

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, yhdyskuntatekniikka
Ville Oksanen

Opinnäytetyö

Kuormaus- ja vastaanottokoneiden yhteensovittamisen optimointi

Työn ohjaaja

Lehtori, DI Hannele Kulmala

Työn tilaaja

Soraset Yhtiöt, tekninen johtaja, DI Mikko Uusi- Marttila

Tampere 12/2010

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, yhdyskuntatekniikka

Oksanen, Ville
Opinnäytetyö

Sivumäärä
Valmistumisaika
Työn ohjaaja
Työn tilaaja

Kuormaus- ja vastaanottokoneiden
yhteensovittamisen optimointi
66 sivua
12/2010
Lehtori, DI Hannele Kulmala
Soraset Yhtiöt Oy, DI Mikko Uusi- Marttila

TIIVISTELMÄ

Työssä käsiteltiin kuormaus-, kuljetus- ja vastaanottokaluston yhteensovittamista. Työssä käytiin läpi työsuunnittelua, kaluston valintaa, kaluston soveltuvuuksia ja esimerkkikohteen esittelyä sekä vertailua olemassa oleviin mitoitustaulukoihin.

Työn tarkoituksena oli määrittää Soraset Yhtiöt Oy:tä varten kaivinkoneille ja kuorma-autoille mitoitustaulukot kaluston valinnan helpottamiseksi. Työ tehtiin seuraamalla kaivinkoneiden kuormaustehoja ja kuorma-autojen kuljetustehoja. Tulosten avulla määritettiin työmaalta saadut tehot kaivinkoneille ja kuorma-autoille.

Näitä tuloksia vertailtiin RATU-korteissa annettuihin tehoihin.

Työssä käytettiin apuna kirjallista materiaalia ja työmaalta raportin laatijan itse keräämää aineistoa.

Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering, Civil Engineering

Oksanen, Ville
Engineering Thesis

Optimisation in coordinating of loading and
unloading equipment

Number of pages

66 pages

Date

12/2010

Thesis supervisor

Hannele Kulmala

Commissioning company

Soraset Yhtiöt Oy, Mikko Uusi- Marttila

Abstract

In this engineering thesis I am going to be talking about coordinating of excavators and transport equipment. I am talking about stage planning, machine selection, machine quality and introduction of the example worksite. I am also comparing results to existing tables.

The purpose of the research was to determine measuring tables for Soraset Yhtiöt Ltd to help choosing excavators and trucks.

In this thesis written documents and research from worksites have been used as sources.

Keywords

loader, transport, unloading

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	6
2	Käytettävä kalusto	7
2.1	Kuljetuskalusto.....	7
2.1.1	Maansiirtoautot.....	7
2.1.2	Dumpperit.....	8
2.1.3	Pyöräkuormaajat	9
2.1.4	Puskutraktorit.....	9
2.1.5	Kuorma-autot.....	10
2.1.6	Kuljetusreitin valinta.....	11
2.1.7	Kuljetuskaluston valinta	12
2.2	Kuormauskalusto	12
2.2.1	Kaivukoneet.....	12
2.2.2	Tela-alustaiset kaivukoneet	13
2.2.3	Pyöräalustaiset kaivukoneet.....	14
2.2.4	Pyöräkuormaajat	14
2.2.5	Koneen työteho	15
2.3	Vastaanottokalusto	16
2.3.1	Yleistä vastaanottokalustosta	16
2.3.2	Kunnallistekniset työt.....	16
2.3.3	Rakennuspohjat.....	17
2.3.4	Tienrakentaminen.....	17
3	Massojen tilavuuden määrittäminen.....	18
4	Massansiirtosuunnitelmat ja lähtötietojen käsittely	21
5	Työmaan esittely.....	24
5.1	Työmaalta saatu aineisto.....	24
5.2	Kuormausaika.....	25
5.3	Kuljetuskalusto työkohteessa	25
5.4	Kuormauskalusto työkohteessa	25
6	Tulosten tarkastelu.....	26
7	Johtopäätökset	29

Lähteet.....	30
Liitteet	31
Liite 1: Kuormakirjat.....	31
Liite 2: Autojen ja koneen kellotusten taulukko.....	33
Liite 3: Moreenin päivittäiset ajomäärät	37
Liite 4: Louheen päivittäiset ajomäärät	40
Liite 5: Soran päivittäiset ajomäärät	43
Liite 6: Autojen ja koneiden tunnit.....	46
Liite 7: Tehon määrittäminen	49
Liite 8: Ajetut määrät kohteittain.	58

1 Johdanto

Tämän Soraset Yhtiöt Oy:lle tehtävän opinnäytetyön laatija on toiminut Soraset Yhtiöt Oy:n palveluksessa vuodesta 2007. Työssä tarkastellaan kuormaus-, kuljetus- ja vastaanottokaluston yhteensovittamista tässä yhtiössä, tarkoituksena tehdä Soraset Yhtiöt Oy:lle työmaamestareille mitoitustaulukot leikkaus-, vastaanotto- ja kuljetuskaluston valinnan helpottamiseksi.

Työssä oli tarkoituksena määrittää kaivinkoneille ja kuljetuskalustolle työtehot maansiirtotöiden suunnittelun helpottamiseksi. Käytännössä työ tehtiin kellottamalla koneita ja autoja. Tuloksista kerättiin tilastot, joissa huomioitiin erilaiset muuttujat, kuten maalaji, kuljetusmatka ja konetyyppi. Maalajikkeista huomioitiin kaivettavuus, kuljetettavuus ja vastaanotettavuus. Työssä tarkasteltiin myös tieleikkausten, rakennuspohjien ja kunnallistekniikan kaivun eroavaisuuksia. Tietoa kerättiin yhdeltä työmaalta. Työkohde oli Tampereella Linnainmaan Prisma, jossa esiintyi kaikkia edellä mainittuja työvaiheita. Lisäksi raportissa käsitellään koneketjun valintaan vaikuttavia seikkoja ja annetaan vinkkejä kaluston valinnan helpottamiseksi.

2 Käytettävä kalusto

2.1 Kuljetuskalusto

Maarakennuskohteissa voidaan käyttää useita maarakennuskuljetuksiin soveltuvia laitteita. Tällaisia ovat

- maansiirtoautot
- dumpperit
- kuorma-autot
- työkoneet, erityisesti pyöräkuormaajat ja puskuotraktorit
- traktori-perävaunuyhdistelmät
- hihnat
- rautatiekalusto
- vesitiekalusto.

Yleisimmin näistä kuljetuskalustoista ovat käytössä maansiirtoautot, dumpperit, kuorma-autot, pyöräkuormaajat ja puskuotraktorit. Tutkitussa kohteessa käytettiin ainoastaan erilaisia kuorma-autoja ja pyöräkuormaajaa.

2.1.1 Maansiirtoautot

Maansiirtoautot (kuvio 1) ovat kaksiakselisia, vahvarunkoisia kuorma-autoja, joissa on teräksinen lava. Tämän vuoksi se kestää kivien, louheen ja maanajoa hyvin. Niissä ovat molemmat akselit vetäviä, mikä mahdollistaa ajoneuvojen liikkumisen melko vaikeakulkuisessa maastossa. Ne vaativat kuitenkin kovapohjaisen työmaatien. Maansiirtoautoilla liikutaan yleisten teiden ulkopuolella, eikä niitä saa rekisteröityä tieliikennekäyttöön. Maansiirtoautot soveltuvat suurten massamäärien kuljetukseen. Suomessa yleisesti käytetyt maansiirtoautot ovat MA 20, MA 35, MA 35 ja MA 45, joissa luku tarkoittaa hyötykuorman painoa tonneina (Hartikainen 2000, 74).



Kuvio 1: Maansiirtoauto.(Witraktor)

2.1.2 Dumpperit

Dumpperit (kuvio 2) ovat käytännöllisiä vaikeissa ja ahtaissa maasto-oloissa, ja kuljetusmatkan ollessa alle 3 km. Dumpperit ovat 2- tai 3-akselisia, korkealla maavaralla varustettuja runko-ohjattavia maansiirtokoneita. Ne soveltuvat louheen- ja maanajoon. Yleensä niillä siirretään maa-aineksia yleisten teiden ulkopuolella, mutta niitä saa rekisteröityä myös tieliikennekäyttöön. Tällöin niitä voidaan käyttää myös yleisillä teillä. Suomessa käytetään yleensä 10...40 tonnin dumppereita.



Kuvio 2: Dumpperi.

2.1.3 Pyöräkuormaajat

Pyöräkuormaajilla voidaan siirtää helppoja ja keskivaikeita maalajeja, kun siirtomatka on lyhyt. Yleensä pyöräkuormaajia käytetään kuormaustehtävissä esim. sora- tai kiviainesvarastoilla. Ne soveltuvat myös louheen lastaukseen. Lisäksi niitä käytetään murskaus-, asfaltti- ja seulonta-aseilla. Ne soveltuvat myös vastaanottopään koneiksi, jos kyseessä on tasaus- tai läjitystyö. Talvella pyöräkuormaajia käytetään auraus- ja lumenlastaustöissä. Helpon ja nopean siirrettävyyden johdosta pyöräkuormaajat soveltuvat hyvin työmaille, joissa on useita eri työkohteita.

2.1.4 Puskutraktorit

Puskutraktori (kuvio 3) on tela-alustainen työkone, joka sopii kovien maalajien siirtoon alle 100 m:n siirtomatkalle. Puskutraktoria voidaan käyttää vastaanottokoneena pengerryksissä ja tasauksessa. Puskutraktori saa telojensa avulla hyvän pidon ja tätä kautta suuren työntövoiman, jolla massoja saadaan liikuteltua. Se soveltuukin hyvin pehmeälle maapohjalle aiheuttamansa pienen pintapaineen johdosta. Puskutraktoreiden työpainot ovat 6–35 tonnien välillä.



Kuvio 3: Puskutraktori.

2.1.5 Kuorma-autot

Kuorma-autot soveltuvat parhaiten yleisille teille ja hyvälle työmaateille. Yleisimmin käytössä on 3-, 4- (kuvio 4) ja 5- akselisia kuorma-autoja sekä kasettirekkoja ja puoliperävaunullisia rekkoja. Nykyisen trendin mukaan 3-akseliset autot ovat hiljalleen poistumassa työmailta ja 5-akseliset tulossa vahvasti mukaan. On kuitenkin huomioitava kuorma-autojen soveltuvuus kyseiselle työmaalle. Autojen ketteryys vaihtelee suuresti, riippuen akselimäärästä. Puoliperävaunulliset autot vaativat jo melko suuren tilan kääntymiseen. Työtä voidaan myös tehdä syvässä kaivannossa, jolloin mäet voivat olla hyvinkin jyrkkiä. Tällöin esimerkiksi puoliperävaunullisilla autoilla voi tulla ongelmia kaivannosta nousemisessa. Kuorma-autojen kuljetusaikaan vaikuttaa hyvin paljon työmaan sijainti. Jos ollaan taajama-alueella tai vilkkaasti liikennöidyllä alueella, hidastavat muu liikenne ja liikennevalot autojen kulkua. Syrjemmässä muusta liikenteestä ei koidu niin suurta haittaa. Kuormauksessa myös kuljettajan ammattitaito vaikuttaa kuormauksen kestoon huomattavasti. Kuorma-autojen akselimäärällä on hyvinkin suuri merkitys niiden työtehon määrittämisessä. Tämä vaikuttaa myös kaivinkoneen työtehoon.

Kuorma-autojen kapasiteettiin vaikuttaa seuraavanlaisia muuttujia:

- tieluokka
- muu liikenne
- kuormakoko
- kuormauskoneen kapasiteetti
- kuljetusmatka
- purkupaikkojen kunto
- kuljettajan pätevyys
- työmaan suunnittelu/ työvaihekohtainen suunnittelu
- keliolosuhteet.



Kuvio 4: Pyörälustainen 18t:n kaivinkone ja 4-akselinen kuorma-auto.

Taulukko 1: Kuorma-autojen kokonaismassat ja hyötykuormat

Omapaino tn	10–11	13–14
Suurin kokonaispaino / tn	25–26	30–35
Suurin hyötykuorma / tn	15–16	n. 20
Suurin kuorma perävaunun kanssa tn	33–34	40

Puoliperävaunullisilla kuorma-autoilla suurin hyötykuorma on n. 30 tn.

2.1.6 Kuljetusreitin valinta

Taajama alueella käytetään useimmiten kuljetuskalustona kuorma-autoja. Työmaan sisäisiä kuljetuksia tehdään pyöräkuormaajilla, dumppereilla, puskutraktoreilla ja maansiirtoautoilla.

Yleisillä teillä yleensä valitaan lyhin reitti, mutta pitkän reitin valintaa voivat puoltaa lyhyen reitin tie- tai siltarajoitukset, muu liikenne, tarvittavien työmaateiden kalleus ja niiden vähäiset hyödyntämismahdollisuudet myöhemmin sekä paluukuljetukset (RIL 156 1995, 137).

Kuljetusreitit voivat myös olla urakkaohjelmassa ennalta määrättyjä.

2.1.7 Kuljetuskaluston valinta

Kuljetuskalustoa valittaessa pyritään yleisesti valitsemaan kustannuksiltaan halvin kokonaisuus. Valintaa usein monimutkaistavat työtehtävien ja olosuhteiden erilaisuus ja kuljetus- sekä kuormauskaluston tarjonnan vaihtelu. Valintaa tehtäessä usein onkin kyseessä keskimääräisesti edullisimman ratkaisun löytäminen (RIL 156 1995, 137).

2.2 Kuormauskalusto

2.2.1 Kaivukoneet

Koneen koko ja maalaji määrittävät koneen kapasiteetin ja palvelevat useita eri työtehtäviä (Hartikainen 2000, 47):

- kallio- ja maamassojen kaivu ja kuormaus leikkauksista ja varamaapaikoista
- ojien, purojen ja jokien kaivu ja perkaus
- raivausmaiden irrotus ja kuormaus
- rumpukuoppien, rakennusperustusten, viemärikanavien yms. kaivantojen teko
- paalutustyöt (lisälaitteella)
- nostokoneena
- raivaus-, tasaus- ja viimeistelytyöt.

Mitä suurempi kone on, sitä suurempi irrotusvoima sillä on. Jos maalaji on vaikeasti irroitettavaa, ei sitä pienellä koneella saada kunnolla kaivettua. Lisäksi lastaus helpottuu suuremmalla koneella. Koneet luokitellaan alustan ja painon

mukaan. Yleisimmin koneet ovat joko tela-alustaisia tai pyöräalustaisia. Suurimmat koneet ovat poikkeuksetta tela-alustaisia. Kaivukoneisiin on paljon lisälaitteita eri työvaiheita varten.

2.2.2 Tela-alustaiset kaivukoneet

Tela-alustaiset kaivukoneet (kuvio 5) soveltuvat hyvin vaikeakulkaiseen maastoon. Ne ovat tukevia, koska niissä painopiste on alempana ja telojen kautta niillä on paljon tukipinta-alaa. Yleensä suuret koneet ovat tela-alustaisia. Suurimmat koneet ovat parhaimmillaan suurissa ja selkeissä työkohteissa, joissa maamassoja siirretään suurissa määrin.



Kuvio 5: Tela-alustainen 25t:n kaivukone lastaustyössä.

2.2.3 Pyörialustaiset kaivukoneet

Pyörialustaisia kaivukoneita (kuvio 6) pystytään siirtämään suhteellisen nopeasti kohteesta toiseen. Ne ovatkin omimmillaan ojitus-, rumpu-, kunnallistekniikan ja viimeistelytyöissä.



Kuvio 6: Pyörialustainen 18t:n kaivinkone kauhanpyörittäjällä varustettuna.

2.2.4 Pyöräkuormaajat

Myös pyöräkuormaajia (kuvio 7) voidaan käyttää kuormaustöissä. Pääasiassa niitä käytetään maa- ja kalliomassojen lastauksessa. Materiaalin on kuitenkin oltava helposti irrotettavaa, koska pyöräkuormaajan irrotusteho on varsin heikko.



Kuvio 7: Pyöräkuormaaja 33t:n.

2.2.5 Koneen työteho

Kaivinkoneen työtehoon vaikuttavia muuttujia ovat maankaivuluokka, koneen koko, kääntökulmat, leikkauksen korkeus, roudan esiintyminen ja lohkokoko louheen osalta. Muita tehoon vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- kuljettajan ammattitaito
- kuljetuskaluston määrä
- leikkauksen muoto
- kauhan koko ja käyttötarkoitus
- työmaan sijainti
- koneen kunto
- laatuvaatimukset
- työmaan/työvaiheen suunnittelu
- koneen valinta.

2.3 Vastaanottokalusto

2.3.1 Yleistä vastaanottokalustosta

Vastaanottokaluston valintaan vaikuttaa tehtävä työ. Jos vastaanottokone tekee tarkkuutta ja aikaa vievää työtä, kuten kallistuksia tai luiskia, täytyy koko koneketju valita vastaanottokoneen perusteella. Jos puolestaan vastaanottokone tekee helppoa täyttötyötä ja kohteessa on paljon tilaa, voidaan tehdä valinta kuormausta ja kuljetuskaluston mukaan.

Vastaanottokalustona yleensä toimivat kaivinkoneet, puskukoneet tai pyöräkuormaajat. Kaivinkoneen etuna on suurempi ulottuvuus ja mahdollisuus valikoida maa-aineksia. Puskukoneet ja pyöräkuormaajat toimivat usein ns. penkkakoneina. Pyöräkuormaajan etuna on mahdollisuus liikkua melko nopeasti kohteesta toiseen. Lisäksi pyöräkuormaajalla voidaan tehdä esimerkiksi paluukuormia. Puskukoneet ovat omimmillaan vaikeakulkuisilla vastaanottopaikoilla. Puskukoneet soveltuvat hyvin myös louheen vastaanottoon, toisin kuin pyöräkuormaaja.

2.3.2 Kunnallistekniset työt

Kunnallisteknisissä töissä käytetään usein pyöräalustaisia kaivukoneita. Työt ovat tarkkuutta vaativia ja aikaa vieviä. Lisäksi töissä joudutaan kantamaan rakennustarpeita, jolloin pyöräalustainen kone näyttää käytännöllisyytensä. Katusaneerauksissa, joissa uusitaan kadun rakenteet ja kunnallistekniikka, käytetään yleensä kahta konetta. Kaivava kone on usein tela-alustainen kaivukone ja täyttävä kaivinkone pyöräalustainen. Tela-alustainen kaivinkone kaivaa leikkuun auki, ja pyöräalustaisella koneella tehdään kunnallistekniset ja täyttötyöt. Näin myös saadaan materiaaleja säästettyä helposti, kun käyttökelpoiset maa-ainekset siirretään suoraan täyttöihin.

Työt tehdään yleensä melko ahtaissa paikoissa, joten koneet eivät voi olla kovin suuria.

2.3.3 Rakennuspohjat

Rakennuspohjilla koneen valintaan liittyvät massamäärät ja käytettävissä oleva tila. Suurille rakennuspohjille mahtuu useita isoja koneita, kun puolestaan pienille rakennuspohjille, kuten omakotitalon rakennuspohjalle, mahtuu vain yksi kone.

2.3.4 Tienrakentaminen

Tienleikkauksissa on yleensä käytetty melko suuria koneita(21t–50t). Telaalustaiset koneet ovat yleisimmin käytettyjä, mutta varsinkin työn edetessä alkaa tulla tarvetta pyöräalustaisille koneille.

3 Massojen tilavuuden määrittäminen

Massojen siirtoa suunniteltaessa on huomioitava massojen käyttäytyminen ja tilavuusvaihtelut. Maamassojen tilavuus ilmoitetaan tilavuusyksikköinä. Massat vaihtelevat huomattavasti massansiirron eri vaiheissa. Yksikkö riippuu käyttökohteesta.

Määrät ilmoitetaan seuraavasti:

- teoreettinen kiintotilavuus (m^3_{ktr})
- todellinen kiintotilavuus (m^3_{td})
- todellinen irtotilavuus (m^3_{itd})
- todellinen rakennetilavuus (m^3_{rtd})
- teoreettinen rakennetilavuus (m^3_{rtr}). (Hartikainen 2000, 167)

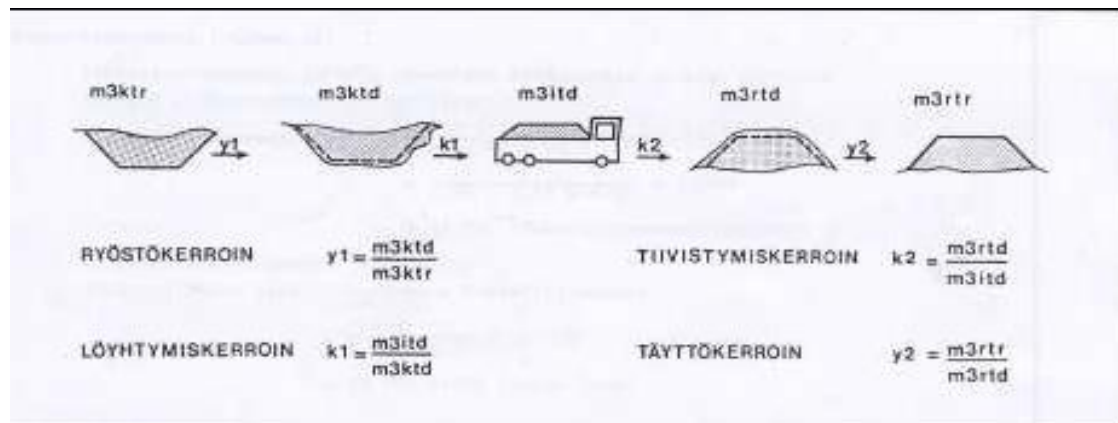
Teoreettisella kiintotilavuudella tarkoitetaan massan tilavuutta luonnontilassa suunnitelman mukaisten teoreettisten poikkileikkausten perusteella mitattuna.

Todellisella kiintotilavuudella tarkoitetaan massan tilavuutta luonnontilassa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaisesti.

Todellisella irtotilavuudella tarkoitetaan massan todellista tilavuutta, joka massalla on kuormauskohteella kuljetusvälineen lavalla.

Todellisella rakennetilavuudella tarkoitetaan teoreettisten poikkileikkausten mukaista rakennetilavuutta.

Teoreettisella rakennetilavuudella tarkoitetaan teoreettisten poikkileikkausten mukaista rakennetilavuutta.



Kuvio 8: Massakertoimien käyttö (Hartikainen 2000, 168)

1) Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen $m^3ktr \rightarrow m^3rtr$	$V(m^3rtr) = y1 \times k1 \times k2 \times y2 \times V(m^3ktr)$
2) Tielinjan leikkauksesta kuljetusvälineen lavalle $m^3ktr \rightarrow m^3itd$	$V(m^3itd) = y1 \times k1 \times V(m^3ktr)$
3) Varamaanottopaikasta rakenteeseen $m^3ktd \rightarrow m^3rtr$	$V(m^3rtr) = k1 \times k2 \times y2 \times V(m^3ktd)$
4) Kuljetusvälineen lavalta rakenteeseen $m^3itd \rightarrow m^3rtr$	$V(m^3rtr) = k2 \times y2 \times V(m^3itd)$

Kuvio 9: Materiaalin kulku (Hartikainen 2000, 168)

Ryöstökerroin y_1 ilmoittaa leikkauksen todellisen ja teoreettisen kiintotilavuuden mukaan.

$$1 \text{ m}^3ktd = y_1 \text{ m}^3ktr$$

Löyhtymiskerroin k_1 ilmoittaa kuljetusvälineessä olevan massaerän tilavuuden suhteen saman massaerän luonnontilaiseen tilavuuteen.

$$1 \text{ m}^3itd = k_1 \text{ m}^3ktd$$

Tiivistymiskerroin k_2 ilmoittaa todellisen rakennetilavuuden suhteen saman massaerän tilavuuteen kuljetusvälineessä.

$$1 \text{ m}^3 \text{ rtd} = k_1 \text{ m}^3 \text{ itd}$$

Täyttökerroin y_2 ilmoittaa teoreettisen rakennetilavuuden suhteen todelliseen rakenteen tilavuuteen. (Hartikainen 2000, 167-168)

$$1 \text{ m}^3 \text{ rtr} = y_2 \text{ m}^3 \text{ rtd}$$

4 Massansiirtosuunnitelmat ja lähtötietojen käsittely

Yleensä työmailla pyritään siihen, että massat siirrettäisiin mahdollisimman edullisesti, mutta tehokkaasti. Kuljetustyö on oikein järjestetty, kun massoja siirryy mahdollisimman pienin kustannuksin oikea määrä, oikeassa järjestyksessä, oikeaan paikkaan oikeana ajankohtana.



Kuvio 10: Tela-alustainen 35t:n kaivinkone ja puoliperävaunu.

Siirtotyö pyritään minimoimaan, eli massoja kuljetetaan mahdollisimman vähän. Välillä voidaan kuitenkin tavoitella muitakin hyötyjä, kuten työn tekemistä mahdollisimman nopeasti. Kun rakennusaika saadaan lyhenemään, voidaan säästöjä saada rakennusaikaisten kustannusten vähenemisen kautta.

Työmaalla työnjohdon tulisi suunnitella massojen käyttöä näiden tavoitteiden aikaansaamiseksi. Tällä tavoin voidaan kuljetustöitä vähentää huomattavasti. Ennen työnaloitusta tulisikin tehdä massansiirtosuunnitelma.

Lähtötietoina voidaan käyttää esimerkiksi seuraavia tietoja:

- tietiedot, kartta, pituusleikkaus ja pohjatutkimustiedot
- massalaskentatulokset
- maa-ainesten laatu ja käyttökelpoisuus
- läjitysalueen sijainti
- varamaa-alueen sijainti ja saatavuus
- työmaan sijainti ja ympäröivä tiestö
- käytettävissä oleva kalusto ja kustannustiedot
- geotekniset olosuhteet
- työmenetelmät
- vuodenaajat
- aikataulutus ja työjärjestys.

Lisäksi massansiirtosuunnitelmassa voidaan tehdä vaihtoehtolaskemia, joissa tarkastellaan työkonevaihtoehtoihin parhaiten sopivat kokonaisuudet. Myös työmaaliikenteen ja työmaateiden suunnittelu ja kunnossapito ovat oleellisia työn tehostamiseksi.

Kaivettavien maa-ainesten kaivettavuus voidaan arvioida myös silmämääräisesti työn edetessä. Aika ajoin pohjatutkimuksien perusteella saadut ominaisuudet eivät vastaa todellisia maa-ainesten ominaisuuksia. Silmämääräisesti havaittavia maarakenneominaisuuksia ovat

- kaivuvastus
- kaivettavuus
- löyhtyminen

- tiivistyminen
- kuljetettavuus
- läjitettävyys (Hartikainen 2000, 10).

5 Työmaan esittely

Mitoitustaulukoiden määrittämiseksi kerättiin tilastoja työkohteesta. Kohde oli Linnainmaan Prisma Tampereella. Työkohde oli tilastojen kannalta otollinen, sillä alueella oli louheen, soran, moreenin ja asfaltin ajoa. Moreenit kuljetettiin joko Tampereen Messukylässä sijaitsevalle tontille täyttömaaksi, Lentolaan Kangasalle maankaatopaikalle tai Nattariin Kangasalle vanhan soramontun maisemointeihin.

Osa louheesta murskattiin paikan päällä ja varastoitiin tontille. Osa ajettiin murskattuna välivarastoon läheiselle teollisuustontille. Tilanpuutteen ja aikataulujen vuoksi kaikkea louhetta ei voitu murskata paikan päällä. Loput louheesta ajettiin Lentolaan Kangasalle murskattavaksi.

5.1 Työmaalta saatu aineisto

Tilastojen hankinta tehtiin perinteisellä ajanotto menetelmällä. Koneen koko, kuljetusmatka, kuorma-auton koko ja maa-aines kirjattiin ylös (Liite 2). Maa-aineksen kuormattavuudessa huomioitiin kaivettavuus ja kaivuvastus. Lisäksi oli huomioitava autojen vaihtomatka, peruutusmatka ja työmaatien kunto. Nämä vaikuttavat osaltaan kuormaavan koneen työtehoon.

Tontilla perustuksia tehtiin pohjavedenpinnan alapuolelle, ja maa-aines oli joiltain osin hyvin savista. Tästä syystä kuormattava maa-aines oli usein hyvin märkää, lähes vetistä, jolloin kuljetettavuuden kanssa tuli pieniä ongelmia.

Linnainmaan Prisman työmaalta kerättiin kuorma-autoilta seurantatietoja päivittäisistä työsaavutuksista. Seurantatiedot saatiin keräämällä autonkuljettajien täyttämät kuormakirjat (Liite 1).

Kuormakirjoista nähtiin kuljetusmatka, kuormamäärät ja materiaali. Raportin laatija kirjasi tiedot kuljetusmatkasta, kuormausajasta ja kuormauskoneesta.

Kuormakirjojen avulla pystyttiin määrittämään koneen päivittäin kuormaama määrä

irtotodellisina kuutioina (Liitteet 3, 4 ja 5). Kuormakirjoissa ei välttämättä ole merkittynä kaikkia häiriöaikoja (konerikot, kuormauskatkot), mutta yleisesti ottaen niitä tapahtuu kaikilla työmailla jossain määrin. Kuormakirjoihin oli merkitty maalaji vain karkeasti (sora, moreeni, louhe, asfaltti).

5.2 Kuormausaika

Kaivinkoneiden kuormausajat otettiin käsikellolla. Tela-alustaiset koneet tekivät leikkuutyöt. Koneet olivat 35:n, 30:n ja 25 tonnin painoluokista.

30–35 tonnin koneella kuormausajoissa ei suuria eroja esiintynyt ja kuormausaika oli noin 2 minuuttia maalajikkeesta riippumatta. Vastaava aika 25 tonnin koneella oli 3–5 minuuttia. Kuormausajan tarkastelussa on huomioitava erityisesti kuljettajan pätevyys, koska sillä on todella suuri merkitys.

5.3 Kuljetuskalusto työkohteessa

Kyseisellä työmaalla käytettiin lähes poikkeuksetta 4- ja 5-akselisia kuorma-autoja sekä puoliperävaunuyhdistelmiä. Työmaalla oli myös pyöräkuormaaja, jolla mursketta kannettiin lyhyitä matkoja työkohteen sisällä.

Kasettiautoja käytettiin soran- ja murskeenajoon täyttövaiheessa. Myös puoliperävaunuyhdistelmillä ajettiin soraa ja mursketta.

5.4 Kuormauskalusto työkohteessa

Kohteessa käytettiin leikkuuvaiheessa 35t:n, 30t:n ja 25t:n tela-alustaisia kaivinkoneita. Viemäröinti- ja salaojitustöitä sekä anturanalustäyttötöitä tehtiin 8t:n, 14t:n ja 25t:n tela-alustaisilla koneilla. Lisäksi työmaalla oli 18t:n pyöräalustainen kaivinkone. Koneella tehtiin viemäröinti-, massanvaihto-, anturan alustäyttö- ja viimeistelytöitä.

Kohteessa käytettiin myös Bobcat– kuormaajaa lattian alustäyttötöihin.

6 Tulosten tarkastelu

Työmaalta saatujen tietojen avulla määritettiin tehot kaivukoneille ja kuorma-autoille. Tehon määrittämiseen kerättiin tiedot koneiden ja kuorma-autojen käyttämistä tunneista ja päivittäisistä työsuoritteista (Liitteet 6, 7 ja 8).

Työmaalta saadut tehot kaivukoneille ja kuorma-autoille olivat hieman paremmat verrattuna RATU- korteissa annettuihin tehoihin. Löyhemmissä maalajeissa (E1- E3, H1, H2, K1, K2) työmaalta saatu teho on 2 m³/h suurempi kuin RATU-kortiston vastaavilla maalajeilla. Moreenin (M1) ja louheen (M3) osalta työmenekki oli 3 m³/h tehokkaampi kuin vertailukohtassa (taulukko 3 ja taulukko 4).

Kuljetuskalustolle saadut tehot olivat puolestaan myös hieman paremmat kuin RATU-kortistossa. Yleisillä teillä lyhyellä 1–3 km:n kuljetusmatkalla kuorma-auton tehoksi saatiin 6 kuormaa/h, kun RATU- kortisto antaa arvoksi 5 kuormaa/h. Pidemmällä 6–10 km:n kuljetusmatkalla tehot olivat samat.

Myös kaupunkialueella 1–3 km:n kuljetusmatkalla kuljetustehot olivat työmaalla ja RATU- korteissa samat, mutta pidemmällä 6-10 km:n kuljetusmatkalla työmaalta saadut tehot olivat suuremmat kuin RATU-korteissa. Työmaalta saatu kuljetusteho on 3 kuormaa/h ja RATU- korteissa 2 kuormaa/h (taulukko 5 ja taulukko 6).

Taulukko 2: Maalajien kaivuluokitus (RATU- kortisto 2001, 12-0048)

Maalajiryhmä	Kaivuluokka	Maalajit
E	E1 E2 E3	Liejut, muta Turpeet Turpeet
H	H1 H2 H3	Savet Siltit Kuivakuoret
K	K1 K2 K3	Hiekat Sorat Somero Kivikko
M	M1 M2 M3	Löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit Keskitiiviit, kivettömät tai kiviset moreenit Tiiviit moreenit Runsaskiviset moreenit Lohkareiset ja runsaslohkareiset moreenit Louhikko

Taulukko 3: Työmenekit (RATU- kortisto 2001, 12-0048)

Kaivuluokat	Hydraulisen kaivukoneen paino (tonnia)				
	12...16	16...20	20...25	25...	
E1-E3, H1, H2, K1, K2	35	40	45	55	m3ktr/h
	55	65	75	90	m3itd/h
H3, M1	30	35	40	50	m3ktr/h
	50	60	70	80	m3itd/h
H3, M2	25	30	35	45	m3ktr/h
	40	50	60	70	m3itd/h
M3	20	25	30	40	m3ktr/h
	30	40	50	60	m3itd/h

Taulukko 4: Työmaalta saadut työmenekit

Kaivuluokat	Hydraulisen kaivukoneen paino (tonnia)			
	12...16	16...20	20...25	25...
E1-E3, H1, H2, K1, K2				56 m3ktr/h
				92 m3itd/h
H3, M1				52 m3ktr/h
				83 m3itd/h
H3, M2				m3ktr/h
				m3itd/h
M3				42 m3ktr/h
				63 m3itd/h

Taulukko 5: Kaivumaiden kuljetus (RATU- kortisto 2001, 12-0048)

Yleiset tiet	Kuljetusmatka	Kuormaa / h	h/ kuorma
	1...3	5	0,2
	3...6	4	0,25
	6...10	3	0,33
	10...20	1	1
Kaupunkialue	Kuljetusmatka	Kuormaa / h	h/ kuorma
	1...3	4	0,25
	3...6	3	0,33
	6...10	2	0,5
	10...20	0,5	2

Taulukko 6: Työmaan kaivumaiden kuljetus

Yleiset tiet	Kuljetusmatka	Kuormaa / h	h/ kuorma
	1...3	6	0,1
	6...10	3	0,33
Kaupunkialue	Kuljetusmatka	Kuormaa / h	h/ kuorma
	1...3	4	0,25
	6...10	3	0,33

7 Johtopäätökset

Kaikki työmaat poikkeavat toinen toisistaan sijainnin, liikenneolosuhteiden, maaperän ominaisuuksien vaihdellessa. On tärkeää perehtyä jokaiseen työmaahan hyvin ja pohtia koneketjujen valintaa tarkasti tarpeiden ja tavoitteiden mukaan.

Tulosten perusteella kuormaus- ja kuljetustehoon voidaan vaikuttaa huolellisella massansiirtosuunnitelman tekemisellä. On huomioitava tehtävä työ ja tavoitteet. Koneketjut on valittava mitoittavan työn perusteella. Jos tehdään maanleikkaustöitä, on kuljetuskalusto valittava kaivutyötä suorittavan kaivukoneen irroitus- ja kuormaustehon mukaan. Jos puolestaan tehdään töitä vastaanoton ehdoilla, valitaan koneketju sen mukaan. Jotta saavutettaisiin mahdollisimman suuri teho saavuttaakseen on koneketjun oltava tasapainossa, ettei resursseja kulu turhaan. Jos massojen kuormaus ja kuljetus on suunniteltu hyvin, tehoon vaikuttaa suurimmaksi osaksi kuljettajien pätevyys ja maalajien ominaisuudet.

Taulukoiden 4 ja 6 avulla voidaan suunnitella massojen siirtoja tulevaisuudessa. Työnaikaisen suunnittelun ja tutkitun tiedon avulla voidaan tehostaa massojen siirreltävyyttä. Toisaalta voidaan myös tarkastella tulevien töiden tehoja vertailemalla niitä tässä raportissa saatuihin tehoihin ja myöskin RATU– korteissa annettuihin tehoihin.

Lähteet

Hartikainen, Olli-Pekka, 2000, Maanrakennustekniikka, Helsinki: Otatieto Rakennustieto Oy, 2001, RATU- kortisto, Rakennustietosäätiö ja Rakennusteollisuuden Keskusliitto ry.
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 1995, RIL 156 Maanrakennus, Helsinki: Gummerus.
773F Off- highway truck. [pdf- tiedosto]. [viitattu 14.12.2010] Saatavissa: http://www.witraktor.fi/koneet/fi_FI/maansiirtoautot/.

Liitteet

Liite 1: Kuormakirjat

Soraset

TYÖILMOITUS

011-274 105

Kone

Y-tunnus 0896214-0 www.soraset.fi

Kuljettaja

P-OI FREDRIK

Laskutusosoite

Materiaalit

Pvm	Työn laatu	Työaika	á-hinta	Yht.
7/5	MORBENIA NÄYTOBILIN	7.30-8.00	2200	2 NUP.
8/5	MORBENIA NÄYTOBILIN	7.00-15.30		13 NUP.
	SORAA TÄISKONTTIO VARASTO			1 NUP.
	MARJA LINJOLETTI			1 NUP.

Työn suorittaja

Työn hyväksyjä



Lentolantie 11, 36220 Kangasala
Puh. 020 754 5000 fax 020 754 5009
Y-tunnus 0896214-0 www.soraset.fi

TYÖILMOITUS

Kone *III*

Kuljettaja *P.V*

Tilaaaja/työmaa *P51*

Laskutusosoite

Huomautuksia

Materiaalit

Pvm	Työn laatu	Työaika	á-hinta	Yht.
<i>9.6</i>	<i>Morreenin ajo Nätharvin</i>	<i>6.30-16.00</i>	<i>13</i>	<i>kuor.</i>
<i>10.6</i>	<i>- " -</i>	<i>9.00-15.30</i>	<i>10</i>	<i>"</i>
<i>11.6</i>	<i>- " -</i>	<i>6.30-16.00</i>	<i>12</i>	<i>"</i>
<i>12.6</i>	<i>- " -</i>	<i>6.30-16.00</i>	<i>10</i>	<i>"</i>
<i>13.6</i>	<i>- " -</i>	<i>10.00-13.30</i>	<i>4</i>	<i>"</i>

Työn suorittaja *Raj Peltti*

Työn hyväksyjä

Liite 2: Autojen ja koneen kellotusten taulukko

28.4.08 KONE			AUTOT			
Kuormaus alkoi	Kuormaus päättyi	MUUTA	Auto	Lähti	Paluu	MUUTA
7.41	7.44	Doosan 250 Kunnallist	1 (Siuko)	7.44	8.04	Messukylä
7.45	7.48	–"	2 (PML)	7.48	8.06	–"
8.00	8.06	–"	3 (Puolikas)	8.06	8.25	–"
8.10	8.15	–"	1	8.15	8.35	–"
8.16	8.20	–"	2	8.20	8.35	–"
8.34	8.38	–"	3	8.38	8.53	–"
8.39	8.41	Hitachi 350 Moreeni	1	8.41	9.01	–"
8.42	8.46	–"	2	8.46	9.15	–"
		Räjätystauko				
9.20	9.24	Hitachi 350 Moreeni	5 (Helander)	9.24	9.41	Linjat
9.25	9.27	–"	1	9.27	9.42	–"
9.29	9.31	–"	2	9.31	9.50	–"
9.42	9.46	–"	1	9.46	10.01	–"
9.47	9.50	–"	4	9.50	10.05	–"
9.51	9.53	–"	2	9.53	10.08	–"
9.54	9.56	–"	5	9.56	10.12	–"
9.57	9.59	–"	4 (MIKKO)	9.59	10.14	–"
10.00	10.02	–"	1	10.02	10.17	–"
10.04	10.06	–"	4	10.06	10.21	–"
10.08	10.10	–"	2	10.10	10.24	–"
10.11	10.13	–"	5	10.13	10.27	–"
10.14	10.16	–"	4	10.16	10.31	–"
10.17	10.19	–"	1	10.19	10.34	–"

10.21	10.23	--		4	10.23	10.38	Linjat
10.24	10.26	--		2	10.26	10.41	--
10.27	10.29	--		5	10.29	10.44	--
10.31	10.34	--		4	10.34	10.49	--
		Koneen vaihto					
10.43	10.48	Doosan 250		5	10.48	11.30	Linjat
10.48	10.51	--		3	10.51	11.30	--
10.52	10.55	Doosan 250		1	10.55	11.30	--
10.56	10.59	--		2	10.59	11.30	--
		Ruokatauko					--
11.33	11.35	Doosan 250		4	11.35	12.09	--
11.38	11.41	--		5	11.41	12.12	--
11.46	11.49	--		1	11.49	12.18	--
11.50	11.53	--		2	11.53	12.23	--
11.54	11.57	--		3	11.57	12.28	--
12.06	12.09	--		4	12.09	12.31	--
12.10	12.12	--		5	12.12	12.35	--
12.16	12.18	--		1	12.18	12.38	--
12.19	12.23	--		2	12.23	12.41	--
12.24	12.28	--		3	12.28	12.48	--
12.29	12.31	--		4	12.31	12.51	--
12.33	12.35	--		5	12.35	12.55	--
12.36	12.38	--		1	12.38	12.58	--
12.39	12.41	--		2	12.41	13.01	--
12.43	12.48	--		3	12.48	13.08	--
12.49	12.51	--		4	12.51	13.11	--
12.53	12.55	--		5	12.55	13.30	--
12.56	12.58	--		1	12.58	13.30	--

12.59	13.01	--		2	13.01	13.30	--
13.03	13.08	--		3	13.08	13.30	Linjat
13.09	13.11	--		4	13.11	13.30	--
		Kahvitauko					
13.30	13.32	Doosan 250		1	13.32	13.53	Linjat
13.33	13.35	--		2	13.35	13.57	--
13.37	13.43	--		3	13.43	14.06	--
13.44	13.46	--		4	13.46	14.10	--
13.48	13.50	--		5	13.50	14.13	--
13.51	13.53	--		1	13.53	14.16	--
13.55	13.57	Doosan 250		2	13.57	14.20	--
13.58	14.06	--		3	14.06	14.26	--
14.08	14.10	--		4	14.10	14.30	--
14.11	14.13	--		5	14.13	14.35	--
14.14	14.16	--		1	14.16	14.38	--
14.18	14.20	--		2	14.20	14.42	--
14.22	14.26	--		3	14.26	14.48	--
14.27	14.30	--		4	14.30	14.51	--
14.32	14.35	--		5	14.35	14.54	--
14.36	14.38	--		1	14.38	14.59	--
14.40	14.42	--		2	14.42	15.02	--
14.44	14.48	--		3	14.48	15.09	--
14.49	14.51	--		4	14.51	15.13	--
14.52	14.54	--		5	14.54	15.17	--
14.56	14.59	--		1	14.59	15.21	--
15.00	15.02	--		2	15.02	15.25	--
15.04	15.09	--		3	15.09	15.33	--
15.11	15.13	--		4	15.13	15.37	--

15.15	15.17	--		5	15.17	15.40	--
15.19	15.21	--		1	15.21	15.44	--
15.22	15.25	--		2	15.25	15.48	--
15.27	15.33	--		3	15.33	15.55	--
15.35	15.37	--		4	15.37	15.59	--
15.38	15.40	--		5	15.40		--
15.42	15.44	--		1	15.44		--
15.46	15.48	--		2	15.48		--
15.49	15.55	--		3	15.55		--
15.56	15.59	--		4	15.59		--

Liite 3: Moreenin päivittäiset ajomäärät

Auto	Akselit	Kuorma tilavuus	Matka km	Mihin	1.huhti	2.huhti	3.huhti	4.huhti	5.huhti	6.huhti	7.huhti
Jarmo Lindström Oy	4	14	8	Lentola							
Jarmo Lindström Oy	4	14	8	Nattari							
Jarmo Lindström Oy	4	14	5	Kuortti messukylä							
Veikko Helander Oy	4	14	7	Nattari							
Veikko Helander Oy	4	14	2	Kyläojankatu							
Veikko Helander Oy	4	14	9	Linjat							
Veikko Helander Oy	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 114	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 114	4	14	9	Lentola							
Ikurin Kuljetus Ky	4	14	8	Nattari							
Kuljetus Fingård Ky	4	14	9	Lentola							
Kuljetus Fingård Ky	4	14	8	Nattari							
Kulj. Raimo Seppi	4	14	9	Lentola							
Kulj. Raimo Seppi	4	14	8	Nattari							
Jokinen	4	14	8	Nattari							
PML	4	14	5	Messukylä							
PML	4	14	8	Nattari							
Kulj. Raimo Seppi	4	14	5	Messukylä							
Soraset Yhtiöt Oy 118	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 118	4	14	9	Linjat							
Soraset Yhtiöt Oy 111	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	9	Linjat							
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	9	Linjat							
Soraset Yhtiöt Oy 127	4	14	8	Nattari			98				
Soraset Yhtiöt Oy 127	4	14	5	Messukylä							
Soraset Yhtiöt Oy 127	4	14	9	Linjat							
Soraset Yhtiöt Oy 102	Puoliperä	24	5	Messukylä							
Soraset Yhtiöt Oy 102	Puoliperä	24	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 102	Puoliperä	24	9	Linjat	192						
Soraset Yhtiöt Oy 119	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 103	4	14	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 103	4	14		Aitolahti							
Soraset Yhtiöt Oy 103	4	14	5	Messukylä							
Turtolan Kaivin Oy	4	14	9	Linjat							
Turtolan Kaivin Oy	4	14	8	Nattari							
Kulj. Laaksonen Oy	4	14	5	Messukylä							
Kulj. Laaksonen Oy	4	14	9	Linjat							
Soraset Yhtiöt Oy 126	5	17	8	Nattari							
Soraset Yhtiöt Oy 126	5	17	9	Linjat							56
S&P kuljetus ja kone	4	14	8	Linjat							
Soraset Yhtiöt Oy 112	4	14	8	Nattari							
Moreeni				Päivittäiset	192	0	98	0	0	0	56

8.huhti	9.huhti	10.huhti	11.huhti	12.huhti	13.huhti	14.huhti	15.huhti	16.huhti	17.huhti	18.huhti	19.huhti	20.huhti	21.huhti	22.huhti	23.huhti
						112	28								
			238			98	196	28	210	182			196	266	266
			14					126	14	14					
								140	28				28		
						140									
			28	252		98	112	28	196	252			224	252	224
						140	14	126	14						
			14	266		84	210	28	238	266			168	238	280
						182	182	182	168	182			140	112	168
															252
													192	264	336
112	84														
													56		224
	84		210			84	224		98	280					
	98	84	14			140		168	14						
	102														
						70									
112	368	126	994	0	0	1148	966	826	980	1176	0	0	1004	1132	1750

Liite 4: Louheen päivittäiset ajomäärät

Auto	Akselit	Kuorma tilavuus	Matka km	Mihin	1.huhti	2.huhti	3.huhti
Jarmo Lindström Oy	4	14	8	Linjat			
Veikko Helander Oy	4	14	8	Linjat			
Sorasat Yhtiöt Oy 114	4	14	8	Linjat			
Kulj. Raimo Seppi	4	14	8	Linjat			
PML	4	14	8	Linjat			
Sorasat Yhtiöt Oy 102	Puoliperä	24	8	Linjat			
Sorasat Yhtiöt Oy 126	5	17	8	Linjat			
Jokinen	4	14	8	Linjat			
Kuljetus Frigård Ky	4	14	8	Linjat			
Turtolan Kaivin Oy	4	14	8	Linjat			
Kulj. Laaksonen Oy	4	14	8	Linjat			
Ikurin Kuljetus Ky	4	14	8	Linjat			
Sorasat Yhtiöt Oy	4	14	8	Linjat			
S&P kuljetus ja kone	4	14	8	Linjat			
Louhe				Päivittäiset	0	0	0

Liite 5: Soran päivittäiset ajomäärät

Auto	Akselit	Kuorma tilavuus	Matka km	Mihin	1.huhti	2.huhti	3.huhti	4.huhti	5.huhti
Jarmo Lindström Oy	4	14	2	Rotator					
Jarmo Lindström Oy	4	14	2	Rotator					
Veikko Helander Oy	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 114	4	14	2	Rotator					
Kulj. Raimo Seppi	4	14	2	Rotator					
PML	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 118	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 111	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 127	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 119	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 126	5	17	2	Rotator					
Jokinen	4	14	2	Rotator					
Jokinen	4	14	2	Rotator					
Soraset Yhtiöt Oy 102	Puoliperä	20	2	Rotator			414	432	
Soraset Yhtiöt Oy 103	4	14	2	Rotator			518	392	
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	2	Rotator					
Ikurin Kuljetus Ky	4	14	2	Rotator					
Kulj. Laaksonen Oy	4	14	2	Rotator					
Sora				Päivittäiset	0	0	932	824	0

17.huhti	18.huhti	19.huhti	20.huhti	21.huhti	22.huhti	23.huhti	24.huhti	25.huhti
				14				42
								42
28				14				
							42	42
								40
				28				

28	0	0	0	56	0	0	42	166
----	---	---	---	----	---	---	----	-----

Liite 6: Autojen ja koneiden tunnit.

Auto	Akselit	Kuorma tilavuus		31.maalis	1.huhti	2.huhti	3.huhti	4.huhti
Jarmo Lindström Oy	4	14						
Veikko Helander Oy	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 114	4	14						
Ikurin Kuljetus Ky	4	14						
Kuljetus Frigård Ky	4	14						
Kulj. Raimo Seppi	4	14						
Jokinen	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 118	4	14						
PML	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 111	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 127	4	14					2,5	
Soraset Yhtiöt Oy 119	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 102	4	14			9			
Soraset Yhtiöt Oy 126	5	17						
Soraset Yhtiöt Oy 103	4	14						
Turtolan Kaivin Oy	4	14						
Kulj. Laaksonen Oy	4	14						
S&P kuljetus ja kone	4	14						
Soraset Yhtiöt Oy 112	4	14						
Soraset 102	Puoli	24						
Koneen tunnit (moreeni)					9,00		2,50	
moreeni			h/pvä		9		2,5	
			Päivittäiset		192		98	
louhe			h/pvä					
			Päivittäiset					
Asfaltti			h/pvä		8	9	9	
			Päivittäiset		252	153	186	
Sora			h/pvä				19,5	16,5
			Päivittäiset				932	824

5.huhti	6.huhti	7.huhti	8.huhti	9.huhti	10.huhti	11.huhti	12.huhti	13.huhti	14.huhti	15.huhti	16.huhti	17.huhti
						7,5			8	7,5	8	7
					2	7,5			8,5	8	8	7
					2	7,5			8	5,5	8	8
									8	8	9	8
		5	5	5								
			3	8,5								
			8	3	4	7,5			8	8,5	8	7,5
									2,5			
		5,00	5,50	5,50	2,70	7,50			14,00	15,00	16,00	15,00
		5	16	16,5	8	30	0	0	43	37,5	41	37,5
		56	112	350	126	994			1148	966	826	980
			24	51	8	0,5			1	6		
			352	970	70	14			28	182		
		5,5	3									
		98	70									
				0,5	14							1
				14	1190							28

18.huhti	19.huhti	20.huhti	21.huhti	22.huhti	23.huhti	24.huhti	25.huhti	26.huhti	27.huhti	28.huhti	29.huhti
7,5			6	8	8	7,5	6,5			8	7,5
											9
8			7	8	8	8	6,5			7,5	8
8											
7,5			8	8	8	1	6,5				
					7,5	8	6,5			8	10
											4
										8	8
			2								
7,5											
			8	8	8	3				8	6
16,00			12,50	16,00	16,00	11,00	13,00			16,00	15,00
38,5	0	0	31	32	39,5	27,5	26	0	0	39,5	52,5
1176			1004	1132	1750	1206	1064			1246	1114
			2,5		8	8,5	6				
			216		18	140	90			0	0
							2			0,5	1,5
							56			14	42
			2			1	4			0	6
			56			42	166			0	0

Liite 7: Tehon määrittäminen

Koneen tunnit (moreeni)		9		2,5				5	5,5	5,5	2,7
	h/pvä	9		2,5				5	16	16,5	8
	Päivittäiset	192		98				56	112	350	126
Koneen tunnit (Louhe)									8	8,5	2,7
	h/pvä	0	0	0	0	0	0	0	24	51	8
	Päivittäiset	0	0	0	0	0	0	0	352	970	70
Koneen tunnit (asfaltti)		8	4,5	9					2,75	3	
Asfaltti	h/pvä	8	9	9	0	0	0	0	5,5	3	0
	Päivittäiset	252	153	186	0	0	0	0	98	70	0
Koneen tunnit (SORA)					9,75	8,5					0,5
	h/pvä	0	0	0	19,5	16,5	0	0	0	0	0,5
	Päivittäiset	0	0	0	932	824	0	0	0	0	14

7,5			14	15	16	15	16			12,5	16	16	11
30 994	0	0	43 1148	37,5 966	41 826	37,5 980	38,5 1176	0	0	31 1004	32 1132	39,5 1750	27,5 1206
0,5			0,5	1,5						2		8	8,5
0,5 14	0 0	0 0	1 28	6 182	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,5 216	0 0	8 18	8,5 140
0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
7							1				0,7		
14 1190	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 28	0 0	0 0	0 0	2 56	0 0	0 0

13			16	15	15					10	11	12	15
26 1064	0	0	39,5 1246	52,5 1114	30 838	0 0	0 0	0 0	0 0	29,5 600	23 602	40,5 1064	52 1512
6					1					0,75	1,5	0,85	1
6 90	0 0	0 0	0 0	0 0	1 18	0 0	0 0	0 0	0 0	1,5 42	3 112	2,5 70	3 84
	1			0,5	1						0,5	2	
0 0	2 56	0 0	0 0	0,5 14	1,5 42	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,5 42	4 126	0 0
1	1					3,5					2,6	3,25	7
1 42	4 166	0 0	0 0	0 0	0 0	3,5 210	0 0	0 0	0 0	0 0	10,5 350	13 532	7 238

15,5			14,5	3,5	2,6	11,5	15,4			11	15,5	17,5	18
53 1540	0	0	51 1237	10,5 266	10,5 401	39,5 1149	47 1018	0	0	32 1129	46,5 1725	51,5 1947	38 789
2			0,5	6,2	8	7,1	3,75			7	6,2	6,1	2,75
2,5 70	0 0	0 0	1 28	43,5 462	64 792	56,5 545	7,5 141	0 0	0 0	41,5 756	37 464	24,5 149	5,5 126
0,5	0,5			0,5	2,4								
0,5 14	0,5 14	0 0	0 0	1 28	9,5 102	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0,5	1			5	5	4,4					2,9	3	1,3
0,5 14	1 28	0 0	0 0	15 485	15 504	13 504	0 0	0 0	0 0	0 0	11,5 404	3 85	6,5 262

			2,5	4	7,8	5,4	4			6,5	1	1		
0	0	0	7	16	23,5	16	12	0	0	13	1	1	0	
0			107	356	481	346	340			196	28	28	0	
			5,7	4	2,25	4,7	3,7			1,75	2,2	5,2	7,8	
0	0	0	17	8	4,5	14	11			2,5	6,5	15,5	23,5	
0	0	0	360	169	101	253	152			56	140	364	518	
													1,5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0
				3	1						1,5	3	2,5	
0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1,5	3	5	
0	0	0	0	120	40	0	0	0	0	0	42	70	126	

5,5	Koneen tunnit (moreeni)	638,4 h	Koneen teho m3itd/h	83
11 266	Autojen tunnit (moreeni)	2048 h 52695 m3itd		
	Koneen tunnit (Louhe)	221,45 h	Koneen teho m3itd/h	63
0 0	Autojen tunnit (louhe)	794 h 14014 m3itd		
	Koneen tunnit (asfaltti)	37,65 h	Koneen teho m3itd/h	33
0 0	Autojen tunnit (asfaltti)	57 h 1239 m3itd		
	Koneen tunnit (SORA)	84,7 h	Koneen teho m3itd/h	92
0 0	Autojen tunnit (sora)	183,5 h 7815 m3itd		

Liite 8: Ajetut määrät kohteittain.

Auto	Akselit	Kuorma tilavuus	Matka km	1.huhti	2.huhti	3.huhti	4.huhti
------	---------	-----------------	----------	---------	---------	---------	---------

Lentola

Kulj. Laaksonen Oy	4	14	8				
S&P kuljetus ja kone	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 126	5	17	8				
Turtolan Kaivin Oy	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 127	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 102	Puoliperä	24	8	192			
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 105	4	14	8				
Kulj. Raimo Seppi	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 118	4	14	8				
Kuljetus Frigård Ky	4	14	8				
Jarmo Lindström Oy	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 114	4	14	8				
Veikko Helander Oy	4	14	8				
Soraset Yhtiöt Oy 103	4	14	8				

7.huhti	8.huhti	9.huhti	10.huhti	11.huhti	14.huhti	15.huhti	16.huhti	17.huhti	18.huhti
---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

		98	84	14	140		168	14	
56		102							
							140	28	
				14			126	14	14
	112	84							

14.heinä	15.heinä	16.heinä	17.heinä	18.heinä		YHT.	Kuormat (kpl)
						518	37
168	196					952	68
						1314	77
						56	4
						112	8
						216	9
						28	2
						14	1
						392	28
						140	10
						140	10
						350	25
						140	10
						308	22
						196	14

Ajoaika n. 20 min

4876