvat ammattitaitovaatimusten muutoksiin, jolloin koulutuksen merkitys kasvaa. /4, s. 28-29./

5.2. Maankaivuuluokka

Työmaat ovat keskenään hyvin erilaisia ja poikkeavat toisistaan muun muassa maaperän ominaisuuksiltaan. Siksi onkin tärkeää kartoittaa jokainen työmaa maaperän,

liikenneolosuhteiden ja sijainnin mukaan, ja valita tarvittava kalusto suhteessa tavoitteisiin. /11, s. 29./

Erityismaanluokituksissa maankaivu ominaisuuksien arviointia varten on kehitetty ns. kaivuuluokitus. Se perustuu geotekniseen maalajiryhmittelyyn. Eniten kaivuuluokituksessa ovat määräämässä eloperäisissä maalajeissa puisuus, hienorakeisissa maalajeissa raekoostumus ja leikkauslujuus, karkearakeisissa maalajeissa ja moreeneissa kivisyys, lohkareisuus ja tiiviys eli kuivatilavuuspaino. /6, s. 26./ Nämä luokitusperusteet löytyvät taulukosta 4. Maaperän ja maalajien geoteknisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan ominaisuuksia, joilla on erityisesti merkitystä maakerrosten käyttäytymisessä rakennuspohjana ja maarakenteena. Tällaisia ominaisuuksia ovat hydrauliset, routivuus-, lujuus-, painumis- ja muodonmuutos-, lämpötekniiset ja dynaamiset ominaisuudet. /13./

Taulukko 4. Kaivuuluokitusperusteet. /13./

Maalajiryhmä	Kaivuuluokka	Maalaji	Puisuus %	Kivisyys %	Lohkareisuus %	Kuivatilavuuspaino kN/m ³
E	E1	Liejut, muta	-			
	E2	Turpeet	<30			
	E3	Turpeet	>30			
H	H1	Savet				
	H2	Siltit				
	H3	Kuivakuoret				
K	K1	Hiekat				
	K2	Sorat		<30		
	K3	Somero Kivikko		30...50 >50		
M	M1	Löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit		<30	<10	<19
	M2	Keskitiiviit, kivettömät tai kiviset moreenit Tiiviit moreenit				
	M3	Runsaskiviset moreenit Lohkareiset ja runsaslohkareiset moreenit Louhikot		<30 >30	<10 <10 10...50 >50	19...21 >21

Kaivinkoneiden työsaavutuksia eri kaivuuluokissa tarkastellaan tarkemmin kappaleessa 7.1.

5.3. Kuljetuskaluston määrä

Kun valitaan kuljetuskalustoa, on periaatteena valita resursseiltaan mahdollisimman kustannustehokas yhdistelmä. Maajukka Oy:llä on erilaisia maanrakennusurakoita, jolloin yrityksellä on sekä ns. telaketjukaivinkoneita ja rengaskaivinkoneita. Tela-alustaiset kaivinkoneet vaativat kuljetuksen sekä maansiirtotyöt kuorma-autoilla.

5.4. Kaivinkoneen valinta

Kaivinkone valitaan pääasiassa maaston ja mitoittavan työn mukaan (vrt. maalajianalyysi). Valintaan vaikuttavat myös kyseisessä työssä käytettävät lisälaitteet.

5.5. Kaivinkoneen koko

Kaivinkoneen koko yhdessä maalajin kanssa määrittää kaivinkoneen kapasiteetin. Kaivinkoneiden kokoon liittyviä ominaisuuksia ja käyttöä tarkasteltiin kappaleessa 4. Suurimmat koneet ovat tela-alustaisia.

5.6. Kaivinkoneen kunto

Kaivinkoneen kunnossa pysymiseen vaikuttavat oikeat työmenetelmät, joista pääasiassa vastaa koneenkuljettaja. Koneen kunnan silmämääräinen tarkastus olisi hyvä tehdä aina ennen töiden aloittamista. Kaivinkoneen määräaikaishuollot tulee tehdä myös ajallaan. Kaivinkoneen kunto ei esimerkkilaskelmissa vaikuttanut kaivinkoneen työtehoon oleellisesti, kun mukana olivat kaikki työtehoon vaikuttavat muuttujat, jolloin sitä tarkasteltiin pelkästään koneteknisten muuttujien työtehon laskelmissa.

5.7. Kaivussyvyys ja -korkeus

Kaivussyvyys riippuu työmaan maaperästä ja kaivinkoneen ominaisuuksista. Esimerkiksi NH E215 kaivussyvyys kiintopuomilla vaihtelee 5740→7170mm välillä.

5.8. Työmaan sijainti

Työmaan sijainti on myös tärkeä osa kaivinkoneen valintaa. Mikäli työskennellään ahtaissa paikoissa, pienet pyöräalustaiset kaivinkoneet ovat näppärimpiä. Löysempi maaperä taas vaatii tela-alustaisen kaivinkoneen. Riippuen siitä, missä työmaa sijaitsee, tela-alustainen kaivinkone pitää kuljettaa paikan päälle, kun taas pyöräalustaisen kaivinkoneen voi ajaa paikalle. Telaketjukaivurin ehkä siten saa siis nopeammin paikalle, mutta se on kalliimpaa, kun siihen tarvitaan kuorma-auto.

5.9. Laatuvaatimukset

Laatuvaatimuksia voidaan tarkastella esimerkiksi Rakentamisen Laatu Ry:n antamien kriteerien perusteella. RALA-pätevyys perustuu yrityksen osaamisen ja resurssien, yhteiskunnallisten velvoitteiden hoidon sekä talouden tilan arviointiin. Tekninen osaaminen ja resurssit, yhteiskunnalliset velvoitteet ja tilaajavastuulain tiedot ja talouden tila ovat pätevyyden edellytyksenä. Yritys toimittaa lainsäädännön ehdot täyttävät tilinpäätöstiedot kolmelta viime tilikaudelta. /12./

5.10. Työmaan ja työvaiheen suunnittelu

Työmaan ja työvaiheen suunnitteluun kuuluu olennaisena turvallisuussuunnittelu. Vaarallisista töistä ja työvaiheista laaditaan aina kirjalliset suunnitelmat, joissa huomioidaan niihin liittyvät riskit ja turvallisuusasiat. Turvallisuussuunnitteluun kuuluvat riskienarviointi, turvallisuus- ja työmaasuunnitelman laatiminen ennen rakennustöiden aloittamista. Rakentamisen aikana laaditaan yksityiskohtaiset **turvallisuussuunnitelmat**.

Turvallisuussuunnittelua on lisäksi kalusto-, resurssi- tai aikataulusuunnittelujen huomioonottaminen. /15./

Työmaasuunnitelma, jossa esitetään työmaa-alueen käytön suunnittelun keskeiset osat, laaditaan työmaasta ennen rakennustöiden aloittamista. Sen yhtenä osana tehdään riskienarviointi. Työmaasuunnitelmassa esitetyt keskeiset asiat tarkistetaan käymällä läpi työmaasuunnitelmaa koskeva muistilista. Turvallisuus- ja työmaasuunnitelma laaditaan yleensä samanaikaisesti, jolloin niiden laadinnan yhteydessä tehdään vain yksi yhteinen riskienarviointi. Työmaasuunnitelman laadinnasta vastaa työmaan vastuhenkilö. /15./

6. KAIVINKONEEN TYÖTEHON SEURANTAMALLI

Kaivinkoneen työtehon koontitaulukot laadittiin pohjaksi seurantamallille (taulukko 5 ja 6), ja niissä esitellään muuttujat kootusti. Esimerkkikaivinkonetyyppien koontitaulukot tuodaan esille omina taulukoinaan johtuen niiden erilaisesta käytettävyydestä sekä kaivuusyvyiden ja -korkeuden erilaisista arvoista. Koontitaulukot toimivat pohjina Excel laskentamallilla laaditulle seurantamallille, jossa arvoja muuttamalla voidaan arvioida esimerkkikaivinkoneiden työtehoa eri puomeilla. Keskimääräisen tehon ja mekaanisen tehon kaavat eivät sovellu kaivinkoneen työtehon mittaamiseen, koska erilaisia muuttujia ei kaavassa ole otettu huomioon. Ne onkin jätetty pois seurantamalleista.

Taulukko 5. NH kaivinkoneen työtehon koontitaulukko.

New Holland E 215		
Teho		
Keskimääräinen teho	$P=W÷t$. $P=Teho$, $W=tehty\ työ$, $t=aika$	
Mekaanisen työn teho	$P=F×v$. $P=Teho$, $F=voima$, $v=nopeus$	
Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavat muuttujat		
Maankaivuuluokka	kaivuuluokitusta ei tehty	kaivuuluokitus tehty
Työmaan sijainti	kartoitus konetyypille ei tehty	kartoitus tehty
Kuljetuskahuston määrä	ei-riittävä	kustannustehokas
Työmaan ja työvaiheen suunnittelu	turvallisuussuunnitelmaa ei laadittu	turvallisuussuunnitelma laadittu
	työmaasuunnittelu ei laadittu	työmaasuunnittelu laadittu
Kaivinkoneen valinta	optimaalista koneen valintaa ei tehty	optimaalinen koneen valinta tehty
Kaivinkoneen koko	Koko ei optimaalinen	koko optimaalinen
Kaivinkoneen kunto	huono	hyvä
Kaivuukorkeus	9420->9740mm	
Kaivuusyvyys	5740->7170mm	
Kuljettajan ammattitaito	aloitteleva	ammattitaitoinen
Laatuvaatimukset	RALA-kriteerit eivät täyty	RALA-kriteerit täyttyvät

Taulukko 6. FH kaivinkoneen työtehon koontitaulukko.

Fiat Hitachi EX 135W		
Teho		
Keskimääräinen teho	$P=W:t$. $P=Teho$, $W=tehty\ työ$, $t=aika$	
Mekaanisen työn teho	$P=F \times v$. $P=Teho$, $F=voima$, $v=nopeus$	
Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavat muuttajat		
Maankaivuuluokka	kaivuuluokitusta ei tehty	kaivuuluokitus tehty
Työmaan sijainti	kartoitus konetyypille ei tehty	kartoitus tehty
Kuljetuskaluston määrä	ei-riittävä	kustannustehokas
Työmaan ja työvaiheen suunnittelu	turvallisuussuunnitelmaa ei laadittu työmaasuunnittelu ei laadittu	turvallisuussuunnitelma laadittu työmaasuunnittelu laadittu
Kaivinkoneen valinta	optimaalista koneen valintaa ei tehty	optimaalinen koneen valinta tehty
Kaivinkoneen koko	Koko ei optimaalinen	koko optimaalinen
Kaivinkoneen kunto	huono	hyvä
Kaivuukorkeus	7890 -> 8725mm	
Kaivussyvyys	4800 -> 5900mm	
Kuljettajan ammattitaito	aloitteleva	ammattitaitoinen
Laatuvaatimukset	RALA-kriteerit eivät täyty	RALA-kriteerit täyttyvät

6.1. Kaivinkoneen työtehon seurantamallitaulukko

Kaivinkoneen työtehon seurantamallissa arvioidaan muuttajat niin, että muuttajien yhteisprosenttiosuus on sata (taulukko 7). Muuttajat täytyykin ensin suhteuttaa keskenään. Muuttajat täytyy myös arvioida suhteessa kokonaistyötehoon, ja arvioida jokaisen muuttujan prosentuaalinen osuus siitä. Seurantamallin oletusarvoina (23 tonnia painavan tela-alustaisen kaivinkoneen työtehon laskelmista) käytetään suuntaa-antavasti maankaivuuluokkamuuttujan yhteydessä tehtyjä laskelmia (vähennetty muuttujan työtehoarvo sadasta prosentista) sekä yrityksen kanssa tehtyjä arvioita siitä, missä suhteessa eri muuttajat voisivat vaikuttaa kokonaistyötehoon. Koneteknisten muuttajien osuus nähtiin suuremmaksi kuin oletuslaskelmissa. Oletusarvoja voidaankin muuttaa yrityksen arvioiden perusteella riippuen mm. eri maalajista, työmaan sijainnista jne.

Kaivinkoneen työtehon seurantamalli aloitetaan laskemalla ensin koneteknisten muuttajien työteho erillisellä mallilla (taulukko 8). Koneteknisten muuttajien osalta seurantamallin muuttajat muodostavat yhteensä 30%. Koneteknisten muuttajien painoarvo nähtiin suurena suhteessa kokonaistyötehoon. Mikäli työteho ei ole optimaalinen, vähennetään saatu työtehoarvo sadasta. Tämä arvo lisätään kaikki muuttajat sisältävään seurantamalliin (taulukko 9) niin, että kaikki konetekniset muuttajat ilmaistaan yhdellä rivillä yhdistettynä

konemuuttujana. Näin sinne saadaan yksi konemuuttuja-arvo. Seurantamalleja voidaan käyttää myös itsenäisesti työmaan eri vaiheissa tarpeen mukaan.

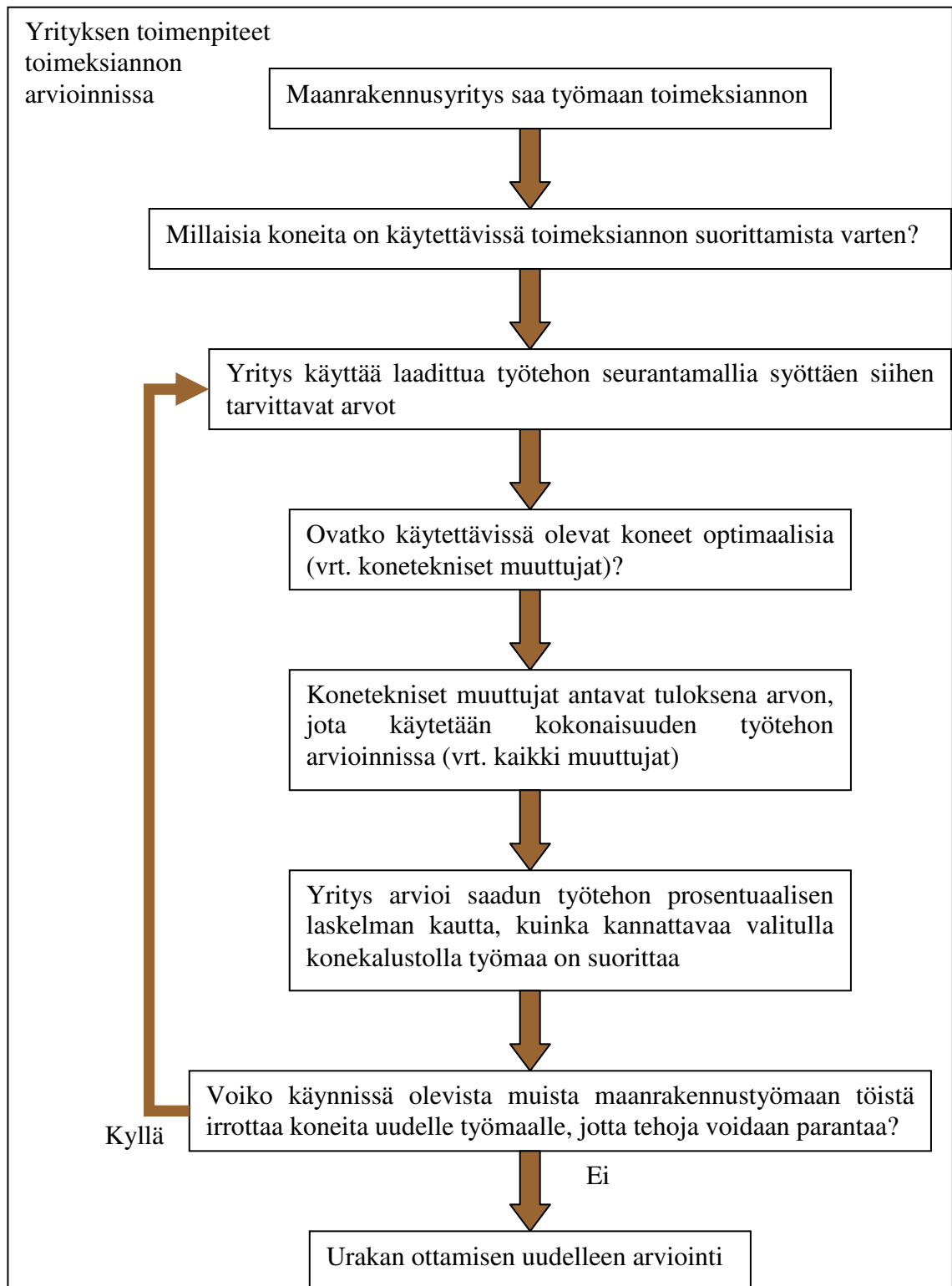
Seurantamalli laskee prosentteina kaivinkoneen työtehon, kun muutetaan eri muuttujien onnistumisprosenttia kahdella eri esimerkkikaivinkonetyypillä (New Holland telaalustainen kaivinkone ja Fiat Hitachi pyöräalustainen kaivinkone ja niiden puomiominaisuuksilla (kiintopuomi ja kolmoistaittopuomi). Kun muuttuja ei ole se paras mahdollinen, tehoprocentti laskee. Mikäli valitaan Y, eli se on optimaalinen, silloin kaivinkoneen työteho on 100 prosenttia. Kun taas valitaan N, niin silloin se ottaa sen prosentin, joka on sen parametrin vaikutus. Niitä prosentteja ei voi laskea suoraan yhteen, koska teho ei kuitenkaan koskaan ole nolla (ellei se kone ole sammuksissa), vaan ne vaikutukset kerrotaan keskenään (ks. taulukot 7, 8 ja 9).

Taulukon kaavaesimerkit:

- työtehon prosentti: $=E2 * E3 * E4 * E5 * E6 * E7 * E8 * E9 * E10 * E11 * E12$
- N: $=JOS(D2="Y";100\%;1-C2)$

6.2. Seurantamallin käytön systemaattinen hyödyntäminen

Seurantamallin hyödyntämiseksi systemaattisesti on laadittu prosessikuvaus (ks. kuva 10.) konekaluston käytön optimoimiseksi eri urakoissa. Mikäli yritys arvioi käytettävän konekaluston liian tehottomaksi, se voi harkintansa mukaan yrittää irrottaa muualta tehokkaampaa kalustoa (vrt. työmaasuunnittelu) tai jopa arvioida urakan kannattavuuden kokonaan uudelleen.



Kuva 10. Seurantomallin systemaattisen hyödyntämisen prosessikuvaus

7. KAIVINKONEEN TYÖTEHON SEURANTAMALLI KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä kappaleessa tarkastellaan kaivinkoneen työtehon seurantamallia ensin maankaivuuluokkamuuttujan suhteen, sitten seurantamallin sen hyötyjä ja mahdollisuuksia tilaajayritykselle.

7.1. Seurantamallin soveltaminen maankaivuuluokkamuuttujan suhteen

Koska maankaivuuluokkamuuttuja nousi yhdeksi keskeiseksi muuttujaksi kaivinkoneen työtehossa, seurantamallia sovellettiin tähän muuttujaan laajemmin. Pohjana käytettiin taulukkoa 10 ja sen arvoja, jolloin esimerkkikaivinkonetyypit ja puomiominaisuudet korvattiin kaivinkoneiden painoluokilla. Tältä pohjalta saatiin itse seurantamalliin oletusarvot tela-alustaiselle kaivinkoneelle 23 tonnia. Kaivinkoneiden työsaavutukset eri kaivuuluokissa esitetään taulukossa 10. /6, s. 32/.

Taulukko 10. Eri kaivuuluokitusten kaivinkoneiden työsaavutukset (m³/ tv eli kuutio/työvuoro).

KKH (tn)	A	B	C	D
30	162	153	141	125
22	132	124	112	96
20	126	118	104	89

Materiaalitiedot:

A= HkSr, Hk, Si, märkä Sa, Lj, Mu ja Tv

Kaivuuluokat E1-E3, H1, H2 ja K1

B= Lajittuneet kiviset maalajit

Kaivuuluokka K2 tai A + routaa 40 cm

C= Kuiva Sa, SiMr ja HkMr

Kaivuuluokat H3, M1 ja M2 tai B + routaa 40–50 cm

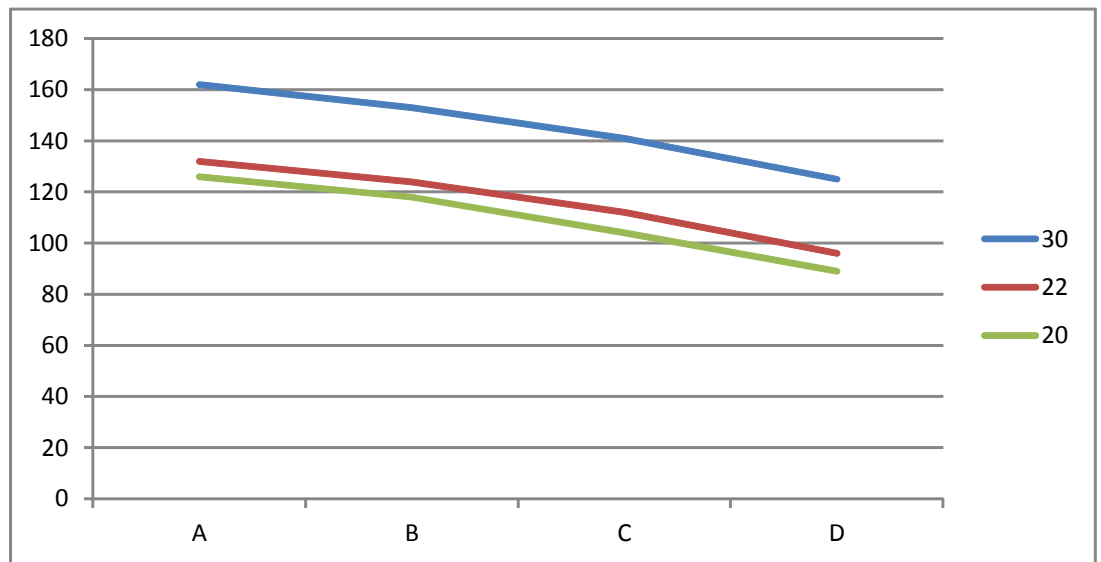
D= Pohjamoreeni, Lo ja lohkareinen Mr

Kaivuuluokat M2 ja M3 tai C + routaa 50–60 cm

Taulukossa 11 on kuvattu, mitä suureita luvut sarakkeissa A, B, C ja D ovat, eli kuinka paljon maata on kaivettu tietyssä ajassa (=Teho). Teho ilmaistaan m³/tv eli kuutio/työvuoro.

Taulukko 11. Kaivuuteho.

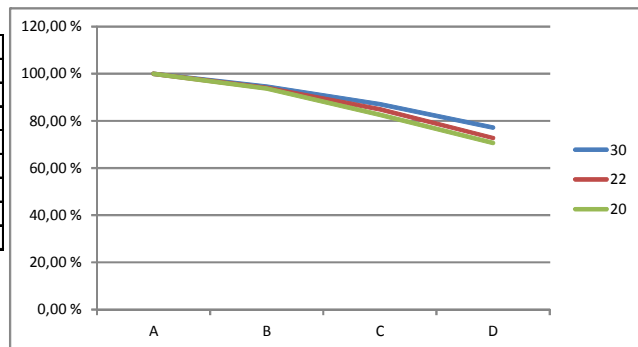
	A	B	C	D
30	162	153	141	125
22	132	124	112	96
20	126	118	104	89



Se, kuinka paljon nämä eri muuttujat vaikuttavat kaivinkoneen työtehoon, voidaan kuvata myös numeerisesti (ks. taulukko 12). Esim. jos New Hollandilla tehtävässä työssä ei ole tehty kaivuuluokitusta, se voi laskea työtehoa x prosenttia. Jos koko ei ole optimaalinen, niin se voi laskea työtehoa y prosenttia (vrt. taulukko 10). Kun ajatellaan, että pehmeän maan kaivamisessa on käytössä 100%:n teho). Esimerkiksi 30 tonnin koneen kaivaessa D-tyypin maata sen työteho on 77% sen optimaalisesta työtehosta. Tämä myös kuvaa sen, että mitä pienempi kone, niin sitä suurempi vaikutus maa-aineksella on tehoon.

Taulukko 12. Numeerinen kuvaus kaivinkoneen työtehosta.

	A	B	C	D
30	162	153	141	125
22	132	124	112	96
20	126	118	104	89
	A	B	C	D
30	100,00 %	94,44 %	87,04 %	77,16 %
22	100,00 %	93,94 %	84,85 %	72,73 %
20	100,00 %	93,65 %	82,54 %	70,63 %

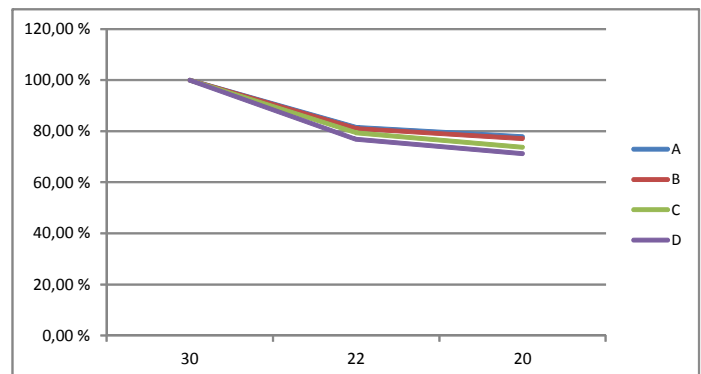


Taulukossa 13 on käännetty taulukossa 12 kuvatut luvut toisinpäin, jolloin nähdään, mikä vaikutus koneen koolla on sen tehoon. Joten esimerkiksi D-tyyppin maa-aineksella 20 tonnin koneen teho on vain 71 prosenttia 30 tonnin koneen tehosta.

Taulukko 13. Koneen koon vaikutus työtehoon.

	30	22	20
A	162	132	126
B	153	124	118
C	141	112	104
D	125	96	89

	30	22	20
A	100,00 %	81,48 %	77,78 %
B	100,00 %	81,05 %	77,12 %
C	100,00 %	79,43 %	73,76 %
D	100,00 %	76,80 %	71,20 %

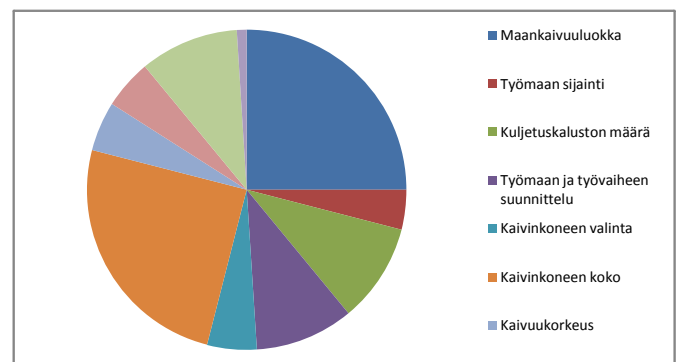


Taulukossa 14 arvioidaan, että kuinka paljon kukin parametri eli muuttuja vaikuttaa työtehoon. Maatyyppi sai laskemaan tehon pahimmillaan 70 %, joten sen vaikutus on aika

iso, sama koskee myös koneen kokoa. RALA-kriteereillä tuskin on vaikutusta muuta kuin välillisesti (tekninen osaaminen ja resurssit näkyy kuljettajien osaamisessa ja taloudellinen tila samoin).

Taulukko 14. Eri muuttujien vaikutus työtehoon.

Maankaivuuluokka	25 %
Työmaan sijainti	4 %
Kuljetuskaluston määrä	10 %
Työmaan ja työvaiheen suunnittelu	10 %
Kaivinkoneen valinta	5 %
Kaivinkoneen koko	25 %
Kaivuukorkeus	5 %
Kaivuusyvyys	5 %
Kuljettajan ammattitaito	10 %
Laatuvaatimukset	1 %



Taulukossa 15 havainnollistetaan, miten kaivinkoneen työtehoa voidaan laskea. Keltaisella maalattut on laskettu niiden kaivuutehojen perusteella, mutta muita lukuja voidaan muuttaa tarvittaessa. Sarakkeiden Y/N jälkeisiä sarakkeiden kaavoja ei voida muuttaa, kaikkia muita voidaan tarvittaessa. Riville TEHO kaava laskee tehon sillä perusteella, mitkä muuttujat on valittu optimaalisiksi ja mitkä ei. Eli esimerkkinä, kun maankaivuuluokka ei ole se paras mahdollinen, teho laskee 30 tonnin koneella 162:sta 125:een. Tehon yksikkö on m^3/tv eli kuutio/työvuoro.

7.2. Seurantamalli Maajukka Oy:n työmaalla kerrostalon pohjatöissä

Kaivinkoneen työtehon seurantamallia käytetään samalla työmaalla sen eri vaiheissa: valitaan kone ja arvioidaan työteho raivaus-, perustatyö- ja viimeistelyvaiheissa. Yksittäisessä yrityksessä vaikuttaa, ketä muita urakkaan on lähdössä, jotta kemiat ja kalusto porukassa pelaavat yhteen. Tällöin työmaan ja työvaiheiden suunnittelu sekä ohjeistusten antaminen korostuvat. Myös pitkä kokemus alalta on hyödyksi, kuten Maajukka Oy:n tapauksessa. NH ja FH- kaivinkoneet täydentävät toisiaan urakan aikana.

Jyväskylän alueen Lutakon kerrostalon pohjatöissä käytettiin ensin tela-alustaista NH kolmoistaittopuomilla varustettua kaivinkonetta ja viimeistelyvaiheessa pyöräalustaista FH kolmoistaittopuomista kaivinkonetta. Kiintopuomisia kaivinkoneita ei käytetty lainkaan.

New Holland E 215 kolmoistaittopuomi

Kaivinkoneen työteho laskettiin Maajukka Oy:n antamien arvioarvojen mukaan ensin koneteknisten (taulukko 16) ja sitten kaikkien muuttujien osalta (taulukko 17). Arvot löytyvät sarakkeista NH MB = monoboom eli kiintopuominen ja NH TB = triple boom eli kolmoistaittopuominen. Kaivinkoneen valinta ja kaivinkoneen koko olivat merkittävimpiä muuttujia Maajukka Oy:llä tässä maanrakennusurakassa koneteknisten muuttujien osalta. Kaikkien muuttujien osalta maankaivuuluokka ja kuljettajan ammattitaito arvioitiin keskeisiksi tekijöiksi suurilla prosentuaalisilla osuuksilla konemuuttujan lisäksi. Tulokset osoittivat, että mikäli Maajukka Oy olisi valinnut tela-alustaisen kaivinkoneen kiintopuomilla, olisi työteho laskenut jopa noin 40 prosenttia.

Fiat Hitachi EX 135 W kolmoistaittopuomi

Pyöräalustainen kaivinkone soveltuu käytettäväksi jo osittain valmiilla pinnoilla, esimerkiksi asfaltti- ja rakentamisen viimeistelytyöissä), joissa käsitellään pienempiä massamääriä. FH kolmoistaittopuomista pyöräalustaista kaivinkonetta käytettiin Lutakon alueen kerrostalon maanrakennuksen viimeistelytyöissä. FH kaivinkoneen työteho laskettiin Maajukka Oy:n antamien arvioarvojen perusteella ensin koneteknisten (taulukko 16) ja sitten kaikkien muuttujien osalta (taulukko 17). Arvot löytyvät sarakkeista FH MB =

monoboom eli kiintopuominen ja FH TB = triple boom eli kolmoistaittopuominen. Kuten tela-alustaisen kaivinkoneen kohdalla kaivinkoneen valinta ja kaivinkoneen koko olivat merkittävimpiä koneteknisiä muuttujia Maajukka Oy:llä tässä maanrakennusurakassa. Kaikkien muuttujien osalta maankaivuuluokka ja kuljettajan ammattitaito arvioitiin samoin keskeisiksi tekijöiksi suurilla prosentuaalisilla osuuksilla konemuuttujan lisäksi. Pyöräalustaisessa FH kaivinkoneessa puomin käytön vaikutus oli suunnilleen samaa luokkaa kuin tela-alustaisen NH:n kohdalla. Pyöräalustaisen FH kaivinkoneen kolmoistaittopuomin työteho oli reilut 40% parempi kuin olisi ollut kiintopuomisella FH:lla.

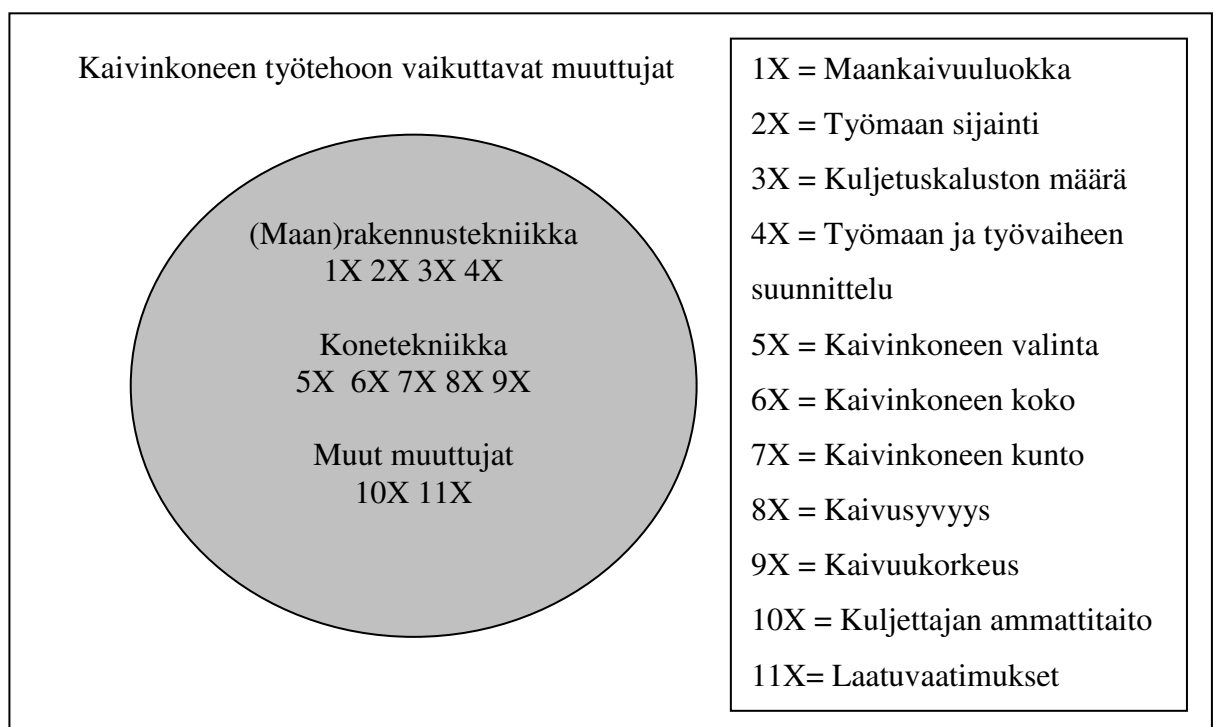
7.3. Seurantamallin hyödyt Maajukka Oy:lle

Tässä opinnäytetyössä laadittu kaivinkoneen työtehon seurantamalli palvelee Maajukka Oy:tä etenkin työmaan ennakkosuunnittelun ja laskennan apuna. Seurantamallin vahvuus on se, että erilaiset muuttujat on otettu huomioon ja koottu yhteen taulukkoon käytettävyyden lisäämiseksi, koska kahta identtistä työmaata ei ole. Tällöin eri työmaiden kaivinkoneiden työtehojen vertailu ei ole tarkoituksenmukaista, vaan tärkeintä on valjastaa työteholtaan tehokkain ja resurssien kannalta järkevin kaivinkone työmaalle. Seurantamalli toimii tämän valinnan apuvälineenä. Aina ei siis voida toimittaa parasta kaivinkonetta työmaalle, koska täytyy ottaa huomioon mm. yrityksen muut samanaikaiset työmaat. Taulukon käyttö korostuu nimenomaan työmaan suunnitteluvaiheessa, kun työmaalle valitaan koko kalusto inhimillisine tekijöineen (henkilökunta kemoineen). Rakentamisessa kaivinkone toimii harvoin yksin, vaan se on yksi osa muuta maanrakennusta. Työmaan suunnitteluvaiheen lisäksi kaivinkoneen työtehon seurantamallitaulukon avulla Maajukka Oy voi myös seurata kaivinkoneidensa konkreettista työtehoa ja reagoida niihin muuttujiin, jotka eivät toteutuneet parhaalla mahdollisella tavalla, jo projektin aikana tai jälkikäteen. Tällöin niihin on jatkossa helpompi kiinnittää enemmän huomiota.

Lisälaitteiden merkitys kaivinkoneen valinnassa ja työskentelyssä on myös merkittävä. Työmaan suunnittelusta vastaavan henkilön täytyy tietää, mikä kauha soveltuu mihinkin. Kaivinkoneen normaaliin varustukseen kuuluu pääsääntöisesti kolme kauhaa: kynsikauha, leveämpi kauha maan tasauksiin ja kapeampi tasateräinen kauha putkiurien kaivauksiin sekä muihin pienimuotoisiin kaivauksiin. Routakoukku kuuluu myös Maajukka Oy:n kaivinkoneiden varustukseen. Kaivinkoneisiin on lisäksi saatavissa erilaisia kahmareita erilaisten materiaalien käsittelyyn, mm. iskuvasara. Maajukka Oy:n NH:sta löytyy myös iskuvasara. 3D-ohjaus-/ mittauslaitteet eivät ole vielä käytössä Maajukka Oy:n kalustossa. Kaivinkoneissa on taittopuomit, jolloin niistä saa paremmat irrotustehot irti ja erilaiset kauhakulmat erilaisissa kaivupaikoissa helpottavat työtä. Kolmoistaittopuomilla (triple articulation) varustettu kaivinkone antaa tehostetun suojan, jonka avulla kuljettaja voi työskennellä lähempänä peruskonetta kuin kiintopuomisella kaivinkoneella. Tämä lisää kaivinkoneen kauhakapasiteettia, mikä hyödyttää työskentelyä mm. kivikkoisella työmaalla tai reunatöissä.

8. YHTEENVETO JA POHDINTA

Kaivinkoneen työtehon seurantomalliin koottiin tämän selvityksen tuloksena saadut kaivinkoneen työtehoon vaikuttavat kuvan 11 mukaiset muuttujat sekä arvioitiin niin kirjallisuuden, omien laskelmien kuin yrityksen kanssa saatujen eri muuttujien prosentuaaliset arvot suhteessa kokonaistyötehoon. Tällaisia arvioita ja laskelmia ei ole aikaisemmin tehty tässä viitekehysessä, mikä on yksi tämän opinnäytetyön arvo. Taulukon uskotaan tuovan hyötyä yhtenä osana maanrakennusta, ja sitä muuntelemalla palvelevan seuranta kaivinkoneiden käytössä ja niiden työtehossa. Taulukko voi toimia myös ”muistilistana” tai perehdyttämismateriaalina uusille työntekijöille. Koska tämä opinnäytetyö kuuluu konetekniikkaan, aihetta käsiteltiin nimenomaan kaivinkoneiden ja niiden teknisten ominaisuuksien näkökulmasta. Moni muuttuja (esimerkiksi laatuvaatimukset) on ns. laadullinen, johon ei ole olemassa yhtä oikeaa vastausta → tällaisen muuttujan sijoittaminen taulukkoon oli haasteellista mutta oleellista.



Kuva 11. Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavat muuttujat

Leikkauskorkeus sekä puomin ja kauhan kääntökulma voisivat olla myös kaivinkoneen työtehoon vaikuttavia tekijöitä, mutta niitä ei otettu tähän tarkasteluun, koska tietoja ei löytynyt kyseisten esimerkkikaivinkoneiden kohdalla. Yleensäkin tämän opinnäytetyön teon haasteena olivat vähäinen kirjallisuus aiheesta ja kaivinkonetyyppien suomenkielisten manuaalien/ ohjekirjojen puuttuminen. Kyseisiä ohjekirjoja ei ollut myöskään Maajukka Oy:n käytössä, joten tämän selvityksen toivotaan tuovan lisäarvoa myös kaivinkoneiden ominaisuuksien jäsentämisen tiimoilta. Tämän selvityksen päätavoitteena oli löytää kaivinkoneen työtehoon vaikuttavat muuttujat, arvioida niiden väliset suhteet ja taulukoida ne yritykselle, mihin tämä selvitys opinnäytetyön tekijän mielestä vastasi hyvin. Maajukka Oy otti seurantamallin käyttöön sekä työmaan suunnitteluvaiheessa että urakan aikana ja sen jälkeen, jolloin selvityksen voidaan katsoa onnistuneen ja päässeen tavoitteeseensa.

Jatkotutkimusaihe voisi olla seurantamallin käyttöönoton tarkastelu pidemmällä aikavälillä sekä työtehoon vaikuttavien muuttujien tarkempi tarkastelu erikseen eri työmailla. Samoin aihetta voisi laajentaa ottamalla koko maanrakennuskalusto mukaan tarkasteluun. Myös kaivinkoneen uusien lisävarusteiden (esimerkiksi 3D) käyttöönoton tarkastelu olisi kiintoisaa. Mielenkiintoista olisi myös tietää, miten ja millaisella koulutuksella kaivinkoneen kuljettajan ammattitaito paranee ja sitä kautta työteho kasvaa.

9. LÄHDELUETTELO

- /1/ Fiat-Hitachi EX 135W [WWW -esite]
[<http://www.werktuigen.nl/productinformatie/viewpdf/dXNlcmZpbGVzL2ZpbGUvRmlhdC1laXRhY2hpL0dyYWFmbWFjaGluZXMgd2llbC9GaWF0LUhpdGFjaGlleDEzNXcucGRm.pdf>] 7.11.2011.
- /2/ Fiat-Hitachi EX 135W [WWW -esite]
[http://www.ee-industry-equipment.com/deposit/Fiat%20Hitachi%20Ex%20135_fe240.pdf] 5.11.2011.
- /3/ Hartikainen, O-P. 2000. Maanrakennustekniikka. Helsinki: Otatieto.
- /4/ Helakorpi, S. 1992. Ammattitaito ja sen analysoiminen. Hämeenlinna: Prometec Oy.
- /5/ Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- /6/ Honkimaa, M. & Alitupa, R. 2011. Sivusiirrettävä ratasilta ja sen vaatimat resurssit. Savonia ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö.
- /7/ Kuivanen, M. 2009. Maanrakennusliikkeen kalusto, sen ylläpito ja hankinta. Tampereen ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö.
- /8/ Maarakennuskoneet. [WWW -opas]
[<http://www.konevalitys.com/index.php/kaiivukoneet.html>] 25.10.2011
- /9/ New Holland E 215C spec sheet [WWW -esite]
[<http://europe.construction.newholland.com/>] 7.11.2011.
- /10/ Nikkola, Viljamaa, Virtanen & Vaasa. 1993. Laaja Fysiikka III.
- /11/ Oksanen, V. 2010. Kuormaus- ja vastaanottokoneiden yhteensovittamisen optimointi. Tampereen ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö.
- /12/ Rakentamisen Laatu Ry.
[<http://www.rala.fi/palvelut/patevyys/>] 6.11.2011.
- /13/ Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. 1999. Geotekniikka. Helsinki: Otatieto.
- /14/ Rasmus, R. 2005. Maanrakennuspruju.
- /15/ Työsuojeluhallinto.
[<http://www.tyosuojelu.fi/fi/turvallisuussuunnittelu>] 6.11.2011


LIITELUETTELO

LIITE 1. Tekniset tiedot New Holland –kaivinkoneesta.

LIITE 2. Tekniset tiedot Fiat Hitachi –kaivinkoneesta.


LIITE 3. Fiat Hitachin kaivurikäyrien tiedot.

Liite 1. Tekniset tiedot New Holland –kaivinkoneesta. /9, s. 2./


 **ENGINE TIER 4 INTERIM**

Make and model FPT F4HFE613S-A0002
 Net flywheel Power (ISO 14396/ECE R120) 129 kW/173 hp (2000 rpm)
 Maximum torque 740 Nm (1 400 rpm)
 Type diesel, electric common rail, direct injection, intercooler, Selective Catalytic Reduction (SCR), exhaust after treatment with AdBlue
 Displacement 6 728 l
 N. of cylinders 6
 Bore x stroke 104 x 132 mm


Remote engine oil filter for easy replacement
Electronic engine rpm control, dial type
Auto-Idling selector returns engine to minimum rpm when all controls are in neutral position
-25° outside temperature start as standard equipment
 The engine complies with 97/168/EC standards stage 3B

 **ELECTRICAL SYSTEM**

Voltage / Alternator 24V / 70A
 Starter motor 4 kW
 Maintenance-free batteries 2 x 12V / 160 Ah


 **TRANSMISSION**

Type hydrostatic, two-speed, Automatic DownShift
 Travel motors axial piston type, double displacement
 Brakes automatic discs type
 Final drive oil bath, planetary reduction
 Gradeability 70% (3.5°)
 Travel speeds: low 0 - 3.7 km/h / high 0 - 5.7 km/h
 Drawbar pull 192 kN

 **UNDERCARRIAGE**

X-frame undercarriage design
 Reinforced track chain with sealed bushing

	E215C EL	E215C L	E215C LC
Track rollers (each side)	8	8	8
Carrier rollers (each side)	2	2	2
Length of track on ground (mm)	3660	3660	3660
Gauge (mm)	1990	2200	2390
Shoes (mm)	500-600	600-700	600-700
	700	800-900	800-900
Shoe type	Tractor type triple grouser shoe		
No. for each side	49		
Height of grouser shoe	26 mm		

 **HYDRAULIC SYSTEM**

High capacity double pumps with electronic delivery adjustment.
 Variable displacement pistons pumps revert in neutral automatically to zero. Main Control Valve with Fail Safe Function and Anti drift valve.
 H.A.O.A. (Hydrotronic Active Operation Aid)
 E.S.S.C. (Engine Speed Sensing Control)
 D.O.C. (Dipper Optimised Control)
 C.P.B. (Continuous Power Boost)


3 working Modes
 H Mode - Heavy duty excavation work
 S Mode - Standard digging and loading work
 E Mode - Fuel Economy

Attachments Modes
 A Mode - Auxiliary attachments (two-way auxiliary)
 B Mode - Breaker (one-way auxiliary)
 Attachments flow and pressure setting from cab, 18 presets storage


Hydraulic pump
 Max flow at rated engine speed 2 x 220 l/min
 Piloting circuit gear type pump max 20 l/min

Directional control valves
 Type 8 spool valve


System Pressures
 Boom, Arm & Bucket 34.3 MPa
 with Power Boost 37.8 MPa
 Swing 29 MPa
 Pilot control Circuit 5 MPa

 **CAPACITIES**

Fuel tank 320 l
 Hydraulic system (incl. 167 l tank) 255 l
 Cooling system 24 l
 AdBlue tank (Urea) 89 l

 **SWING**

Swing motor axial piston type
 Swing brake hydraulic brake
 Swing speed 0-12.8 rpm

 **CAB AND CONTROLS**

Operator's cab
 Structure Fully enclosed steel structure
 EVO operator cabine evolution in comfort and safety compliant to ROPS (ISO 12117-2) and FOPS (ISO 10262 level II) standards
 Rear camera standard
 Monitor integrated multi-function control monitor with integrated rear view camera display

Operator's seat
 Operator's seat Adjustable and reclining device

Operation
 Engine control Rotary - type electric throttle
 Travel Two hand levers or two foot pedals for forward and backward operations of each track independently
 Excavating and swing Two hand levers for four operators

Liite 2 1(2). Tekniset tiedot Fiat Hitachi –kaivinkoneesta. /2./

FH koneen korkeus on 3.02m ja leveys on 2.53m. Teknisiä tietoja, muun muassa moottori, sähköjärjestelmä, hydraulikka, ajettavuus, kääntyvyys, akseli, jarrut, ohjaus ja renkaat löytyy tarkemmin tästä liitteestä.

Technische Daten

Motor

Leistung (DIN 6271) 76 kW/103 PS bei 2100 min⁻¹
Herstaller/Modell CUMMINS 4BT 3.9 C
Schadstoffartemur Turbodiesel nach EURO 1
Art und Arbeitsweise 4-Zylinder, 4-Takt-Diesal
Turboaufladung, Direktspritzung
Hubraum 3,9 l
Bohrung/Hub 102 x 120 mm
Elektronische Motor Drehzahl-Einstellung
Automatische Drehzahlrückstellung

Elektrische Anlage

Betriebsspannung 24 V
2 Batterien in Serie, wartungslos, Kapazität 100 Ah
Lichtmaschine 50 A
Anlasser 4 kW

Hydrauliksystem

Fortschrittliches Hydrauliksystem (A.H.S.) Closed Centre
Hydraulik-Stauventil mit LOAD-SENSING-Eigenschaften
und Summenleistungsregelung CCS für hervorragende
Leistungen bei gleichzeitigen und simultanen Arbeits-
bewegungen.
SPC (Drehwerksdruckkontrolle). Die SPC Steuerung wirkt
automatisch auf die Fördermenge der Schwenkpumpe.
CCS (Kaltklima-Anpassung) stellt rasche Verfügbarkeit aller
Maschinenfunktionen bei niedrigen Temperaturen sicher.
Zwei regelbare Haupthydraulikpumpen

1. Pumpe für Arbeitsausrüstung und Fahrtrieb
– max. Fördermenge 191 l/min
– max. Arbeitsdruck 300 bar

2. Pumpe für Schwenktrieb
– max. Fördermenge 58 l/min
– max. Arbeitsdruck 310 bar

Hydraulizylinder Anzahl
– Hubzylinder 2
Bohrung x Hub 105 x 960 mm
– Löffelzylinder 1
Bohrung x Hub 115 x 1150 mm
– Löffelzylinder 1
Bohrung x Hub 95 x 995 mm
– Stützylinder 1
Bohrung x Hub 150 x 715 mm
Hub- und Löffelzylinder mit Endlagendämpfung

Fahrtrieb

Wahlweise automatische oder manuelle Schaltung des
Lastschaltgetriebes in den zwei Arbeitsbereichen (Bagger-
betrieb/Strassenfahrt).
Die geschaltete Getriebebestellung wird zur Sicherheit und
Komfort des Fahrers über einen elektronischen Monitor dar-
gestellt. Die Anwahl der Getriebe-Schaltstufe erfolgt über einen
Druckschalter in ergonomisch günstiger Anordnung.
Die TDC-Einrichtung (Fahrerlenkung) reduziert bei
Teilfahrt den Bremsaufwand der Betriebsbremse.

Fahrtrieb - schnell (Ausland)		
Geschwindigkeiten	km/h	Stoßfähigkeit %
Arbeit	0 - 8,0	65
Arbeit, langsam	0 - 2,5	
Strassenfahrt, schnell	0 - 32,0	25
Strassenfahrt, langsam	0 - 10,0	

Fahrtrieb - langsam (Deutschland)		
Geschwindigkeiten	km/h	Stoßfähigkeit %
Arbeit	0 - 5,0	65
Arbeit, langsam	0 - 2,0	
Strassenfahrt, schnell	0 - 20,0	25
Strassenfahrt, langsam	0 - 8,0	

Schwenktrieb

Schwenkmotor 1 Axialkolbenmotor
Schwenkparkbremse autom. Lamellenbremsen,
Federspeicher
Schwenkgetriebe Planetenuntersetzung, Ölbad
Drehgeschwindigkeit 0,0 min⁻¹
Drehkranz, Innenverzahnung Im Fettbad

Achsen

Neue Achsen mit im Ölbad laufenden Lamellenbremsen.
Hinterachse star.
Vorderachse pendelnd ±7°
Pendelachsblokkierung hydraulisch, Sicherheitsventil für
autom. Achsblokkierung.

Bremssystem

Betriebsbremse: Allrad-Lamellenbremse im Ölbad.
Arbeitsbremse: Allrad-Lamellenbremse im Ölbad zusätzlich
Pendel-Achsblokkierung.
Parkbremse: Federspeicher-Lamellenbremse im Ölbad, in
Hinterachse.

Lenkung

Hydraulische Lenkung mit Notlenkeigenschaften
System Orbitrol
Lenkpumpe Zahnradpumpe

Bereifung

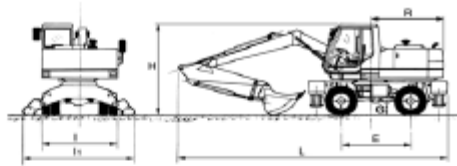
Standard 8 x 10,00 - 20
Zwischenringe Standard 4 x 18 - 19,5

Füllmengen

MOTOR
– Motoröl 11 l
– Kühlmittel 20 l
Kraftstoff 250 l
Hydrauliksystem 110 l

Liite 2 2(2). Tekniset tiedot Fiat Hitachi -kaivinkoneesta. /2./

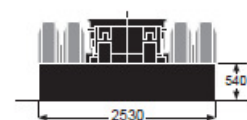
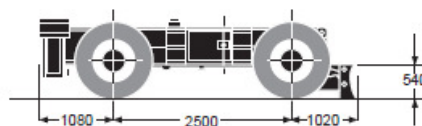
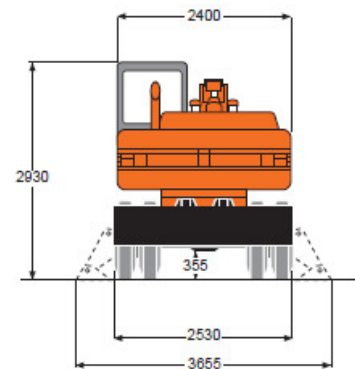
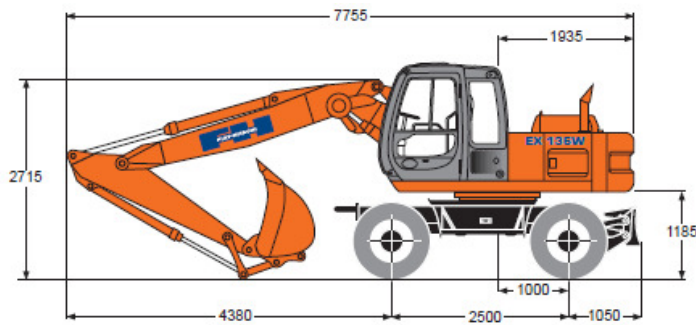
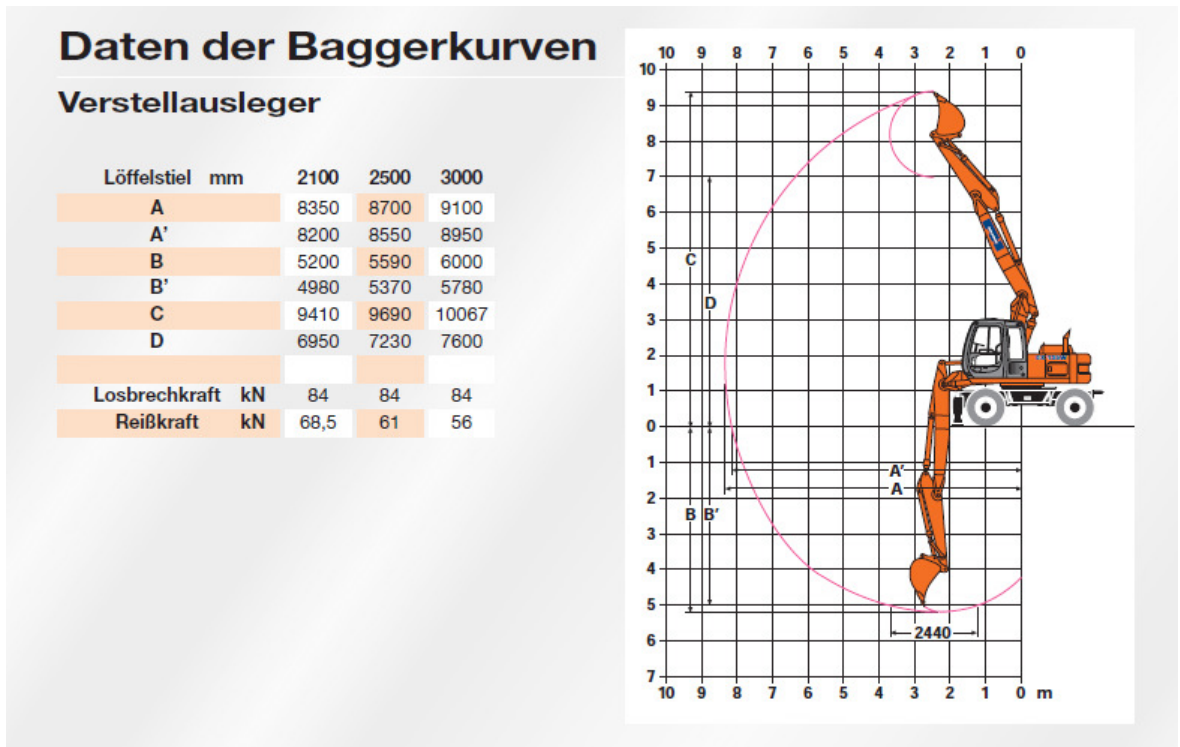
FIAT-HITACHI EX 135 W



FIAT-HITACHI EX 135 W

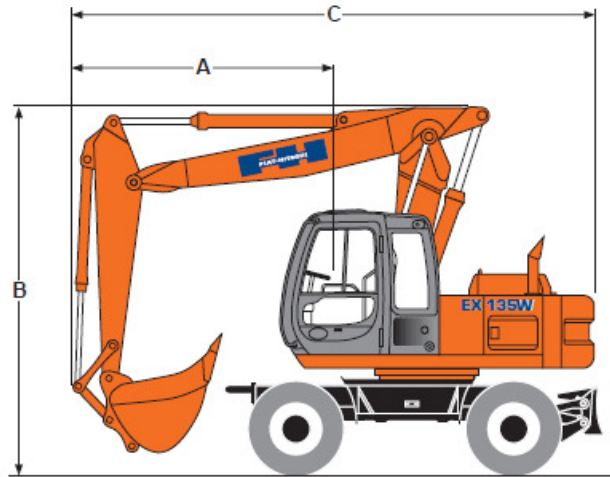
Brought into service	2001
Power	76.00 kW
Mass	14.70 t
Length (L)	7.47 m
Width (W)	2.53 m
Height (H)	3.02 m
Anti-theft protection	No
Current	No
EMERGENCY STOP DEVICE	
GENERAL	
Width with stabilisers deployed (I1)	3,65 m
Ground clearance (G)	35 cm
Wheelbase (E)	2,50 m
Rear storage arm (R)	1,93 m
Overall lock arm	
Standard tyre dimensions	18x19.5
Number of stabilisers	2 + LAME
Number of powered axles	2
MOTOR	
Brand	CUMMINS
Type	4 BT 3.9C
Speed of rotation	2100 tr/min
Speed of movement	32 km/h
BACKHOE EQUIPMENT	

Liite 3 1(2). Fiat Hitachin kaivurikäyrien tiedot./1, s. 12-14./

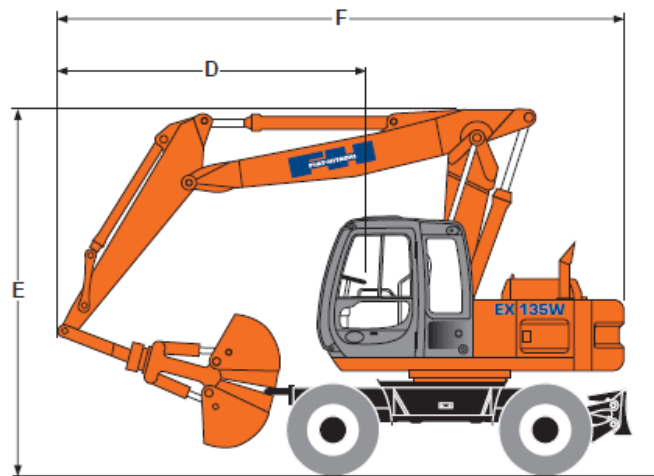


2 Prätzen vorn oder hinten	Planierschild vorn oder hinten	Planierschild 2 Prätzen jeweils vorn oder hinten
14400 kg	14000 kg	15000 kg

Liite 3 2(2). Fiat Hitachin kaivurikäyrien tiedot. /1, s. 12-14./



Löffelstiel	mm	2100	2500	3000
A		2715	3440	3950
B		3950	4000	4000
C		5580	6300	6800



Löffelstiel	mm	2100	2500	3000
D		3375	3500	3962
E		3950	3990	4640
F		6345	6405	6826