

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma
Johanna Huissi

Opinnäytetyö

Kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekki puutavaran autokuljetuksessa

Työn ohjaaja
Työn tilaaja
Tampere 4/2009

MMM Jukka Tohu
Metsäliitto Osuuskunta, Länsi-Suomen toimitusyksikkö,
valvojana apulaiskuljetuspäällikkö Veikko Kivioja

Tekijä	Johanna Huissi
Työn nimi	Kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekki puutavaran autokuljetuksessa
Sivumäärä	71 sivua + 18 liitesivua
Valmistumisaika	4/2009
Työn ohjaaja	Jukka Tohu
Työn tilaaja	Metsäliitto Osuuskunta, Länsi-Suomen toimitusyksikkö, valvoja Veikko Kivioja

Tiivistelmä

Puunhankintaorganisaatioille aiheutuvat puutavaran autokuljetuksen kustannukset johtuvat osaltaan puutavaran kuormauksesta ja kuorman purkamisesta. Näiden toimintojen ajanmenekit ovat olleet Metsäliitto Osuuskunnan Länsi-Suomen toimitusyksikön puutavaran autokuljetusten kuljetustaksarakenteen perustana. Kustannusperusteiden muuttamisen myötä Länsi-Suomen toimitusyksikössä syntyi tarve selvittää kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekit nykytoimintaympäristöissä.

Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää kuormauksen ja kuorman purkamisen kokonaisajanmenekit sekä ajan jakautuminen eri työvaiheisiin. Lisäksi tavoitteeksi asetettiin puutavaran kuljettajien näkemyksen selvittäminen samoista ajanmenekeistä sekä aikaan vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimus toteutettiin aikatutkimuksena mittaamalla puutavaran yhdistelmäkuorman kuormaukseen ja kuorman purkamiseen kuluva aika. Kuormauksen ajanmenekkiä tutkittiin metsävarastoilla, kun taas kuorman purkamiseen kuluva aika selvitettiin tehdasympäristössä ja kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekkiä rautateiden kuormauspaikoilla. Puutavaran kuljettajien haastattelujen avulla selvitettiin heidän aika-arvioitaan kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekeistä sekä ajanmenekkiin vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimuksen tuloksena saatiin selvitettyä tavoitellut ajanmenekit puutavaralajeittain. Kuormauksen ajanmenekit määriteltiin lisäksi kuormatyypeittäin, ja kuorman purkamiseen tehdasympäristössä kuluva aika selvisi purkutavoittain. Lisäksi puutavaran kuljettajien näkemykset toimintojen eri työvaiheisiin kuluva ajasta loivat hyvän vertailuaineiston mitatuille tuloksille, ja haastateltujen käsitykset ajanmenekkeihin vaikuttavista tekijöistä valottivat mitattujen ajanmenekkien keskinäistä vaihtelua. Tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina, mutta suhteellisen pienen otoksen johdosta ne eivät ole yleistettävissä. Parhaiten tulokset soveltuvat kuvaamaan talvella tapahtuvaan kuormaukseen ja kuorman purkamiseen kuluva aika.

Saadut tulokset kertoivat toimintaympäristön sekä puunkuljetuksen ja -käsittelyn kalustossa tapahtuneesta kehityksestä. Sen sijaan ajanmenekkien keskinäinen suuruusjärjestys puutavaralajeittain, kuormatyypeittäin tai purkutavoittain ei ollut ajan kuluessa muuttunut. Metsäliitto Osuuskunnan kuljetustaksarakenteen perusteissa muutoksia oli tapahtunut vertailukelpoisilta osiltaan vain vähän. Puutavaran kuljettajat puolestaan arvioivat ajanmenekit järjestelmällisesti mitattuja tuloksia suuremmiksi.

Writer	Johanna Huissi
Thesis	Time consumption of loading and unloading in timber trucking
Pages	71 + 18 appendices
Graduation time	4/2009
Thesis Supervisor	Jukka Tohu
Co-operating Company	Metsäliitto Osuuskunta, Länsi-Suomen toimitusyksikkö, Supervisor Veikko Kivioja

Abstract

Timber trucking incur expense for wood procurement companies in forest industry. Part of these costs follows from loading and unloading of timber. The supply unit of western Finland of Metsäliitto Osuuskunta needed to find out has there occur any changes in time consumptions which were the bases of the transport charges.

The aim of this study was to specify both the total time consumption of loading and unloading and the allocation of that time to separate work phases. Moreover there was goal to clarify how long truck drivers thought it takes to load and unload the timber truck and what different factors they thought to influence to time consumptions.

Research methods were both time study and interviews. Time consumption of loading was studied in timber stocks in the woods and time consumption of unloading in mills and loading sites of railways.

Time consumptions divided into timber assortments turned out as the results of the research. Moreover time consumption of loading was defined as the load types and time spent to unloading at mills was clarified by unloading modes. It was possible to compare measured time consumptions with the truck drivers' views of time consumptions in the research and the truck drivers' opinions of the factors which affect on those time consumptions were effective to understand the variation in measured times. The findings can be considered as indicative but they are not generalized due to relative small sampling. They are best-suited for describe time consumption of loading and unloading in wintertime.

The findings showed the progress which has happened both in operational environment and in equipments of timber trucking and handling in the long run. Instead of that there were no changes in ranking of time consumptions divided into timber assortments, load types or unloading modes. When focused on the comparable parts only few changes had taken place in the bases of Metsäliitto Osuuskunta's fabric of transportation charge. In addition it was shown in the findings that the truck drivers estimated time consumptions systematically bigger than they really were.

Keywords time study, work phases, logistics, transport, loading, railway carriage

Esipuhe

Tutustumismatkani puutavaran autokuljetusten maailmaan sai alkunsa syyskesällä 2008.

En epäröinyt, kun minulle tarjoutui tilaisuus tehdä opinnäytetyöni kuljetuslogistiikkaan liittyvästä aiheesta, sillä kuljetusalan oltua osa elämäni jo lapsuudesta saakka tarjottu tehtävä oli enemmän kuin toivottu. Olihan kyseessä mahdollisuus soveltaa aiemmin – sekä käytännössä että koulun penkillä – opittua ja laajentaa tietämystä ennestään vähemmän tuntemastani autokuljetusten osa-alueesta.

Antoisan ja mieleenpainuneen tutkimusmatkani ollessa nyt loppuillaan tahdon lausua kiitokset asiantunteville matkaoppailleni Metsäliitto Osuuskunnan Länsi-Suomen toimintusyksikön apulaiskuljetuspäällikölle Veikko Kiviojalle ja kuljetusesimiehelle Jari Lähteelle sekä Tampereen ammattikorkeakoulun metsätalouden koulutusohjelman lehtorille Jukka Tohulle siitä suuresta avusta ja tuesta, jota heiltä matkani varrella eri vaiheissa sain. Kiitokset kuuluvat lisäksi kaikille niille entuudestaan tutuille ja tuntemattomille, jotka ovat kulkeneet rinnallani mahdollistaen opinnäytetyöni valmistumisen.

Kyröskoskella huhtikuussa 2009

Johanna Huissi

Sisällys

1 Johdanto	7
2 Puunkuljetukset nykypäivänä	9
2.1 Autokuljetukset.....	9
2.1.1 Autokuljetuksen asema puunkuljetuksessa.....	9
2.1.2 Puunkuljetuksissa käytetty autokuljetuskalusto.....	9
2.2 Rautatiekuljetukset	10
2.2.1 Rautatiekuljetuksen asema puunkuljetuksessa.....	10
2.2.2 Puunkuljetuksissa käytetty junanvaunukalusto.....	11
2.3 Taloustietoja puunkuljetuksesta	12
2.4 Metsäliitto Osuuskunnan puutavaran autokuljetusten nykyinen kuljetustaksarakenne	13
3 Puutavaran tienvarsivarastointi autokuljetus huomioiden	14
4 Puutavaran käsittely autokuljetuksessa	15
4.1 Kuormaus.....	15
4.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä.....	15
4.3 Kuorman purkaminen rautateiden kuormauspaikoilla	15
4.3.1 Aluspuut	16
4.3.2 Kuorman sijoittaminen junanvaunussa	17
4.3.3 Kuorman sitominen.....	17
5 Aikatutkimus	18
5.1 Määrittely.....	18
5.2 Käsitteet	19
5.3 Tutkimuksen suunnittelu	19
5.4 Tutkimuksen toteutus.....	20
6 Kuormausajan ja kuorman purkamisajan tutkimus	21
7 Aineisto ja tutkimusmenetelmät	27
7.1 Kalusto	27
7.2 Kuormat	27
7.2.1 Kuormaus	28
7.2.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä	29
7.2.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun.....	30
7.3 Muut aineistoon kerätyt tiedot.....	30
7.4 Aikatutkimus ja sen vaiheistus	31
7.4.1 Kuormaus	31
7.4.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä	32
7.4.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun.....	32
7.5 Haastattelu	33
8 Tutkimusaineiston käsittely	34
9 Tulokset	36
9.1 Kuormaus.....	36
9.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä.....	37
9.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun	38
9.4 Haastattelu	40
9.4.1 Kuormaus	40
9.4.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä	41

9.4.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun.....	42
10 Tulosten arviointi ja johtopäätökset	45
10.1 Kuormaus.....	45
10.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä.....	47
10.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun	49
10.4 Kuljettajien ajanmenekkiarvioiden vertailu toteutuneisiin ajanmenekkeihin.....	50
10.5 Ajanmenekkeihin vaikuttavat tekijät haastatteluaineiston pohjalta	54
10.6 Tulosten vertailu Metsäliiton nykyisen kuljetustaksarakenteen perusteena oleviin ajanmenekkeihin	55
10.7 Vertailu aiempiin tutkimuksiin.....	57
10.7.1 Kuormaus	57
10.7.3 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä	64
10.7.4 Kuorman purkaminen junanvaunuun	67
10.8 Päätelmät.....	68
Lähteet.....	70
Liitteet	72

1 Johdanto

Puutavaran autokuljetukselle tyypillisiä vaiheita varsinaisen kuljetuksen ohella ovat omalla kuormaimella tapahtuva puiden kuormaus varastopaikalla sekä kuorman purkaminen välivarastolla, puunjalostuslaitoksella tai puun jatkokuljetuksen lähtöpaikalla. Kuormaus ja kuorman purkaminen purkupaikoittain sisältävät toisistaan poikkeavia työvaiheita, joiden kesto vaihtelee usean eri tekijän vaikutuksesta. Muun muassa käsiteltävä puutavaralaji, toimintaympäristö ja vallitsevat sääolosuhteet vaikuttavat siihen, miten nopeasti kuormauksesta tai kuorman purkamisesta selviydytään. Työvaiheisiin kulunut aika puolestaan määrittelee sen, millainen kustannus puunhankintaorganisaatiolle kuormauksesta ja kuorman purkamisesta aiheutuu.

Metsäliitto Osuuskunta on puunhankintaan ja puutuoteteollisuuteen erikoistunut organisaatio. Kustannusperusteiden muuttumisen vuoksi Metsäliitto Osuuskunnan Länsi-Suomen toimitusyksikkö halusi selvittää puutavaran autokuljetusten kuljetustaksaraken-teen perustana olevissa ajanmenekeissä tapahtuneen muutoksen. Heidän tarpeisiinsa soveltuvaa uutta tutkimustietoa puutavaran autokuljetuksiin liittyvästä kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekeistä ei ollut olemassa, joten tutkimus aiheesta oli tarpeen.

Tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää aikatutkimuksen keinoin puutavaran autokuljetuksen ajanmenekit, jotka syntyvät puutavarakuljetusten kuormauksesta sekä kuorman purkamisesta pinoon ja junanvaunuun. Työn tavoitteena oli saada selville kuormauksen ja purkamisen kokonaisajanmenekit sekä ajan keskimääräinen jakautuminen työvaiheittain. Tavoitteena oli myös selvittää puutavara-autojen kuljettajien näkemys kuormaukseen ja kuorman purkamiseen kuluvalta ajasta sekä näihin ajanmenekkeihin vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimustyön laatijan henkilökohtaisena tavoitteena oli lisätä osaamistaan puunhankinnan toimituslogistiikan alalla. Tutkimustyön liittyminen puutavaran autokuljetusten taksoittelun perusteissa tapahtuneiden muutosten selvittämiseen ja logistiikkaan yhdisti työn laatijan aiemman koulutuksen nykyisiin opintoihin mielenkiintoisella tavalla.

Tutkimuksessa puutavarayhdistelmien kuormaamiseen kuluvan ajan mittaaminen tapahtui metsävarastoilla, kuorman junanvaunuihin purkamiseen kuluvan ajan mittaaminen rautateiden puutavaran kuormauspaikoilla ja puutavarayhdistelmien kuormien pinon purkamiseen kuluvan ajan mittaus Metsäliitto Osuuskunnan Kyröskosken tehtailla.

Työssä tutkittiin ainoastaan normaalien puutavarayhdistelmien kuormausta ja kuorman purkamisen ajanmenekkiä puutavaralajeittain. Kuormauksissa eroteltiin yhdeltä ja useammalta varastolta kuormatut kuormat. Kuorman purkaminen tehdasympäristössä eriteltiin puutavarayhdistelmän omalla kuormaimella tai tehtaan purkukalustolla tapahtuvaksi. Niin ikään tutkimuksessa mitattiin niiden puutavarakuormien junanvaunuun purkamisen ajanmenekkiä, jotka purettiin puutavarayhdistelmän omaa kuormainta käyttäen erikseen määriteltyihin junanvaunuihin.

2 Puunkuljetukset nykypäivänä

2.1 Autokuljetukset

2.1.1 Autokuljetuksen asema puunkuljetuksessa

Puunkuljetuksissa autokuljetus on Suomessa raakapuun pääkuljetusmuoto, sillä lähes 80 prosenttia kotimaisesta puutavarasta on viime vuosina kuljetettu käyttöpaikoille maanteitse. Autokuljetuksen johtavaa asemaa puunkuljetuksissa selittävät tieverkon kattavuus, autokaluston kehittämistä seuranneet kokonaispainojen lisäykset sekä autokuljetuksen joustavuus. (Rantala 2008, 414.)

Puuta kuljetettiin autolla yhteensä yli 48,4 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2007, mikä tarkoittaa 98,1 prosentin osuutta koko kaukokuljetuksesta. Tehtaalle puutavaraa tuotiin maanteitse lähes 38 miljoonaa kuutiometriä, ja rautatien kuormauspaikoille puuta ajettiin miltei 9,5 miljoonaa kuutiometriä. Keskimääräinen kuljetusmatka metsävarastolta tehtaalle autokuljetuksissa oli 106 kilometriä, kun taas rautateiden kuormauspaikat sijaitsivat keskimäärin 39 kilometrin päässä puukuorman metsävarastosta. (Kariniemi 2008, 2.) Puuta kuljetti noin 1300 puutavarayhdistelmää, mutta kuljetushuippujen aikana käytössä saattaa olla peräti 1700 puutavara-autoa (Rantala 2008, 415).

2.1.2 Puunkuljetuksissa käytetty autokuljetuskalusto

Raakapuutavaran kuljetuksessa käytettävät puutavara-autot on suunniteltu soveltuviksi sekä yleisille teille että vaativiin olosuhteisiin kapeille ja joskus huonokuntoisillekin metsäteille. Autojen keveys, luotettavuus ja hyvä kantavuus takaavat toiminnan kustannustehokkuuden. Suomessa käytetty puunkuljetuskalusto on verrattain yhdenmukaista. (Nurminen & Heinonen 2007a, 472.)

Valtaosa Suomessa käytetystä puutavarankuljetuskalustosta koostuu seitsenakselisista täysperävaunuyhdistelmistä. Useimmiten vetoautot ovat kolmiakselisia ja perävaunut neliakselisia. Lisäksi yhdistelmään kuuluu puutavarakuormain, jolla puutavara kuormataan ja toisinaan myös puretaan. Autoissa on tiedonsiirtolaitteistot, jotka koostuvat

erityyppisistä puhelimista, ajoneuvokohtaisesta tietokoneesta sekä satelliittipaikannuslaitteistosta. (Puutavaran autokuljetus 1997, 5.)

Suurin lain mukaan sallittu seitsenakselisen täysperävaunuyhdistelmän kokonaismassa on 60 tonnia. Ajoneuvoyhdistelmän omamassa varusteineen on 18 - 19 tonnia, joten yhdistelmän kantavuus on 45 - 50 kiintokuutiometrin puutavarakuormaa vastaava 41 - 42 tonnia. Puutavarakuormainta ajoneuvon mukana kuljetettaessa kantavuus alenee kuitenkin 2 - 3 tonnia. (Puutavaran autokuljetus 1997, 6.)

Suomessa ajoneuvoyhdistelmän suurin sallittu pituus on ollut 25,25 metriä ja korkeus 4,20 metriä 1.8.1997 lähtien. Ajoneuvoyhdistelmän leveyden muutos 2,60 metristä 2,55 metriin astui voimaan 1.1.2007. Näiden muuttuneiden määräysten ansiosta puutavara-auton rakenteisiin on tarjolla vaihtoehtoja. Pidentetty kuormatila soveltuu entistä paremmin kahdelle pitkälle puutavaranipulle, joten perävaunun pituuden kasvattaminen voi olla perusteltua, mikäli puutavaran pituudet kasvavat lähelle kuutta metriä. Vetoaisan pidentäminen pidentää kuormatilaa antaen myös puutavarakuormaimelle lisää tilaa. Ajoneuvon massaa se ei kuitenkaan kasvata. (Puutavaran autokuljetus 1997, 5 - 7.)

Vaikka laki salliikin täysperävaunuyhdistelmille 25,25 metrin pituuden, käytännössä suurin osa puutavarayhdistelmistä on silti edelleen 22 metriä pitkiä, sillä pituuden kasvattaminen ei tuo lisähyötyä kokonaismassan tullessa yleensä ensin rajoittavaksi tekijäksi (Uusitalo 2003, 108). Ajoneuvoyhdistelmän pituuden lisääminen on tarpeetonta myös siksi, että lain mukaan kuorma saa ulottua takana enimmillään kaksi metriä ajoneuvon uloimman osan ulkopuolelle ajoneuvoyhdistelmälle tiellä sallitun pituuden rajoissa (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257). Lisäksi ajoneuvoyhdistelmän pituus vaikuttaa puutavarayhdistelmän soveltuvuuteen metsäteille sekä tarvittavan kuormaimen kokoon (Uusitalo 2003, 108).

2.2 Rautatiekuljetukset

2.2.1 Rautatiekuljetuksen asema puunkuljetuksessa

Rautatiekuljetuksissa liikkui kotimaista raakapuuta 11 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2007 (Kettunen 2008). Samaan aikaan rautatiekuljetusten suhteellinen osuus koko

puunkuljetusmäärästä nousi (Kariniemi 2008, 1). Tämä on seurausta siitä, että viime vuosina puunkuljetusta on pyritty siirtämään yhä enemmän rautateille. Tehtaat tarvitsevat raakapuuta aiempaa enemmän, mikä tarkoittaa pidentyviä kuljetusmatkoja, kun puuta on toimitettava entistä kauempaa. (Rantala 2008, 415.) Autokuljetusten kannalta tämä merkitsee sitä, että puunkuljetukset rautateiden kuormauspaikoille ja kuorman purkamiset junanvaunuihin ovat lisääntyneet.

Puutavaraa voidaan kuljettaa yksittäisenä junakuljetuksena peräti 30 junanvaunullista, jolloin kiskoilla liikkuu puuta yhteensä 1000 - 1800 kuutiometriä vaunuihin kuormattuna (Rantala 2008, 416). Tällaisissa tapauksissa junanvaunut on usein kerätty usealta kuormauspaikalta. Raakapuuliikenteen kuormauspaikkoja onkin Suomessa 125 kappaletta, kun taas raakapuuta vastaanottavia paikkoja on nelisenkymmentä (Kettunen 2008).

2.2.2 Puunkuljetuksissa käytetty junanvaunukalusto

Rautatiekuljetusten kuljetuskapasiteetti on noin 3000 puutavaravaunua (Rantala 2008, 416). Vaunukalustoa uusitaan ja kehitetään jatkuvasti asiakkaiden tarpeiden mukaan (VR Cargo 2008b). Koska tutkimuksessa tutkittiin vain tiettyihin junanvaunutyyppeihin purettavia kuormia, keskitytään tässä vain kyseisiin vaunutyyppeihin.

Vaunutyyppejä Sp käytetään suurelta osin kuitupuun ja tukkien kuljetuksessa (Kettunen 2008). Tässä vaunutyypissä on kymmenen reunapalkkiin lukittua teräsrakenteista pankkoa. Pankkojen aluspalkkien korkeus vaunujen lattiatasosta on 15 cm, mutta varsinaista lattiaa vaunussa ei ole. Lisäksi kuorman sitomista varten vaunussa on viisi hihnavinttuuria. Teknisiä tietoja ja kuva Sp-vaunutyypistä on liitteessä 1. (VR Cargo 2008b.)

Sp-vaunutyyppejä huomattavasti harvinaisempi vaunutyyppi on Spar. Spar-vaunut eroavat Sp-vaunuista ainoastaan niin, että vaunun toisen pään normaali ruuvikytkin ja vetoakoukku on korvattu automaattikytkimellä. Tekniset tiedot ja ulkonäkö vastaavat muilta osin Sp-vaunutyypin tietoja. (Mälkiä 2009a.)

Toinen raakapuun kuljetuksessa yleisesti käytettävä vaunutyyppe on Ocpp. Siinä on 10 pankkoa ja kaksi hihnavintturia kuorman sidontaa varten. Ocpp-vaunutyypissä vaunun päädyt voidaan helposti irrottaa. Liite 2 sisältää kuvan Ocpp-vaunutyypistä sekä sen teknisiä tietoja. (VR Cargo 2008b.)

Uudempaa VR Cargon raakapuun kuljetuskalustoa edustaa vaunutyyppe Snpss. Snpss on neliakselinen, kymmenellä puutavarapankolla ja korkeilla päätyseinillä varustettu vaunu. Lisäksi varusteisiin kuuluvat kaksi hihnavintturia sekä neljä hihnakoukkaa vaunun päätyriippujen sidontaan. Snpss-vaunun kuva ja teknisiä tietoja on liitteessä 3. (Mälkiä 2009b.)

2.3 Taloustietoja puunkuljetuksesta

Puutavaran autokuljetuksissa urakointi perustuu yleensä kuljetuksenantajan ja kuljetusyrittäjän keskinäiseen sopimukseen. Sopimusaika vaihtelee yhdestä kolmeen vuoteen. (Rantala 2008, 415.) Jos sopimus tehdään useammaksi kuin yhdeksi vuodeksi, hinnat tarkistetaan vuosittain.

Jokaisen yksittäisen kuljetussuorituksen maksun perusteena ovat kuljetusmatka ja yleensä kuorman massa (Rantala 2008, 415). Puutavaran autokuljetuksen terminaalivaiheiden tehtävistä aiheutuvat kustannukset eivät pääosin sisälly kuljetuksen maksuihin tai rah-teihin (Korpilahti 1992, 1). Tämä selittyy sillä, että yleensä autonkuljettajan ei tarvitse hoitaa näitä tehtäviä.

Junanvaunuun purkamisen kustannus johtuu sekä puutavarakuormaimen kuljettamisesta yhdistelmän mukana kuorman autokuljetuksen aikana että puutavaran siirrosta puutavara-yhdistelmästä junanvaunuun. Mikäli kuorma joudutaan purkamaan rautateiden kuormaustaikalle jatkokuljetusta odottamaan, kertyy lisäkustannus myöhemmin siirrettäessä puut kuormaustaikalle tehdystä pinosta junanvaunuun. (Koivula 2007, 11.)

Vuonna 2007 autokuljetuksen osuus, 252,2 miljoonaa euroa, muodosti 79 prosenttia puutavarakuljetusten kokonaiskuljetuskustannuksista. Edellisvuoteen verrattuna puutavaran vuoden 2007 kaukokuljetuksen yksikkökustannukset kasvoivat hivenen.

Kokonaisuudessaan autokuljetuksen yksikkökustannukset olivat 5,21 euroa kuutiometriltä, kun taas tehtaalle suuntautuneista autokuljetuksista yksikkökustannuksia syntyi 5,61 euroa kuutiometrille, ja niissä on huomattavissa pientä laskua aiempaan nähden. (Kariniemi 2008, 1 - 2.) Rautateiden kuormauspaikoille suuntautuneiden autokuljetusten yksikkökustannukset olivat 3,72 euroa kuutiometriltä (Kariniemi 2008, 2), mikä on puolestaan hieman edellisvuotta enemmän (Peltola 2007, 194). Yksikkökustannusten muutoksista huolimatta keskimääräisissä autokuljetusmatkoissa ei vuosina 2006 - 2007 tapahtunut mainittavaa muutosta (Kariniemi 2008, 2 ja Peltola 2007, 194).

2.4 Metsäliitto Osuuskunnan puutavaran autokuljetusten nykyinen kuljetustaksarakenne

Metsäliitto Osuuskunnan tällä hetkellä käytössä oleva autokuljetusten kuljetustaksarakenne perustuu Metsätehon tuottamaan autokuljetuksen ajanmenekin jakaumaan. Tämä jakauma kertoo taksan perusteet keskimääräisellä kuljetusmatkalla, ja sen taustalla on oletus, että kuorma kerätään keskimäärin kolmelta varastopaikalta. (Kivioja 2008.)

Perustuen autokuljetuksen ajanmenekin jakaumaan nykyiset kuljetustaksat määritetään varsinaisen kuormauksen osalta siten, että kuormauksen oletetaan kestävän keskimäärin 30 minuuttia. Muiden varastolla tehtävien työvaiheiden kesto on keskimäärin 14 minuuttia. Kuorman purkamisen ajanmenekki kuljetustaksarakenteen perusteena on 32 minuuttia. Tämä aika sisältänee kuitenkin myös muun tehtaallaoloajan mukaan lukien puutavaramittauksen. Kuormaimen irrotus ja kiinnitys huomioidaan taksoissa kuuden minuutin keston mukaisena. (Kivioja 2008.)

3 Puutavaran tienvarsivarastointi autokuljetus huomioiden

Useat puutavaran varastointiin liittyvät seikat vaikuttavat sekä puutavaran jatkokuljetukseen autolla että ajoneuvoyhdistelmän kuormauksen sujuvuuteen. Jo varastopaikan valinnassa ja puita tien varteen varastoitaessa voidaan siis tehostaa tulevien työvaiheiden suoritusta.

Tienvarsivarastoilla autokuljetusta odottava puutavara tulisi sijoittaa varastomuodostelmaan niin, että se pystyttäisiin kuljettamaan halutussa järjestyksessä. Puutavaran kaukokuljetuksen kalusto pitäisi huomioida varastopaikan sijainnissa myös siten, että puutavara-autolle löytyisi kääntöpaikka läheltä. Niin ikään tien ja välivaraston kantavuus tulisi olla kuljetusajankohtaan nähden riittävä. (Puutavaran autokuljetus 1997, 8 - 9.)

Puutavaran kuormauksen helpottamiseksi puutavaralajikohtaisista pinoista pitäisi pyrkiä tekemään mahdollisimman suuria ja sijoittamaan ne siten, että auton on mahdollista päästä riittävän lähelle pinoa. Etäisyys pinon keskilinjasta puutavarayhdistelmän kylkeen saisi olla enintään viisi metriä. Jotta kuormaus olisi turvallista, tulisi välttää pinojen sijoittamista kasvavien puiden väliin, kivien, kantojen tai muiden esteiden läheisyyteen tai sähkö- ja puhelinjohtojen lähelle. (Puutavaran autokuljetus 1997, 9.)

Hyvän pinon tunnusmerkkeinä pidetään toisen reunan tasaisuutta ja puiden yhdensuuntaista ladontaa. Vieraita esineitä, kuten muovia tai kiviä, ei pinoista saisi löytyä. Tunnistettavuuden helpottamiseksi pinoissa tulisi olla pinolaput tunnistetietoineen. (Puutavaran autokuljetus 1997, 9.)

Lisäksi hyvän varastopaikan valinnassa tulisi aina huomioida muut tienkäyttäjät ja tien kunnossapito. Tämä tarkoittaa pinojen sijoittamista varastopaikalle niin, ettei niistä aiheudu vaaraa liikenteelle ja ettei tien kunnossapito vaikeudu. Talvella ei esimerkiksi tulisi tehdä pitkiä pinoja tien molemmille puolille vastapäätä toisiaan, jotta lumen auraus onnistuisi, ja metsäkuljetuksessa kuorman purkaminen pitäisi pyrkiä tekemään metsän puolelta tielle tulematta. (Puutavaran autokuljetus 1997, 9.)

4 Puutavaran käsittely autokuljetuksessa

4.1 Kuormaus

Puutavara kuormataan ajoneuvoyhdistelmään normaalisti puutavara-autoon asennetun kuormaimen avulla. Kuormamäärän maksimoimiseksi kuormain voidaan irrottaa ja jättää pois kuljetuksen ajaksi, jolloin kuljetuskapasiteetti lisääntyy jopa 2 - 3 tonnia. (Uusitalo 2003, 108.) Usein kuormainta on kuitenkin kuljettava puutavara-auton mukana lyhyillä kuljetusmatkoilla, rautatien kuormauspaikoille ajossa sekä keräilyajossa¹ (Puutavaran autokuljetus 1997, 15).

4.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Puutavarakuorman purkaminen tapahtuu tehdasalueella vastaanottomittauksen jälkeen yleensä kurottajilla tai siltanostureilla, mutta kuorma voidaan purkaa myös auton omalla kuormaimella (Puutavaran autokuljetus 1997, 25). Tilanteesta riippuen kuorma siirretään tehdasalueella ajoneuvosta joko tehtaan syöttöpöydälle tai varastopinoon odottamaan jatkokäsittelyä (Korpilahti 1992, 2).

4.3 Kuorman purkaminen rautateiden kuormauspaikoilla

Rautateiden kuormauspaikoilla kuormat puretaan puutavarayhdistelmistä joko suoraan junanvaunuihin tai varastopinoon, josta ne myöhemmin kuormataan junanvaunuihin. Yhdistelmäkuorman purkamiseen ja junanvaunujen kuormaukseen käytetään ajoneuvon omaa kuormainta, erilliskuormainta tai VR:n kalustoa. (Puutavaran autokuljetus 1997, 26.) VR Cargo hoitaa puutavaran kuormauksen junanvaunuihin pitkäpuomikoneella

¹ Keräilyajolla tarkoitetaan kuorman keräämistä kahdelta tai useammalta varastolta. Normaaliajoksi taas kutsutaan ajoa, jossa koko kuorma on peräisin vain yhdeltä varastolta. Keräilyajon eroina normaaliajoon verrattuna ovat kuormausvaiheen kokonaisaikaa nostavat useat varastopysähdykset, kuorman purkamisen hidastuminen erien määrän mahdollisesti kasvaessa, kuormaimen jatkuva kuljettaminen mukana sekä lisääntyvä ajo hitaammilla tieluokilla varastojen välisissä siirtymissä. (Väkevä, Lindroos, Rajamäki & Uusi-Pantti 2000, 5.)

ainoastaan yhdeksällä kuormauspaikalla, joten yleisimmin puutavara siirretään puutavara-autoista junanvaunuihin autojen omilla kuormaimilla (Joronen 2009).

Normaalisti 500 - 750 kuutiometrin kokoisen rautateitse kuljetettavan erän kuormausaika on noin 22 tuntia, joskin kuormausajat sovitaan kuormauspaikkakohtaisesti. Raaka puuta rautateitse Suomessa ainoana kuljettava VR Cargo saa tiedon kuljetettavan puuerän kuormauspaikan sijainnista ja ajankohdasta erän lähettäjältä. (Kettunen 2008.)

Puutavarakuorman siirrossa ajoneuvoyhdistelmästä junanvaunuun on noudatettava VR Cargon (2008a) antamia kuormausohjeita. Niiden mukaan työskentelyn tulee tapahtua turvallisen etäisyyden päässä kaikista sähköradan rakenteista, ja erityisesti kuormaimen ja puunipun viemistä kolmea metriä lähemmäksi mitään jännitteisiä sähköratarakenteita on varottava. Myös puutavara-autoon tai muuhun kuormausajoneuvoon tulee säilyttää vähintään viiden metrin etäisyys sähköistetyn raiteen keskilinjasta. Mikäli viereistä raideetta on sivuuttamassa juna alle kahdeksan metrin etäisyydellä kuormausraiteesta, on junanvaunun kuormaus kiellettyä.

Junanvaunujen kuormauksen tehtäviin kuuluu varsinaisen kuormauksen ohella sekä junanvaunujen kuormaus- ja lähtökuntoon laittaminen (Korpilahti 1992, 2) että kuormamerien tunnistetietojen eteenpäin välittäminen (Puutavaran autokuljetus 1997, 26). Vaunujen kuormaus- ja lähtökuntoon laittaminen käsittää tarvittaessa vaunun pankkojen ja aluspuiden asettelun sekä puutavaranippujen sitomisen. Nämä tehtävät kuitenkin vähenevät vaunukaluston kehittymisen ansiosta. (Korpilahti 1992, 2.)

4.3.1 Aluspuut

Junanvaunukaluston pankkoilla tai kuormanaluspalkeilla varustetuissa vaunuissa ei tarvita erillisiä aluspuuta, mutta mikäli kyseessä on aluspuut vaativa vaunutyyppi tai puuerän vastaanottavan tehtaan purkutapa ne vaatii, on aluspuiden halkaisijan oltava minimissään 12 cm. VR:n yleisavovaunuissa aluspuut tulee asettaa kiinni sivupylväisiin, jotteivät ne pääsisi vierimään. (VR Cargo 2008a.)

4.3.2 Kuorman sijoittaminen junanvaunussa

Junanvaunua kuormattaessa pinojen tulee nojata vähintään kahteen sivupylväspariin, jolloin pinojen päät ulottuvat vähintään 20 cm sivupylväiden ohi, mutta puut eivät kuitenkaan saa ulottua vaunun päätyrakenteiden tai sivupylväiden ulkopuolelle. Pinojen ylimpien puiden on puolestaan jätävä 10 cm sivupylväiden alapuolelle. Pinot tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle toisiaan siten, että ne pystytään purkamaan pino kerrallaan. Puiden valuminen vaunujen väliin estetään junanvaunun päihin sijoitettavien pinojen sellaisella ladonnalla, että kallistuma tulee vaunun keskelle päin. Jos vaunuun jää tyhjää tilaa, se jätetään tasaisesti vaunun kumpaankin päähän. (VR Cargo 2008a.)

4.3.3 Kuorman sitominen

Kuten raakapuun autokuljetuksessa, myös rautateitse tapahtuvassa kuljetuksessa puukuorman viimeistely tapahtuu kuormansidonnalla. Junanvaunuissa kolmimetristä tai pidempää tukki- tai kuitupuuta kuljetetaan niin, että vain vaunuryhmän äärimmäiset pinot sidotaan vaunun omilla hihnoilla. Muita pinoja ei tällöin tarvitse sitoa. Alle kolmimetriset puut kuljetetaan sen sijaan vain kokonaisina vaunukuormina tietyllä vaunutyypillä tai sidottuna sekapituisten puiden kuormissa toisen tietyn vaunutyypin vaunujen päädyissä. Puunippu tulee sitoa myös siinä tapauksessa, että vaunun äärimmäisten pinojen kallistuma on vaunun päätyyn päin. (VR Cargo 2008a.)

5 Aikatutkimus

5.1 Määrittely

Yksi perinteisen metsätyöntutkimuksen osa on aika- ja tuotostutkimus (Uusitalo 2003, 165). Työntutkimus on oma tieteenalansa, joka luo tieteellistä tietoa edistämällä ymmärrystä työprosesseista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Se pyrkii myös löytämään säännönmukaisuuksia sekä rakentamaan ennusteita. (Harstela 1991, 4.)

Aikatutkimuksen tarkoituksena on työn vaatiman panoksen, ajan, määrittäminen. Aikatutkimuskäsitteen ohella käytössä on usein käsite aika- ja tuotostutkimus, sillä aikatutkimukseen liittyy yleensä myös työn tuotoksen mittaaminen. Aikatutkimus on keino selvittää, kuinka suuren panoksen kukin työvaihe vaatii, ja miten eri tekijät vaikuttavat ajan menekkiin ja työn tuottavuuteen. Aikatutkimusta käytetäänkin usein analysoitaessa kahden tai useamman rinnasteisen työmenetelmän tuottavuutta. (Uusitalo 2003, 165.)

Tuottavuudella tarkoitetaan tuotoksen suhdetta panokseen:

$$\text{Tuottavuus} = \frac{\text{tuotos}}{\text{panos}} \quad (1)$$

Metsätyön tutkimuksessa tuottavuutta mitataan tavallisesti työn tuotoksen suhteena työntekijän panokseen, jolloin yksikkönä voi olla esimerkiksi m³/h tai m³/MJ. (Harstela 1991, 9.)

Työntutkimuksen suurin ongelma on tulosten yleistettävyys. Metsätyön tutkimuksessa edustavat tai niitä suuremmat otoskoot eivät tule kysymykseen huomattavien kustannusten vuoksi. (Harstela 1991, 16.) Tämän takia työntutkimuksissa otokset ovatkin suhteellisen pieniä, jolloin tutkittavien työntekijöiden ja työkohteiden valintaan tulee kiinnittää erityistä tarkkuutta (Uusitalo 2003, 166).

5.2 Käsitteet

Aikatutkimukselle tyypillisiä käsitteitä ovat yksittäisen työmenetelmän tai työvaiheen tehollinen aika, käyttöaika sekä tehollisen ajan suhde työn tekemisen kokonaisaikaan. Työn tehoaikaa määritettäessä siihen lasketaan vain työhön kuuluvat työvaiheet ilman keskeytyksiä. Tehoaikaa merkitäänkin lyhennyksellä E_0 . Käyttöaika kuvaa kuitenkin paremmin työn todellista tuottavuutta, sillä työ sisältää usein lyhyitä keskeytyksiä. Käyttöaikaa merkitään lyhenteellä E_{15} , joka tarkoittaa aikaa alle 15 minuutin keskeytyksineen. (Uusitalo 2003, 166 - 167.)

5.3 Tutkimuksen suunnittelu

Aikatutkimuksen toteuttamisen suunnittelu alkaa valitsemalla ja määrittelemällä työ tai työn osa, jota halutaan tutkia. Tämän jälkeen laaditaan työmenetelmäkuvaus, ja työ jaetaan työvaiheisiin (Uusitalo 2003, 167) tutkimuksen tarkoituksen ja sen mukaan, kuinka yksityiskohtaista kerättävän tiedon tulee olla (Harstela 1991, 13). Kun työskentelykohteet on valittu, määritetään kaikki oleelliset olosuhdetekijät, jotka mahdollisesti vaikuttavat työn suorittamiseen (Uusitalo 2003, 167).

Tutkimukseen valittavien työntekijöiden valinta tapahtuu mahdollisuuksien rajoissa tilastoja tai testejä apuna käyttäen. Toistaiseksi metsätyöntutkimukseen ei kuitenkaan ole kehitetty tällaisia testejä. Valitun työntekijän tulee olla tutkittavassa työssä taitavuudeltaan keskitasoa, mutta jos kyse on uusista toimintatavoista, työntekijät koulutetaan työhön. (Harstela 1991, 17.)

Lopuksi aikatutkimuksen toteutusta suunniteltaessa luonnostellaan tarkoituksenmukainen mittausmenettely sekä valitaan tutkimukseen soveltuvin mittaustekniikka (Harstela 1991, 13).

5.4 Tutkimuksen toteutus

Aikatutkimus voidaan toteuttaa eri tavoin. Yleisin aikatutkimusmenetelmä on sekuntikellomenetelmä (Harstela 1991, 13), jossa kello nollataan työvaiheiden vaihtuessa (Uusitalo 2003, 168). Muita käytettäviä tutkimusmenetelmiä ovat jatkuvan ajan mittaus ja frekvenssimenetelmä, jotka eroavat sekuntikellomenetelmästä muun muassa siten, että niissä kello käy pysäytyksittä koko tutkimusajan. Jatkuvan ajan mittauksessa merkitään työvaiheen muuttumisajankohta muistiin, kun taas frekvenssimenetelmässä kirjataan tietyin aikaväleihin juuri sillä hetkellä tehtävä työvaihe. Frekvenssimenetelmässä saadun aineiston perusteella luodaan käsitys eri työvaiheiden osuudesta. (Uusitalo 2003, 168.)

Aikatutkimuksessa käytettäviä työvälineitä ovat lomake, kynä ja sekuntikello sekä nykyään myös erityisesti aikatutkimukseen suunnitellut elektroniset maastotallentimet. Koska maastossa suoritettavassa tallentamisessa virhemahdollisuus on suuri ja lyhyiden työvaiheiden tallennus vaikeaa, on videokuvaus yleistynyt aikatutkimuksessa. Työvaiheiden ajanmenekin mittaaminen tapahtuu tällöin jälkeenpäin esimerkiksi laboratorio-oloissa. (Uusitalo 2003, 169.)

Työntutkimus vaatii keskittymiskykyä, ja sitä tekevät yleensä tehtävään koulutetut ja harjaantuneet työntutkijat (Uusitalo 2003, 169). Usein tutkittavat henkilöt ovat jännittyneitä ensimmäisten tutkimuspäivien aikana, minkä vuoksi suositellaankin, että ensimmäisten kahden tutkimuspäivän aineisto jätettäisiin pois lopullisessa tulosten käsittelyssä. (Harstela 1991, 17.)

6 Kuormausajan ja kuorman purkamisajan tutkimus

Puutavaran autokuljetuksen työvaiheiden ajanmenekkiä on tutkittu vuosien varrella aika ajoin. Aihe on ollut kiinnostuksen kohteena useasti 1980-luvulla, mutta myös myöhemmin ajanmenekkejä on selvitetty.

Kolmisenkymmentä vuotta sitten aiheesta kiinnostui *Pekka S. Rajala*. Hänen tutkimuksessaan tutkittiin puutavaran purkamista junanvaunuihin auton omalla kuormaimella periodeittain vuosien 1979 - 1980 aikana. Mukaan tutkimukseen otettiin muun muassa kaksi- ja kolmimetriset havu- ja lehtikuitupuukuormat. Koko aineisto koostui 34 puutavara-auton kuljettamista kuormista. Ilman apumiestä purettuja kolmimetrisiä kuitupuukuormia tutkimusaineistoon sisältyi kuusi. Tutkimuksen junanvaunukalusto koostui 202 vaunusta, joista 144 oli kaksiakselisia vaunuja ja loput 58 olivat telivaunuja. (Rajala 1981, 2 - 3.)

Kolmimetrisellä kuitupuulla auton ja kuormaimen purkamiskuntoon laitto kesti keskimäärin 3,71 min/kuorma. Varsinaiseen kuorman purkamiseen junanvaunuun kului 0,60 min/m³, ja purkamisen yhteydessä tapahtuvaan ajoneuvon siirtoon 3,20 minuuttia. Puutavarayhdistelmän keskimääräinen siirtymismatka purkamisen aikana oli 40 m/kuorma. Junanvaunun kuormauskuntoon laittamisessa meni 7,69 minuuttia kuormaa kohden ja sen lähtökuntoon laitossa 5,20 minuuttia. Ilman apumiestä purettujen kolmimetristen kuitupuukuormien keskikoko oli 42,5 kuutiometriä. (Rajala 1981, 3 - 4.)

Rajalan (1981, 7 - 8) tutkimuksessa tarkasteltiin myös havutukkien kuorman purkamista tehdasympäristöissä. Omalla kuormaimella purettiin kentälle pinoon 62 kuormaa, ja vertailuaineistoksi purettiin lisäksi 10 autokuormaa pyöräkuormaajalla. Aineisto koostui 31 puutavara-auton kuormista. Omalla kuormaimella pinoon purettaessa apumiehiä ei käytetty aineiston 20 kuormassa, ja niin ikään pyöräkuormaajalla kuormaa purettaessa apumiehiä ei ollut aineiston kuudessa kuormassa.

Varsinainen purkamisen kesti omalla kuormaimella pinoon purettaessa ilman apumiestä 0,42 min/m³, kun kuorman keskikoko oli 39,1 kuutiometriä. Pyöräkuormaajalla purettaessa varsinaiseen purkamiseen kului 0,23 min/m³ keskikuorman koon ollessa 40,5 kuutiometriä. Pyöräkuormaajapurkamisessa apuna oli yksi apumies. Alle 15 minuutin

keskeytyksiä omalla kuormaimella kasaan purettaessa oli 3,26 minuuttia kuormaa kohti, kun pyöräkuormaajapurkamisissa niitä oli vain 1,57 min/kuorma. Huomattavimmat keskeytysajat omalla kuormaimella kasaan purettaessa johtuivat levosta ja pyöräkuormaajalla purettaessa purkamispaikalle pääsyn odottamisesta. (Rajala 1981, 9 - 10.)

Seuraavaksi aihetta käsitteli *Olavi Pennanen*. Hänen (1983, 5 - 7) osapuun autokuljettusta käsittelevässä tutkimuksessaan tutkittiin puutavara-auton kuormauksen, ajon ja kuorman purkamisen työvaiheittaista ajanmenekkiä. Aineisto koostui 47 kuormasta, joista viisi kuormaa oli joukkokäsiteltyä viisimetristä kuusikuitupuuta ja neljä kuormaa monitoimikoneella joukkokäsiteltyä viisimetristä koivukuitupuuta. Kuormakoko joukoittain käsitellyllä kuusikuitupuulla oli 45,1 kuutiometriä ja niin ikään joukoittain käsitellyllä lehtikuitupuulla 34,8 kuutiometriä.

Kuormauksen ajanmenekiksi joukkokäsitellyllä havukuitupuulla saatiin 0,99 min/m³, ja joukkokäsitellyn lehtikuitupuun kuormaus kesti 1,30 min/m³. Kuormauksen valmisteluun kului keskimäärin 9,10 min/kuorma, ja kuormauksen päättäminen vei aikaa 5,40 min/kuorma. Keskeytyksiä yhtä kuormaa kohti oli 3,10 minuuttia. Kuormaimen kiinnitykseen kului aikaa 10,04 minuuttia, kun taas kuormaimen irrotus tapahtui 7,87 minuutissa. (Pennanen 1983, 14.)

Kuorman purkamisen kesti tutkimuksen mukaan 11,70 minuuttia. Keskeytyksiä kuorman purkamisessa oli ainoastaan 0,20 minuuttia kuormaa kohden. (Pennanen 1983, 14.)

Pennanen (1984, 4 - 5) tutki myös kaluston kehittymisen vaikutusta puutavara-autojen ajankäyttöön vuonna 1984. Tutkimus toteutettiin aikatutkimuksena, jossa tarkasteltiin kuormauksen, ajon ja tehtaalla purkamisen ajanmenekkiä. Tutkittava kalusto koostui kokonaispainoltaan 48 tonnin täysperävaunuyhdistelmistä, jotka olivat joko kolmiakselisen auton ja kolmiakselisen perävaunun muodostamia tai neliakselisen auton ja kaksiakselisen perävaunun muodostamia yhdistelmiä. Kunkin toimintaa seurattiin noin viikon ajan.

Kuormauksessa tutkimusaineisto koostui yhteensä 256 kuormasta, joista 78 oli havutukkuormia, 122 vähintään kolmimetrisiä havukuitupuukuormia ja 18 kuormaa kolmimetristä lehtikuitupuuta. Kuorman keskikoko oli 45 kuutiometriä. Varsinaiseen kuormaukseen kului havutukeilla kolme nippua täysperävaunuyhdistelmään

kuormattaessa $0,73 \text{ min/m}^3$ ja kolmimetrisillä havukuitupuilla neljästä viiteen nippua kuormattaessa $0,76 \text{ min/m}^3$. Puutavaran pituuden vaihdellessa vain vähän pitkän yli kolmimetrisen kuitupuun kuormausaika lähenteli tukkien kuormausaikaa. Lyhyen kuitupuun kuormaus kesti pidempään kuin pitkän kuitupuun, ja samoin lehtikuitupuuta oli hitaampi kuormata kuin havukuitupuuta. (Pennanen 1984, 7 - 10.)

Kuormauksen valmisteluun kului täysperävaunuyhdistelmätyypistä riippuen kuormakohtaisesti 4,65 minuutista 6,57 minuuttiin. Vaihe koostui niistä toimista, jotka vaaditaan auton, perävaunun ja kuormaimen saamisesta kuormauskuntoon. Kuormauksen päättäminen tarkoitti pääasiassa kuormansidontaa. Sen ajanmenekki tämän tutkimuksen mukaan oli kuljetuskalustosta riippuen 4,23–6,76 min/kuorma. (Pennanen 1984, 11.)

Kuormaimen kiinnittäminen ajoneuvoon kesti tutkimuksen mukaan 9,68 minuuttia kuormaa kohden, ja kuormaimen irrotukseen kului 6,97 min/kuorma. Alle 15 minuutin keskeytyksiä oli keskimäärin 4,14 min/kuorma. (Pennanen 1984, 10 - 12.)

Tehtaalla tukki- ja pitkiä kuitupuukuormia purettaessa käytettiin 18 kertaa siltanosturia ja 16 kertaa auton omaa kuormainta. Lyhyet kuitupuukuormat (kaksi ja kolme metriä) purettiin 27 tapauksessa siltanosturilla ja kahdesti omalla kuormaimella. (Pennanen 1984, 7.) Nosturilla purettaessa ajanmenekki oli $0,18 \text{ min/m}^3$ ja omalla kuormaimella purettaessa puolestaan $0,34 \text{ min/m}^3$. Alle 15 minuutin keskeytyksiä tehtaalla purettaessa oli 1,44 minuuttia kuormaa kohti. (Pennanen 1984, 17.)

Puutavara-autojen ajankäyttöä kuljetuksen eri vaiheissa on tutkittu myös ajopiirturiseurantana talvi- ja kesäolosuhteissa vuonna 1987. Tutkimukseen osallistui 53 ajoneuvoyhdistelmää, jotka oli rekisteröity 48 tonnin kokonaispainolle ja varustettu irrotettavin kuormaimin. (Alve 1998b, 2.) Ajoneuvoyhdistelmiä kuljetti 65 eri kuljettajaa, joiden kokemus puutavaran kuljetuksesta oli keskimäärin 13 vuotta (Alve 1988b, 5). Keskimääräinen kuorman koko tutkimuksessa oli 47 kuutiometriä (Alve 1988b, 8).

Tässä tutkimuksessa kuormaimen irrottamiseen metsävarastolla kului 15 min/kerta (Alve 1988b, 13). Jos kuormain jätettiin muualle kuin metsävarastolle, aika lyheni 13 minuuttiin kerralta. Kuormaimen kiinnittämiseen puolestaan kului aikaa 12 minuuttia. (Alve 1988b, 15.)

Koska puutavara-autojen ajankäytön tutkimus toteutettiin seurantatutkimuksena, piti ajankäyttö jaotella melko karkeasti. Tästä johtuen tulokset olivat keskimääräisiä ja likimääräisiä. Tarkempiin tuloksiin olisi päästy käyttämällä aikatutkimusta seurantatutkimuksen sijaan. (Alve 1988a, 4.)

Korpilahden (1989, 1–2) tekemä tutkimus aikatauluajon vaikutuksesta puutavaran autokuljetuksen tuottavuuteen koskee tarkasti aikataulutettuja tehtaalle suuntautuvia puutavarankuljetuksia. Aikataulutukseen on osalla tehtaista päädytty, jotta puuvirta jakautuisi tasaisesti, siirtokaluston käyttö voitaisiin maksimoida ja puutavaran varastointi sekä puutavara-autojen aiheuttamat ruuhkat tehtailla pystyttäisiin välttämään.

Tutkimuksessa selvitettiin aikataulun mukaan ja ilman aikataulua tehtaalle saapuvien kuormien kuormausaikaa ja tehdasalueella viipymistä. Pitkän havukuitupuun tutkimusaineisto koostui 19 aikataulun mukaan ja 30 ilman aikataulua kuljetetusta kuormasta. Keskimääräinen kuormakoko pitkällä havukuitupuulla oli 48 kuutiometriä. Aikataulutetun kuorman kuormaus kesti 1,70 min/m³, kun taas ilman aikataulua kuljetettavan kuorman kuormaukseen kului 1,10 min/m³. (Korpilahti 1989, 3.)

Keskeytyksiä Korpilahden (1989, 4) tutkimuksessa aikataulutettujen kuormien osalle tuli 13,80 min/kuorma. Ilman aikataulua kuljetettavilla kuormilla keskeytysaika kuormaa kohti oli puolestaan 10,70 minuuttia.

1980-luvun lopussa aloitettiin **Korhosen ja Oijalan** (1991, 1 - 2) puutavara-auton kuormausmenetelmien vertailututkimus, jossa selvitettiin aikatutkimuksella ja ajopiirturiseurannalla erilliskuormaajan ja kahden perävaunun käytön kannattavuutta sekä autokohdaisen kuormaimen kuljetusmatkoja ja sen kiinteäksi asentamisen mielekkäitä olosuhteita. Tutkimuksen tuloksena saatiin selville puutavara-autoyhdistelmän varastolla viipymisen kokonaisaika sekä ajanmenekit työvaiheittain eri kuormausmenetelmillä.

Tutkimusaineisto hankittiin kesäkuussa 1989, ja se käsitti viiden puutavara-autoyhdistelmän viisimetriset havukuitukuormat. Näitä oli yhteensä 55 kuormaa. (Korhonen & Oijala 1991, 2.)

Korhosen ja Oijalan tutkimuksen mukaan auton omalla kuormaimella kuormattuna vetoauton kuormaus kesti 0,70 min/m³. Perävaunun kuormaus oli hieman hitaampaa, sillä

siinä kului aikaa $0,73 \text{ min/m}^3$. Varsinainen kuormausaika kuutiometriä kohden koko yhdistelmälle oli 0,72 minuuttia, ja koko yhdistelmäkuorma saatiin tehtyä 36,10 minuutissa, kun kuorman keskikoko oli $50,2 \text{ m}^3$. (Korhonen & Oijala 1991, 2 - 3.)

Tutkimuksessa kuormaimen kytkentä ja irrotus kestivät yhteensä keskimäärin 17,10 minuuttia. Kuormauksen valmisteluun ja päättämiseen kului 16,50 min/kuorma, josta puolet koostui kuorman sidonnasta. Keskeytyksiä kuormaa kohti oli keskimäärin 3,20 minuuttia. (Korhonen & Oijala 1991, 2 - 3.)

Vuosituhanen vaihteessa kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekkiä selvitetiin puolestaan *Väkevän, Lindroosin, Rajamäen ja Uusi-Pantin* (2000, 4) tutkimuksessa Puutavaran keräilyajon ajanmenekki. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan selville ajanmenekkiero kuormattaessa puutavara yhdeltä ja usealta varastopaikalta.

Tutkimusaineisto koostui kuuden puutavara-auton 60 keräilykuormasta ja 15 normaalikuormasta. Keräilyajon aineistosta tukkipuuta oli 30 prosenttia, mäntykuitupuuta 31 prosenttia, kuusikuitupuuta 23 prosenttia ja lehtikuitupuuta 16 prosenttia. Aineiston keräilykuormat kerättiin keskimäärin 3,3 varastolta, ja keskimääräinen kuorma sisälsi 2,1 puutavaralajia. Tutkimuksen aineiston keruu toteutettiin tammi–maaliskuussa ja touko–kesäkuussa vuonna 1999. (Väkevä ym. 2000, 4 - 9.)

Tutkimukseen kerätystä koko aineistosta laskettuna varsinaiseen kuormaukseen kului keräilykuormissa aikaa $0,70 \text{ min/m}^3$. Normaalikuormien ajanmenekki oli puolestaan $0,62 \text{ min/m}^3$. Tiedonsiirto tapahtui keräilykuormilla 0,90 minuutissa kuormaa kohden, kun normaalikuormilla aikaa tiedonsiirtoon kului 0,60 min/kuorma. Alle 15 minuutin keskeytykset kuormaa kohti olivat keräilykuormilla 2,90 minuuttia ja normaalikuormilla 2,10 minuuttia. (Väkevä ym. 2000, 10 - 12.)

Varsinaiseen kuorman purkamiseen kului koko aineistosta laskettuna keräilykuormilla $0,46 \text{ min/m}^3$ ja normaalikuormilla $0,36 \text{ min/m}^3$. Alle 15 minuutin keskeytyksiä kuorman purkamisessa oli keräilykuormissa 1,40 minuuttia ja normaalikuormissa 1,80 minuuttia yhtä kuormaa kohti. (Väkevä ym. 2000, 13 - 14.)

Toistaiseksi uusin puutavaran käsittelyn ajanmenekkiä autokuljetuksessa selvittänyt tutkimus on *Nurmisen ja Heinosen* tekemä. Koska nykyaikainen puutavaran

autokuljetuskalusto ja toimintaympäristö ovat huomattavasti muuttuneet aikaisempien vuosikymmenten kalustosta ja olosuhteista, syntyi tarve päivittää puunkuljetustoimintojen ajanmenekkimallit ja esitellä tilastollinen toimintatapa ajanmenekin kuljetusvaiheen aikaisten vaihteluiden tarkastelemiseen. Myös puunkuljetusten kustannuslaskenta ja reittisuunnittelu kaipasivat tietoa ajanmenekin vaihteluista. (Nurminen & Heinonen 2007a, 471 - 473.)

Tutkimus toteutettiin aika- ja seurantatutkimuksen yhdistelmänä loppukesällä 2005. Tutkimusaineisto kerättiin 13 kuljettajan ja kahdeksan rakenteellisesti miltei samankaltaisen puutavarayhdistelmän kuljettamasta 368 kuormasta. Kuormat jakautuivat yhdeltä varastolta kuljetettaviin ja keräilykuormiin, jotka ovat peräisin kahdelta tai useammalta varastolta. Kuormien purkaminen tapahtui kurottajalla, pyöräkuormaajalla tai auton omalla kuormaimella. (Nurminen & Heinonen 2007a, 471 - 476.)

Nurmisen ja Heinosen tutkimuksen mukaan keräilyajon ajanmenekki osoittautui 25 - 35 prosenttia suuremmaksi kuin Väkevän ym. (2000) tutkimuksessa todettu (Nurminen 2007). Tukkipuiden kuormauksen ajanmenekiksi saatiin 0,44 min/m³ ja kuitupuun kuormauksen ajaksi 0,84 min/m³. Pitkän ja lyhyen kuitupuun keskimääräisten ajanmenekkien erot olivat niin pieniä, ettei niillä ollut tilastollisesti merkitystä. Tutkimusjakson sijoituessa kesäaikaan tutkimustulokset ovat luotettavia ainoastaan kesäisissä olosuhteissa. (Nurminen & Heinonen 2007a, 480 - 482.)

Nurmisen ja Heinosen tutkimuksessa todettiin ajanmenekin vaihtelun olleen tutkimusaineistossa suurta. Keräilykuormissa ajanmenekkiin ja sen vaihteluun vaikuttivat lisäksi varastojen väliset siirtymiset ja kuormauksen aputyövaiheiden toistuvuus varastopaikoittain. Tutkijat ehdottivatkin, että kuljetusten ohjauksessa tulisi huomioida kuljetukseen liittyvä suuri ajanmenekki vaihtelu ja olosuhderiippuvuus. Ajanmenekki ja sen vaihtelu vaikuttavat heidän mukaansa huomattavasti myös kuljetusyritysten kustannuksiin ja hinnoitteluun. (Nurminen & Heinonen 2007b, 318.)

7 Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Toimeksiannettu tutkimus toteutettiin aikatutkimuksena 24.11.2008–14.1.2009 kellotamalla puutavarayhdistelmän kuormausta sekä kuorman purkamista pinoon ja junanvaunuun. Kuormauksen osalta tutkimusaineisto kerättiin metsävarastoilla Pirkanmaan alueella. Metsäliitto Osuuskunnan Kyröskosken tehtailla tutkittiin satunnaisotoksin kuorman pinoon purkamista, ja kuorman purkamista junanvaunuun kellotettiin puolestaan M-realin entisen kemihierretehtaan tehdasalueella ja Parkanon aseman kuormaupaikalla. Lisäksi viidelle ennalta sovitulle kuljetusyriykselle annettiin tehtäväksi junanvaunuun purkamisen yhteydessä mitata tiedonsiirtoon kulunut aika 16.–19.1.2009, ja raportoida saadut tulokset. Ajan mittauksen ohella osa tutkimusaineistosta hankittiin haastatteluin.

7.1 Kalusto

Tutkimukseen osallistui 34 puutavarayhdistelmää, jotka olivat rakenteeltaan keskenään samankaltaisia. Ajoneuvoyhdistelmät oli rekisteröity 60 tonnin kokonaispainolle, ja ne koostuivat kolmiakselisesta vetoautosta ja neliakselisesta täysperävaunusta. Vetoautoissa oli irrotettava hydraulinen puutavaran kuormain. Perävaunut olivat joko jatkettavia tai kiinteäpituisia ja liukupankoin varustettuja.

7.2 Kuormat

Tutkimusaineistoon hyväksytyjen kuormien kriteerit vaihtelivat siitä riippuen, mitä puutavarakuljetuksen vaihetta tutkittiin. Myös tutkimusaineiston otosten määrät vaihtelivat työvaiheittain. Lisäksi kuorman koon määrittäminen tapahtui eri tavoin kuormauksen ja kuorman purkamisen yhteydessä.

7.2.1 Kuormaus

Kuormausaineisto koostui 18 kuormasta, jotka ennalta sovitut kuljetusyrietykset kuormasivat. Tutkimuskuormat olivat joko yhdeltä varastolta kuormattuja varastokohtaisia kuormia tai vähintään kahdelta varastolta kuormattuja keräilykuormia. Aineiston keräilykuormat kuormattiin keskimäärin 3,1 metsävarastolta. Aineistoon otettiin mukaan vain yhtä puutavaralajia sisältävät kuormat, jotka olivat joko havutukki-, havukuitu- tai lehtikuitukuormia. Tutkimuskuormien jakautuminen kuormatyypeittäin ja puutavaralajeittain on esitetty taulukossa 1 ja kuormatyypeittäin jaoteltujen tutkimuskuormien jakautuminen eri puutavaralajeihin taulukossa 2.

Taulukko 1: Kuormattujen kuormien jakautuminen kuormatyypeittäin ja puutavaralajeittain

	Lukumäärä kpl	Jakauma %
Kaikki kuormat	18	100
Varastokohtaiset kuormat	11	61
Keräilykuormat	7	39
Havutukki	7	39
Havukuitu, ranka	4	22
Lehtikuitu, 3 m	7	39

Taulukko 2: Varastokohtaisten kuormien ja keräilykuormien jakautuminen puutavaralajeittain

	Lukumäärä kpl	Jakauma %
Varastokohtaiset kuormat	11	100
havutukki	4	36
havukuitu, ranka	3	27
lehtikuitu, 3 m	4	36
Keräilykuormat	7	100
havutukki	3	43
havukuitu, ranka	1	14
lehtikuitu, 3 m	3	43

Aineistossa kymmenen yhdistelmäkuorman kuormakoot saatiin tehdasmittauksen tuloksena. Loput kahdeksan yhdistelmäkuormaa jatkokuljetettiin rautateitse, jolloin tarkkoja kuormakokoja ei ollut mahdollista saada. Näissä kuormissa käytettiin keskimääräistä kuormakokoa, joka oli laskettu vuoden 2009 alkutalven aikana Metsäliitto Osuuskunnan tytäryhtiön kahdelle tehtaalle toimitetuista 138 kuormasta, joiden kokonaismäärä oli

6178 kuutiometriä. Vaikka tämä aineisto koostui sekä havu- että lehtikuitukuormista, kuormakoon vaihtelu puutavaralajeittain oli hyvin pientä.

7.2.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Kuorman purkamisen tutkimusaineisto muodostui kaikkiaan 58 yhdistelmäkuormasta. 42 kuormaa käsittävä omalla kuormaimella purettu pinopurkuaineisto koostui havutukki- ja havukuitukuormista. Vertailuaineistoksi kerättiin lisäksi 16 kuorman aineisto, joka erosi pinopurkuaineistosta purkutavaltaan (taulukot 3 ja 4).

Taulukko 3: Kuorman purkamisen aineisto purkutavoittain ja puutavaralajeittain

Purkutapa	Puutavaralaji		
	Havutukki	Havukuitu, ranka	Yhteensä
	Kuormia, kpl		
Oma kuormain	18	24	42
Pyöräkuormaaja	11	0	11
Siltanosturi	0	5	5
Yhteensä	29	29	58

Taulukko 4: Kuorman purkamisen aineiston jakautuminen eri purkutapoihin ja puutavaralajeihin

Purkutapa / puutavaralaji	Jakauma %	Yhteensä %
Oma kuormain	72	100,0
Pyöräkuormaaja	19	
Siltanosturi	9	
Oma kuormain / havutukki	62	100,0
Pyöräkuormaaja / havutukki	38	
Oma kuormain / havukuitu, ranka	83	100,0
Siltanosturi / havukuitu, ranka	17	
Havutukki	50	100,0
Havukuitu, ranka	50	

Pinoon purettujen ja vertailuaineiston kuormien koot perustuivat tehdasmittauksiin.

7.2.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun

Junanvaunuun purettujen kuormien aineisto muodostui ennalta sovittujen kuljetusyritysten omalla kuormaimella purkamista 30 yhdistelmäkuormasta. Tutkimuskuormat koostuivat rankahavukuidusta sekä kolmimetrisestä havu- ja lehtikuidusta. Tutkimussuunnitelmasta poiketen tutkimusaineistoon ei sisällynyt yhtään havutukkikuormaa. Pääasiassa aineiston kuormat muodostuivat vain yhdestä puutavaralajista, mutta aineistoon otettiin mukaan myös neljä kuormaa, joissa oli kahta eri puutavaralajia. Nämä kuormat käsiteltiin sen puutavaralajin mukaisena, jota kuormassa oli eniten. Kokonaiskuormamäärän jakautuminen puutavaralajeittain selviää taulukosta 5.

Taulukko 5: Kuorman junanvaunuun purkamisen aineisto puutavaralajeittain

	Lukumäärä kpl	Jakauma %
Kaikki kuormat	30	100
Havutukki	0	0
Havukuitu, ranka	20	67
Havukuitu, 3 m	2	7
Lehtikuitu, 3 m	8	27

Tutkimukseen otettiin mukaan vain sellaiset kuormat, jotka kuormattiin VR Cargon Sp-, Spar-, Ocpp- ja Snpss-tyyppisiin junanvaunuihin.

Purettaessa kuorma junanvaunuun tarkkaa ajoneuvoyhdistelmän kuormakokoa ei ollut saatavilla. Näiden kuormien koon määrittäminen tapahtui samoin kuin niiden kuormien, joille ei ollut saatavissa tarkkoja tilavuuksia kuormauksen kuormakokoa määritettäessä. Näin ollen junanvaunuun purettujen kuormien tilavuus perustuu keskimääräisiin kuormakokoihin.

7.3 Muut aineistoon kerätyt tiedot

Kuorman purkamisessa junanvaunuun kerättiin aineisto tiedonsiirron osalta vaunutyyppistä välittämättä, sillä tiedonsiirron nippukaavio luotiin kerralla kaikista kuormatuista vaunuista. Aineistoon koottiin tiedot rivien ja junanvaunujen lukumääristä, ja

kokonaisuudessaan tiedonsiirtoaineisto koostui 71 rivin ja 39 junanvaunun tietojen syö-
töstä ja siirrosta.

Tutkimusaineistoon sisällytettiin myös ajoneuvon siirtojen lukumäärät ja siirtomatkat
kuormausten ja kuorman junanvaunuun purkamisten yhteydessä. Kuormaa tehtaalla
purettaessa merkittiin keskimääräinen purkukuljetusmatka. Kuormauksen tutkimusai-
neistossa kuvattiin lisäksi metsävarastoa ja kuormauksen olosuhteita.

7.4 Aikatutkimus ja sen vaiheistus

Tutkimusaineistoa hankittiin mittaamalla kuormauksen sekä kuorman pinoon ja junan-
vaunuun purkamisen tehollisen ajan ajanmenekkiä sekuntikellomenetelmällä. Ajan mit-
taus tapahtui työvaiheittain sekunnin tarkkuudella. Tutkimus toteutettiin käyttämällä
apuna sekuntikelloa, tiedonkeruulomakkeita (liitteet 4 - 6) ja kynää.

7.4.1 Kuormaus

Puutavarayhdistelmän kuormauksen ajanmittaus vaiheistettiin tutkimuksessa seuraavas-
ti.

1. vaihe – kuormauksen valmistelu; alkaa ajoneuvoyhdistelmän pysähtyessä varastolle
ja päättyy kuljettajan ja kuormaimen ollessa valmiita aloittamaan varsinainen kuor-
maus
2. vaihe – varsinainen kuormaus; alkaa kuormaimen kouran lähtiessä liikkeelle pank-
kojen välistä ja päättyy kouran pysähtyessä auton puunipun ja kuormakorin etusei-
nämän väliin. Kuorman tekeminen ja ajoneuvon tarpeelliset siirrot varastolla sisäl-
tyvät tähän vaiheeseen.
3. vaihe – kuormauksen viimeistely; alkaa kuljettajan lopettaessa kuormauksen ja päät-
tyy kuorman ollessa lähtökunnossa. Kuorman sidonta ja kuorman lähtökuntoon
valmistelu sisältyvät tähän vaiheeseen.

4. vaihe – tiedonsiirto; alkaa kuljettajan aloittaessa nippukaavion tekemisen ja päättyy nippukaavion lähettämiseen puutavara-auton tietoliikenneyhteyksillä
5. vaihe – kuormaimen kiinnittäminen ajoneuvoon; vaihe sisältää kaikki kuormaimen ajoneuvon kiinnittämiseen liittyvät toimet
6. vaihe – kuormaimen jättäminen varastolle; vaihe sisältää kaikki kuormaimen ajoneuvosta irrottamiseen liittyvät toimet
7. vaihe – keskeytykset, enintään 15 minuuttia

7.4.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Puutavarayhdistelmän kuorman purkaminen tehdasympäristössä vaiheistettiin purkutapa huomioiden.

- 1.a vaihe – kuorman purkaminen omalla kuormaimella; alkaa nosturin kouran lähtiesä liikkeelle pankkojen välistä ja päättyy kuorman purkamisen jälkeen kouran palautuessa alkuasentoon pankkojen väliin
- 1.b vaihe – kuorman purkaminen pyöräkuormaajalla; alkaa pyöräkuormaajan saavutua puutavara-auton kuormakorin viereen ja päättyy kuorman purkamisen jälkeen viimeisten tukkien pudottua syöttöpöydälle pyöräkuormaajan kourasta
- 1.c vaihe – kuorman purkaminen siltanosturilla; alkaa nosturin lähtiessä liikkeelle ja päättyy auton ollessa kuorman purkamisen jälkeen valmis poistumaan purkupaikalta
2. vaihe – keskeytykset, enintään 15 minuuttia

7.4.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun

Kuorman purkaminen junanvaunuun jaettiin eri työvaiheisiin seuraavan vaiheistuksen mukaisesti.

1. vaihe – kuorman purkamisen valmistelu; alkaa ajoneuvoyhdistelmän pysähtyessä junanvaunun viereen ja päättyy kuljettajan ja kuormaimen ollessa valmiita

aloittamaan kuorman purkaminen. Kuorman sidonnan purkaminen sisältyy tähän vaiheeseen.

2. vaihe – kuorman purkaminen; alkaa puutavaranosturin kouran lähtiessä liikkeelle pankkojen välistä ja päättyy kuorman purkamisen jälkeen kouran palattua alkuasentoon pankkojen väliin. Ajoneuvon tarpeelliset siirrot kuorman purkamisen yhteydessä sisältyvät tähän vaiheeseen.
3. vaihe – vaunun lähtökuntoon laittaminen; alkaa kuljettajan lopettaessa kuorman purkamisen ja päättyy kaikkien vaunun lähtöä valmistelevien tehtävien tultua tehdyksi
4. vaihe – tiedonsiirto; alkaa kuljettajan aloittaessa nippukaavion tekemisen ja päättyy nippukaavion lähettämiseen puutavara-auton tietoliikenneyhteyksillä
5. vaihe – keskeytykset, enintään 15 minuuttia

7.5 Haastattelu

Haastattelututkimus tehtiin 15:lle puutavara-auton kuljettajalle ennalta sovittujen kuljetusyritysten edustajien keskuudesta satunnaisotantana 25.11.2008–7.1.2009. Kuljettajia haastatelluista oli 11 ja yrittäjä-kuljettajia neljä. Haastateltujen keskimääräinen työkokemus puutavaran kuljettamisesta oli 14,2 vuotta.

Haastattelussa pyrittiin saamaan selville haastateltujen näkemys kuormauksen sekä kuorman pinoon ja junanvaunuun purkamisen keskimääräisistä ajanmenekeistä työvaiheittain ja saamaan täten vertailuaineistoa aikatutkimusaineistolle. Haastattelun yhteydessä haastatelluille selitettiin työvaiheiden sisällöt. Aika-arvioita pyydettiin minuutin tarkkuudella. Lisäksi haastatellut saivat mainita näihin ajanmenekkeihin vaikuttavia tekijöitä. Tiedot kirjattiin erilliselle kyselylomakkeelle haastateltujen vastausten mukaisina (liite 7).

8 Tutkimusaineiston käsittely

Kerätyn tutkimusaineiston mittaustulokset jaoteltiin työvaiheittain. Työvaiheiden sisällä mittaukset eriteltiin vielä muuttujittain. Jotta tutkimusaineistosta saatiin mahdollisimman todenperäinen ja luotettava, aineistosta rajattiin pois sellaiset ajanmittaukset, joissa oli epätarkkuutta. Joka kerta kaikkien työvaiheiden kestoa ei myöskään syystä tai toisesta pystytty mittaamaan. Näiden syiden takia aineiston otokset vaihtelevat työvaiheittain (liitteet 8 - 10).

Tutkimusaineiston perusteella laskettiin jokaisen työvaiheen kaikille muuttujille sekä keskikuorma että ajanmenekin aritmeettinen keskiarvo Excel-laskentaohjelmaa apuna käyttäen kaavalla

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n} \quad (2)$$

jossa x on havainnon arvo ja n on havaintojen lukumäärä.

Vertailun mahdollistamiseksi työvaiheiden keskiarvot muunnettiin lopuksi vastaamaan keskikuormaa, joka oli koko puutavarakuljetuksen tutkitun osavaiheen kaikkien kuormien keskikuorma.

Lisäksi selvitettiin aineiston mediaani muuttujittain käyttäen Excel-laskentaohjelmaa.

Myös työvaiheiden muuttujien ajanmenekkien keskihajonta laskettiin Excel-laskentaohjelman avulla kaavalla

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

jossa x on otoksen keskiarvo ja n on otoksen suuruus.

Tutkimusaineistoa tarkasteltiin lisäksi määrittämällä mitattujen ajanmenekkien pienin ja suurin arvo. Tämä kertoi kunkin työvaiheen ajanmenekin vaihteluvälin.

Työvaiheen aritmeettisen keskiarvon ja keskikuorman avulla määritettiin työtehtävän suorittamisen nopeus muuttujittain käyttäen yksikkönä sekuntia kuutiometriä kohti.

Työvaiheiden osuus koko vaiheen ajanmenekistä selvitettiin ja esitettiin prosentteina. Tämä tehtiin niin ikään muuttujittain.

Keskeytyksistä laskettiin myös keskeytysten taajuus eli frekvenssi kaavalla

$$p_i = \frac{f_i}{n} \quad (4)$$

jossa f on luokkafrekvenssi ja n on havaintojen lukumäärä.

9 Tulokset

9.1 Kuormaus

Kuormauksen ajanmenekki oli 0,79 min/m³, kun aineistona olivat kaikki kuormausaineiston kuormat ja puutavaralajijakauma oli taulukon 1 mukainen. Kuormaukseen kuluva kokonaisaika kuormaa kohti oli 37,20 minuuttia kuorman keskimääräisen koon ollessa 46,7 kuutiometriä. Työvaiheittain jakautunut koko aineiston ajanmenekki ilmenee taulukosta 6.

Varastokohtaisilla kuormilla kuormauksen ajanmenekki oli 0,73 min/m³ ja keräilykuormilla 0,91 min/m³. Nämä kuormausnopeudet vastaavat varastokohtaisilla kuormilla 34,10 minuutin ja keräilykuormilla 42,83 minuutin kuormausaikaa kuormaa kohden. Taulukosta 6 ilmenevät myös varastokohtaisten ja keräilykuormien ajanmenekit työvaiheittain.

Taulukko 6: Kaikkien kuormien ja eri kuormatyyppien kuormauksen työvaiheiden ajanmenekki (kuorman koko 46,7 m³)

Työvaihe	Kaikki kuormat		Varastokohtaiset kuormat		Keräilykuormat	
	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%
Kuormauksen valmistelu	1,44	4	1,04	3	2,11	5
Varsinainen kuormaus	30,02	81	27,71	81	34,46	80
Kuormauksen viimeistely	4,62	12	4,67	14	4,54	11
Tiedonsiirto	1,12	3	0,69	2	1,73	4
Kuormaus yhteensä	37,20	100	34,10	100	42,83	100

Puutavaralajeittain kuormaus kesti havutukkikuormissa keskimäärin 0,61 min/m³, rangoista koostuvissa havukuitukuormissa 0,78 min/m³ ja kolmen metrin lehtikuitukuormissa 0,97 min/m³. Kuormaa kohden ajanmenekit olivat näin ollen havutukeilla 28,30 minuuttia, havukuidulla 36,52 minuuttia ja kolmen metrin lehtikuidulla 46,18 minuuttia. Lehtikuitukuormien tiedonsiirtoon kulunut aika on otettu laskelmiin kaikkien kuormien mukaisena keskimääräisenä tiedonsiirtoaikana. Taulukko 7 sisältää puutavaralajeittain eriteltyjen kuormien ajanmenekit työvaiheittain.

Taulukko 7: Kuormauksen työvaiheiden ajanmenekki eri puutavaralajikuormilla (kuorman koko 46,7 m³)

Työvaihe	Havutukkuormat		Havukuitukuormat		Lehtikuitukuormat	
	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%
Kuormauksen valmistelu	1,65	6	0,82	2	1,58	3
Varsinainen kuormaus	21,50	76	27,52	75	39,63	86
Kuormauksen viimeistely	4,19	15	6,80	19	3,85	8
Tiedonsiirto	0,97	3	1,38	4	1,12	2
Kuormaus yhteensä	28,30	100	36,52	100	46,18	100

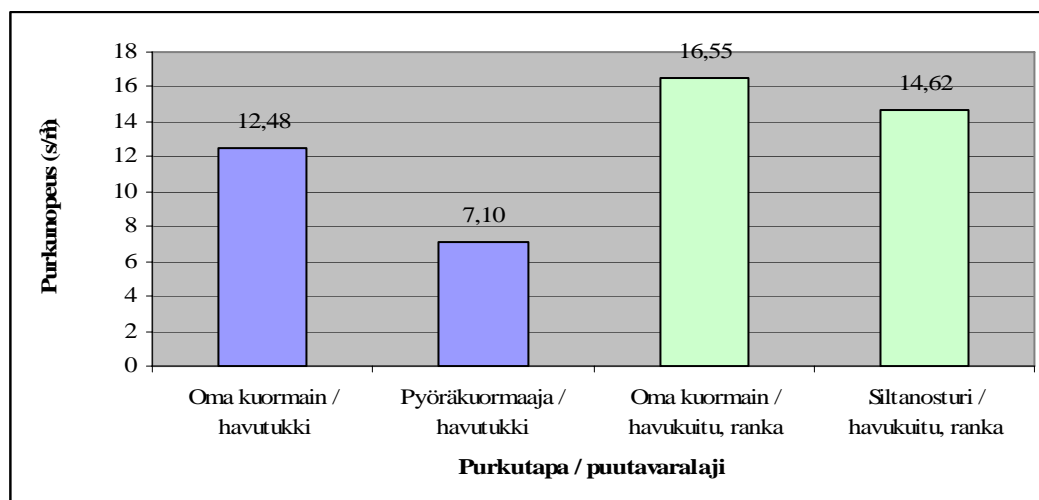
Keskeytykset kuormauksen aikana kestivät keskimäärin 4,37 minuuttia. Kuormaa kohti keskeytysaika oli 0,73 minuuttia. Keskeytysfrekvenssi kuormausaineistossa oli 16,7 prosenttia, eli kaikista kuormauksista kolmessa kuormaus keskeytyi.

Kuormaimen kiinnittämistä ajoneuvoon tai sen irrottamista ajoneuvosta ei tämän tutkimuksen yhteydessä päästy kellottamaan. Kaikissa tutkimuskuormissa kuormain kuljettiin mukana keräilykuormien, kuorman purkuolosuhteiden, lyhyen kuljetusmatkan tai seuraavaksi haettavan kuorman eri sijainnin vuoksi.

Ajoneuvoa jouduttiin siirtämään varsinaisen kuormauksen aikana enintään kerran. Keskimääräinen siirtomatka oli 10 metriä, mutta se vaihteli 0 - 25 metriä.

9.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Ajoneuvoyhdistelmäkuorman purkaminen pinoon auton omalla puutavarakuormaimella kesti keskimäärin 9,80 minuuttia, kun kuorma sisälsi havutukkia ja sen koko oli 47,1 kuutiometriä. Vastaavanlaisen kuorman purkaminen pyöräkuormaajalla kesti 5,57 minuuttia. Havurankaa sisältävä yhdistelmäkuorma purettiin omalla kuormaimella 12,99 minuutissa, kun siltanosturilla kuorman purkuun aikaa kului 11,48 minuuttia. Vastaavat purkunopeudet on esitetty kuviossa 1.

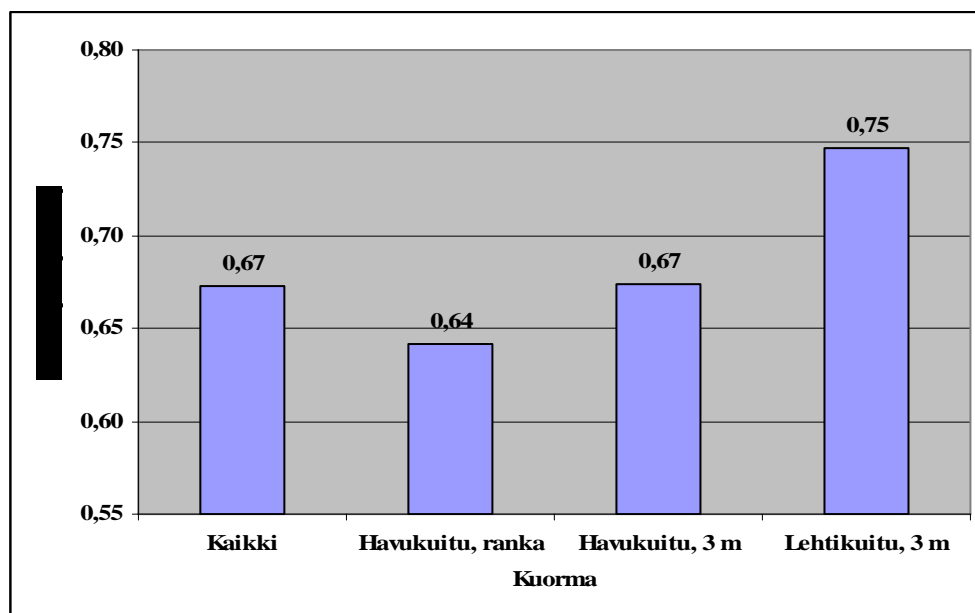


Kuvio 1: Yhdistelmäkuorman purkunopeus purkutavoittain (kuormakoko 47,1 m³)

Koko 58 kuorman purkuaineistossa oli ainoastaan kolme keskeytystä. Keskeytysfrekvenssiksi saatiin täten 5,2 prosenttia. Keskimääräinen keskeytysaika oli 0,81 minuuttia/kerta ja 0,04 minuuttia/kuorma. Kaksi keskeytystä tapahtui pyöräkuormaajalla havutukkikuormaa purettaessa, ja havukuitukuorman purku omalla kuormaimella keskeytyi yhden kerran.

9.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun

Yhdistelmäkuorman purkaminen junanvaunuun kesti keskimäärin 30,16 minuuttia kuorman koon ollessa 44,8 kuutiometriä. Kuormakoon pysyessä samana rangoista koostuvan havukuitukuorman purkaminen kesti 28,75 minuuttia, kolmimetrinen havukuitukuorman 30,18 minuuttia ja kolmimetrinen lehtikuitukuorman 33,29 minuuttia. Kaikkien kuormien ja eri puutavaralajia sisältävien kuormien purkunopeus selviää kuviosta 2.



Kuvio 2: Yhdistelmäkuorman purkunopeus junanvaunuihin (kuormakoko 44,8 m³)

Junanvaunuun kuormaa purettaessa suurin ajanmenekki aiheutui varsinaisesta kuorman purkamisesta. Koko aineiston perusteella kuorman purkamisen valmistelu vei enemmän aikaa kuin tiedonsiirto ja vaunun viimeistely lähtökuntoon. Puutavaralajeittain eriteltyinä kuormien työvaiheittaisissa ajanmenekkien osuuksissa on jonkin verran hajontaa. Työvaiheittaiset kuorman junanvaunuihin purkamisen ajanmenekit sekä ajanmenekin jakaumat on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8: Kuorman junanvaunuihin purkamisen ajanmenekki työvaiheittain (kuorman koko 44,8 m³)

Työvaihe	Kuorma							
	Kaikki		Havukuitu, ranka		Havukuitu, 3 m		Lehtikuitu, 3 m	
	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%
Kuorman purkamisen valmistelu	3,67	12	3,78	13	4,83	16	3,07	9
Kuorman purkaminen	21,85	72	20,84	72	21,96	73	24,35	73
Vaunun viimeistely lähtökuntoon	1,99	7	1,49	5	0,75	2	3,43	10
Tiedonsiirto	2,65	9	2,65	9	2,65	9	2,65	8
Purkaminen yhteensä	30,16	100	28,75	100	30,18	100	33,49	100

Tiedonsiirron ajanmenekkiä tutkittiin myös rivi- ja vaunukohtaisesti. Rivikohtainen tiedonsiirron ajanmenekki oli 1,67 minuuttia, ja vaunua kohti tiedonsiirtoon kului aikaa 3,04 minuuttia.

Keskeytyksiä koko aineistossa oli kuuden kuorman purkamisen aikana. Keskeytysfrekvenssi on täten 20,0 prosenttia. Keskimäärin keskeytyksen kesto oli 1,97 minuuttia.

Ajoneuvoa jouduttiin siirtämään kuormauksen aikana 93 prosentissa kuormauksista. Siirtoja tapahtui tällöin yksi/kuormaus. Siirtomatka vaihteli 5 - 80 metriin. Keskimäärin se oli 15 metriä.

9.4 Haastattelu

Haastatteluaineiston perusteella saadut tulokset perustuvat haastateltujen arvioihin ajanmenekeistä sekä näkemyksiin kuormaukseen ja kuorman purkuun vaikuttavista tekijöistä. Ajanmenekkiarvioiden arviointiperusteena käytettiin yhdistelmäkuormaa.

9.4.1 Kuormaus

Haastatteluaineistoon kuuluvien, kuormauksen eri työvaiheiden ajanmenekkiä koskevien arvioiden perusteella havutukeista koostuvan yhdistelmäkuorman kuormaus kestää 39,03 minuuttia. Rangoista koostuvan havukuitukuorman tekoon kuluu aikaa 48,97 minuuttia ja kolme metriä pitkistä lehtikuitupuusta koostuvan kuorman tekoon 57,63 minuuttia. Haastateltujen arviot kuormauksen eri työvaiheiden ajanmenekeistä on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9: Haastateltavien keskimääräiset kuormauksen ajanmenekkiarviot työvaiheittain

Työvaihe	Puutavaralaji					
	Havutukki		Havukuitu, ranka		Lehtikuitu, 3 m	
	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%
Kuormauksen valmistelu	1,97	5	1,97	4	1,97	3
Varsinainen kuormaus	25,40	65	35,33	72	44,00	76
Kuormauksen viimeistely	8,53	22	8,53	17	8,53	15
Tiedonsiirto	3,13	8	3,13	6	3,13	5
Kuormaus yhteensä	39,03	100	48,97	100	57,63	100

Keskeytyksiin kuluva keskimääräiseksi ajaksi haastatellut arvioivat 4,73 minuuttia.

Haastateltujen arvioiden mukaan kuormaimen irrottamiseen ajoneuvosta kuluu 10,50 minuuttia ja sen kiinnittäminen kestää miltei saman ajan, 10,53 minuuttia.

Yhdeltä varastopaikalta kuormattaessa ajoneuvon siirtoja arvioitiin tulevan enintään yksi. Tällaisten enintään viiden metrin pituisten siirtojen keskimääräinen pituus on 1,23 metriä.

Haastatellut mainitsivat useimmin pinoon, kuormauspaikkaan ja puutavaraan liittyviä seikkoja kuormausaikaan vaikuttavina tekijöinä. Myös keli, puhelimen soiminen ja kiire huomioitiin yksittäisesti. Kaikki haastattelun yhteydessä mainitut kuormausaikaan vaikuttavat tekijät sekä mainintojen lukumäärät on selvitetty taulukossa 10.

Taulukko 10: Haastateltujen näkemys kuormausaikaan vaikuttavista tekijöistä

Kuormausaikaan vaikuttava tekijä	Vastaus, kpl
Pino (pinon laatu, pinon sijainti tiehen nähden, pinon korkeus)	16
Kuormauspaikka (varaston sijainti ja tasaisuus, lankojen ja kasvavien puiden läheisyys)	11
Puutavara (puutavaran laatu, puun pituus, puiden liukkaus, puutavaramitta, puun paino, puiden asettelu)	10
Sää (sääolot, pakkanen)	4
Tekniset viat	3
Hiekoitus	2
Varusteet (hyttinosturi, kuormainvaa'an asetukset)	2
Ketjuttaminen	2
Muiden huomiointi (kansakulkijoiden huomiointi, yksityisteillä muiden tienkäyttäjien kiire aiheuttaa auton siirtoja)	2
Keli	1
Keskeytykset (puhelimen soiminen)	1
Kiire	1

9.4.2 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Huolimatta siitä, onko kyseessä havutukkikuorma vai rangoista koostuva havukuitukuorma, haastateltujen ajanmenekkiarvioiden mukaan varsinaiseen kuorman

purkamiseen omalla kuormaimella kuluu keskimäärin 15,67 minuuttia, kun toimintaympäristönä pidetään Metsäliitto Osuuskunnan Kyröskosken tehtaita. Havutukkia sisältävän yhdistelmäkuorman purkamiseen pyöräkuormaajalla arveltiin kuluvan 9,47 minuuttia. Rangoista koostuvan havukuitukuorman siltanosturilla purkamisen ajamenekiksi arvioitiin puolestaan 13,30 minuuttia.

Keskeytyksiä kuorman purkamisessa purkutavasta huolimatta Kyröskosken tehtailla ei haastateltujen mukaan arvioitu olevan.

Kuorman purkamisaikaan vaikuttavina tekijöinä mainittiin useimmin mittaukseen ja puun jatkokäsittelylaitteeseen liittyviä seikkoja. Vastauksissa heijastui myös muiden ihmisten välitön vaikutus kuorman purkamisen ajanmenekkiin (taulukko 11).

Taulukko 11: Haastateltujen näkemys kuorman purkamisaikaan vaikuttavista tekijöistä Kyröskosken tehtailla

Kuorman purkuaikaan vaikuttava tekijä	Vastaus, kpl
Tehdasmittaerät	3
Lajittelu-/syöttöpöydän ruuhkat	3
Tauot	2
Purkupaikka	1
Lajittelun nopeus	1
Lajittelijan tekniset viat	1
Jutustelu	1
Valmiin pinon korkeus	1
Purkava kuljettaja	1

9.4.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun

Kuorman purkaminen junanvaunuun kestää havutukkikuormaa purettaessa 59,50 minuuttia, kun käytetään haastateltujen antamia aika-arvioita kuorman junanvaunuun purkamisen eri työvaiheiden kestosta. Vastaavasti rangoista koostuvan havukuitukuorman purkamiseen kuluu aikaa 62,17 minuuttia ja kolme metriä pitkästä havukuidusta koostuvan kuorman purkamiseen 68,17 minuuttia. Eniten aikaa vierähtää purettaessa kolmen metrin pituisia lehtikuitupuuta junanvaunuun, sillä tällöin haastateltujen arvioista

muodostuva kokonaisajanmenekki kipuaa 70,83 minuuttiin. Ajanmenekkiarviot työvaiheittain ilmenevät taulukosta 12.

Taulukko 12: Haastateltavien keskimääräiset kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekkiarviot työvaiheittain

Työvaihe	Puutavaralaji							
	Havutukki		Havukuitu, ranka		Havukuitu, 3 m		Lehtikuitu, 3 m	
	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%	min/kuorma	%
Kuorman purkamisen valmistelu	7,27	12	7,27	12	7,27	11	7,27	10
Varsinainen kuorman purkaminen	22,17	37	24,83	40	30,83	45	33,50	47
Vaunun viimeistely lähtökuntoon	9,93	17	9,93	16	9,93	15	9,93	14
Tiedonsiirto	20,13	34	20,13	32	20,13	30	20,13	28
Kuorman junanvaunuun purkaminen yhteensä	59,50	100	62,17	100	68,17	100	70,83	100

Keskeytysten keskimääräinen kesto kuorman junanvaunuun purkamisen aikana arveltiin 0,33 minuutiksi.

Junanvaunuun kuormaa purettaessa ajoneuvon siirtoja arvioitiin olevan yhdestä kahteen (liite 9). Arvioidut siirtomatkat vaihtelivat viidestä metristä 20 metriin keskiarvon ollessa 12 metriä.

Haastatellut mainitsivat vaunutyypin ominaispiirteet useimmiten kuorman purkuaikaan vaikuttaviksi tekijöiksi (taulukko 13). Purkamisen ajalliseen keston on vaikutusta myös kuormattavan puutavaran laadulla ja ominaisuuksilla, mutta myös toiminnallisen ympäristön vaikutus mainittiin. Vaunuihin liittyvät tehtävät ja vaunujen odottaminen tulivat niin ikään esille purkuaikaan vaikuttavina tekijöinä.

Taulukko 13: Haastateltujen näkemys kuorman junanvaununpurkamisaikaan vaikuttavista tekijöistä

Kuorman junanvaunuun purkamisaikaan vaikuttavia tekijöitä	Vastaus, kpl
Vaunutyyppin ominaispiirteet (aluspuut, vaunutyyppi, tolppien siirrot)	8
Puutavaran laatu	3
Tekniset viat	2
Vaunun odottaminen	2
Keskeytykset	1
Sää	1
Puiden pituus	1
Kuorman laatu	1
Purkupaikka (auton siirrot toisten tieltä)	1
Radanvarsitien huono kunto	1
Lankojen läheisyys	1
Vaunumäärien laskeminen	1
Omien vaunujen etsiminen	1
Vaunujen jaot vaunutypeittäin	1

10 Tulosten arviointi ja johtopäätökset

10.1 Kuormaus

Tutkimustulosten mukaan varsinaiseen kuormaukseen kuluu kuormauksen kokonaisajasta suurin osa, peräti 80 prosenttia. Seuraavaksi eniten aikaa kuluu kuormauksen viimeistelyyn, ja kuormauksen työvaiheista pienin ajanmenekki on tiedonsiirrossa. Ajanmenekkien keskinäinen suuruusjärjestys on odotettu. Tiedonsiirron ja kuormauksen valmistelun välinen ero on kuitenkin melko vähäinen ja voi suuremmassa otoksessa muuttua suuntaan jos toiseenkin.

Puutavaralajeittain jaoteltuna kolmimetrisen lehtikuitukuorman tekoon kuluu eniten aikaa. Nopeimmin puolestaan sujuu havutukin kuormaus. Tulosten keskinäinen järjestys tuntuu loogiselta, sillä yleisesti tukkia on helpompi käsitellä kuin kuitua, ja havukuidun kuormaus sujuu joutuisammin kuin monesti mutkaisen ja oksaisen lehtikuidun. Varsinaisen lehtikuitukuorman kuormausajan suuri keskihajonta kannattaa kuitenkin huomioida. Kun lehtikuitukuorman kuormaukseen kuluu 39,63 minuuttia, on keskihajonta muiden puutavaralajien vastaavaa suurempi, 10,89 minuuttia (liite 10).

Kuormien jakaminen varastokohtaisiin ja keräilykuormiin osoittaa odotetusti keräilykuormien suuremman ajanmenekin. Koska tutkimuksen keräilykuormia ei varastojen välisten siirtymien ajaksi sidottu, ei keräilykuormien kuormauksen viimeistely ajallisesti juurikaan eroa varastokohtaisista kuormista. Eroa on sen sijaan niin kuormauksen valmistelussa, varsinaisessa kuormauksessa kuin tiedonsiirrossakin. Keräilykuormilla kuormauksen valmistelu kestää pidemmän ajan, sillä varastopysähdyksiä on useampia, jolloin kuormausta valmistelevat tehtävät tulee tehdyksi moneen kertaan. Myös varsinaisessa kuormauksessa auton siirtoja voi olla toistuvasti, jolloin kuormausaika kasvaa. Lisäksi nippukaavion teko kestää pidempään, kun kuorma koostuu useamman varastopaikan puista.

Varastokohtaisten ja keräilykuormien jakautuminen puutavaralajeittain oli keskenään samansuuntainen (taulukko 2). Sekä nopeimmin kuormattavia havutukkikuormia että hitaimmin kuormattavia lehtikuitukuormia oli keskenään yhtä monta molempien kuormatyyppien aineistoissa. Rangasta koostuvia havukuitukuormia oli sekä

varastokohtaisten kuormien että keräilykuormien aineistossa vähiten. Näin ollen aineistojen jakaumat puutavaralajeittain olivat tutkimuksen kannalta mielekkäitä, eikä mikään puutavaralaji painota tuloksia niin, että ne vääristyisivät puutavaralajin vaikutuksesta.

Keskeytyksiä koko kuormausaineistossa oli keskimäärin joka kuudennen kuormauksen yhteydessä. Keskeytysten keskimääräinen ajanmenekki oli 4,37 minuuttia, mutta keskihajonta peräti 4,63 minuuttia. Aineiston pienuuden vuoksi keskeytysaikaa ei voida yleistää, mutta se kertoo hyvin tämän tutkimuksen aikana sattuneiden keskeytysten ajan suuruuden. Kuormauksen aikaisten keskeytysten syitä olivat puhelimen soiminen, keskustelu sekä tekninen ongelma.

Kuormatun pinon laatu ja sijainti oli 15 kuormauskohteella hyvä ja kolmella kohteella kohtalainen. Tämä vaikuttaa erityisesti kaikkien kuormien varsinaisen kuormauksen mitattuun ajanmenekkiin sitä pienentäen. Sen sijaan kuormauspaikka vaikuttaa ajanmenekkiä kasvattavasti koko aineiston kaikkiin kuormauksen työvaiheisiin. Kuormauspaikka voitiin määritellä hyväksi kymmenellä kuormauskohteella, kohtalaiseksi kolmella kohteella ja huonoksi viidellä kohteella. Kohtalaisten ja huonojen kuormauspaikkojen määrä saa aikaan sen, että tutkimuksessa kuormauspaikat olivat keskimäärin vain kohtalaisia.

Sekä kuormauspaikan maantieteellinen sijainti että kuormausolosuhteet vaihtelivat aineiston kuormissa paljon. Lämpötilat tutkittujen kuormausten ajankohtina vaihtelivat suuresti, sillä lämpimimmillään oli +4 °C ja kylmimmillään -16 °C, mutta maa oli silti aina luminen. Toisinaan liukkaus vaati kuormauspaikan hiekoituksen ennen kuormaus- ta. Tutkimuspäivät erosivat toisistaan myös sademäärän suhteen. Kokonaisuudessaan aineisto antoi kuitenkin kattavan kuvan erilaisissa talvisissa kuormausolosuhteissa tapahtuvista kuormauksen ajanmenekkeistä.

Kuormauksen aineisto oli luotettavien ja yleistettävien tulosten saamiseksi melko suppea. Kuormauksen eri työvaiheiden välistä ajanmenekkieroa ja osuutta kokonaisajasta se kuitenkin kuvasi riittävän tarkasti. Kuormauksen nopeusjärjestys puutavaralajeittain selvisi hyvin kootusta aineistosta, vaikka eritoten rangoista koostuvia havukuitukuormia tutkittiin melko vähän. Lisäksi aineisto oli kelvollinen selventämään varastokohtaisten ja keräilykuormien ajanmenekkiä ja niiden välisiin ajanmenekkieroihin vaikuttavia työvaiheita.

Vaikka tutkimustulokset eivät kelpaa yleistettäväksi, antavat ne kuitenkin riittävän kuvan kuormauksesta niin työvaiheittain, kuormatyypeittäin kuin puutavaralajeittainkin jaoteltuna. Näin ollen tutkimuksen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Kuormausolosuhteiden vaihtelevuus kuvasi melko hyvin talvisia toimintaympäristöjä, joissa Pirkanmaalla toimitaan. Tutkimustulokset pätevätkin parhaiten juuri kyseisellä alueella.

10.2 Kuorman purkamisen tehdasympäristössä

Purkutavoittaisten ajanmenekkien keskinäinen suuruusjärjestys oli saatujen tulosten mukaan looginen. Rangoista koostuvat havukuitukuormat purettiin purkuvälineestä huolimatta hitaammin kuin tukkikuormat. Tukkikuorma purettiin 43 prosenttia omaa kuormainta nopeammin pyöräkuormaajalla, mutta havukuitukuorma ainoastaan 12 prosenttia joutuisammin siltanosturilla kuin omalla kuormaimella.

Puutavaralajin vaikutus purkamisen nopeuteen tuli esiin omalla kuormaimella havutukkikuormaa ja havukuitukuormaa purettaessa. Havutukkien purku tapahtui $4,07 \text{ s/m}^3$ joutuisammin kuin havukuitupuun. Huomattavaa kuitenkin on, että omalla kuormaimella kuormaa purettaessa aineiston keskihajonta on 2,79 minuuttia (liite 11). Aineiston purkuaikojen keskinäinen vaihtelu etenkin omaa kuormainta purkuvälineenä käytettäessä olikin suurta riippuen purkavasta henkilöstä mutta myös kuormaimesta.

Kuorman purkamisen aikaiset keskeytykset olivat hyvin lyhyitä, mikä ilmeni myös haastatteluaineiston vastaavissa aika-arvioissa. Koska keskeytysaineistona käytettiin kaikkien kuormien purkamista, tulos kuvaa melko hyvin keskeytysten toistuvuutta ja keskimääräistä aikaa Metsäliiton Kyröskosken tehtailla. Purkutavoittain eriteltynä keskeytysaineisto ei ole kelpollinen käytettäväksi. Keskeytyksen syitä olivat keskustelu sekä perävaunun kuormatilan siistiminen perävaunun lyhentämisen mahdollistamiseksi.

Aineistonkeruun toimintaympäristö vaihteli tutkimusaikana suhteellisen vähän. Sekä havutukkikuormien että rangoista koostuvien havukuitupuukuormien purkamisen tapahtui samojen tehtaiden kuorman purkamiseen varatulla alueella. Keskimääräiset purkukuljetusmatkat olivat vakioita: pyöräkuormaajalla purettaessa 25 metriä,

siltanosturilla purettaessa 20 metriä ja omalla kuormaimella purettaessa purku tapahtui ajoneuvoyhdistelmän viereen. Omaa kuormainta käytettäessä purettujen kuormien pinon korkeus vaikutti jonkin verran ajanmenekkiin, sillä kuormaimen liikeradan pituus vaihteli pinon korkeuden mukaan.

Sääolot tutkimuksen aineistonkeruun aikana vaihtelivat jonkin verran, mutta suuria lämpötilavaihteluita tutkimuspäivien kesken ei ollut. Muutamana päivänä maa oli sula, toisina taas lumen peittämä. Myös sade ja poutasää vaihtelivat, kuten lämpötila 0 °C:n molemmin puolin.

Koska kuorman purkamista siltanosturilla kelloitettiin lähinnä vertailuaineistoksi havukuitupuukuorman omalla kuormaimella purkamisen ajanmenekille, otos ei ollut suuri. Osassa siltanosturilla purkamisaineistoa nosturin vaijerit olivat maassa odottamassa kiinnitystä purettavan nipun ympärille, osassa aineistoa ne puolestaan roikkuivat korkealla ilmassa nosturin lähtiessä liikkeelle. Tämä aiheutti ajanmenekin vaihtelua purkuvaiheeseen, mutta toisaalta kuvasi hyvin todellisia purkamisen alkutilanteita.

Pyöräkuormaajalla suoritettujen kuorman purkamisen aineisto erosi niin ikään otokseltaan vastaavasta omalla kuormaimella purettujen kuormien aineistosta. Myös pyöräkuormaajalla purkamista kelloitettiin tarkoituksena hankkia vertailuaineistoa omalla kuormaimella purkamiselle. Otos oli kuitenkin yli kaksinkertainen siltanosturiaineistoon nähden.

Omalla kuormaimella purettujen kuormien ajanmenekin aineisto oli riittävä tehtyyn tutkimukseen nähden, mutta luotettavamman kuvan antaisi suurempi otos. Vaihtoehtoihin purkutapoihin otosta verrattaessa voidaan todeta, että se kuvaa vaihtoehtoisia purkutapoja paremmin kyseisen purkutavan ajanmenekkiä.

Aineistoltaan melko suppean tutkimuksen kyseessä ollen tulokset eivät ole yleistettävissä. Lisäksi tulokset kuvaavat luotettavimmin kuorman purkamisen ajanmenekkiä ainoastaan Metsäliiton Kyröskosken tehtailla. Aineiston pienuudesta ja paikkasidonnaisuudesta huolimatta tutkimustulokset ovat kuitenkin suuntaa antavia, joskin ne soveltuvat parhaiten talviaikaisen kuorman purkamisen ajanmenekin tarkasteluun.

10.3 Kuorman purkaminen junanvaunuun

Tutkimustulosten perusteella kuorman junanvaunuun purkamisen työvaiheista luonnollisesti pitkäkestoisin oli varsinainen kuorman purkaminen, mutta toiseksi eniten aikaa kului kuorman purkamista valmisteleviin toimiin. Vaunun viimeistely lähtökuntoon kesti kaikki kuormat huomioiden ainoastaan 1,99 minuuttia, mutta on hyvä huomioida työvaiheen keskihajonta, joka on 2,14 minuuttia (liite 11). Purettua kuormaa kohden laskettu vaunun lähtökuntoon viimeistely ei välttämättä anna oikeaa kuvaa tähän työvaiheeseen todellisuudessa käytettävästä ajasta, sillä aika-aineisto koostui suurimmaksi osaksi sellaisista kuorman purkamisista, joissa kuormattu junanvaunu tarkastettiin vain ylimalkaisesti. Aineiston pienuus johtuikin siitä, että aina tällaista pikaistakaan tarkistusta ei tehdä. Varsinainen junanvaunujen lastauksen viimeistely tapahtuu normaalisti vasta sitten, kun kaikki junanvaunut on kuormattu, eikä aineisto sisältänyt juurikaan tällaisia ajanmenekkejä.

Tiedonsiirron osalta tutkimuksen tulokset eriteltiin kuormakohtaisen ajanmenekin lisäksi rivi- ja vaunukohtaisesti. Kuorma- ja vaunukohtaista keskimääräistä ajanmenekkiä verrattaessa niiden suhde näyttäisi olevan melko lailla kohdallaan se huomioiden, että yhteen junanvaunuun mahtuu enemmän kuin yksi yhdistelmäkuorma puuta. Nyt kerätyn aineiston ajanmenekkien pohjalta voidaan todeta, että yhtä junanvaunua kohden nippukaaviossa on noin kaksi riviä, ja yksi kuorma saa aikaan 1,6 riviä nippukaavioon.

Puutavaralajeittain havukuitukuormat purettiin lehtikuitukuormia nopeammin, mutta yllättävää oli kolmimetrisen havukuitukuorman purkaminen rangoista koostunutta havukuitukuormaa hitaammin. Tähän tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä tutkittuja kolmimetrisiä havukuitukuormia oli hyvin vähän, ja yleensä tasamittaisen havukuitukuorman purkaminen on sekapituista nopeampaa.

Keskeytyksiä kuorman junanvaunuun purkamisessa tapahtui joka viidennen kuorman purkamisen yhteydessä. Keskeytysten keskiarvo oli 1,97 minuuttia, mutta keskihajonta 1,51 minuuttia (liite 11). Vaikka keskeytyksiin kulunut ajanmenekki on laskettu koko kuorman junanvaunuun purkamisaineistosta, ei sitä voi tämän otoksen perusteella yleistää. Keskeytysten syitä olivat keskustelu sekä puhelimen soiminen.

Aineistonkeruun ympäristö vaihteli kuorman junanvaunuun purkamista tutkittaessa jonkin verran. Kolmasosa aineistosta hankittiin Parkanossa, loput Lielahdessa. Aineistonkeruun alkuvaiheessa Lielahden junanvaunukuormausalueella ei ollut radanvarsitien vieressä puiden varastopinoja, mikä saattoi osaltaan hieman helpottaa työskentelyä kuormaa purettaessa. Loppuvaiheessa varastopinot olivat suuria, ja niitä oli myös Parkanon aseman kuormauspaikalla.

Junanvaunuun purettavien kuormien aineistonkeruun ajankohtina sääolot vaihtelivat melko paljon. Lämpötila oli alimmillaan -16 °C ja lämpimimmillään $+4\text{ °C}$. Lisäksi tutkimuspäiviin mahtui liukkautta, tuulisuutta, vesi-, räntä- ja lumisadetta mutta myös poutaa ja aurinkoista. Sääolojen puolesta aineisto kuvaa kattavasti nykytalven erilaisissa sääoloissa tapahtuvaa kuorman purkamista junanvaunuihin.

Kuorman junanvaunuun purkamisen puutavaralajeittain eritellyissä ajanmenekeissä tulee huomioida se, että neljä tutkimuskuormista oli sekakuormia, joissa oli kahta eri puutavaralajia. Nämä kuormat otettiin tutkimukseen sen puutavaralajin mukaisena, jota kuorma sisälsi enemmän. Kyseiset kuormat vääristävät osaltaan puutavaralajeittain laskettuja ajanmenekkejä, mutta kaikkien kuormien ajanmenekkeihin niillä ei ole vaikutusta.

Koska puutavaralajeittain esitetyt tulokset sisältävät niiden luotettavuutta heikentäviä tekijöitä, antavat kaikkien kuormien perusteella saadut tulokset paremmin suuntaa kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekistä. Aineiston pienen koon vuoksi tuloksia ei tule yleistää, ja niiden voidaan odottaa pätevän vain talvella todellisissa tutkimusympäristöissään.

10.4 Kuljettajien ajanmenekkiarvioiden vertailu toteutuneisiin ajanmenekkeihin

Haastatteluaineiston kuormausten aika-arvioita toteutuneisiin verrattaessa voidaan havaita se, että varsinaisen kuormauksen ajanmenekkien arviointi on onnistunut parhaiten (taulukko 14). Lehtikuitukuorman kuormaus on arvioitu ainoastaan 10 prosenttia, havukuitukuorman 15 prosenttia ja havukuitukuorman 22 prosenttia todellisuutta

suuremmaksi. Suurempia eroja sen sijaan on havaittavissa muiden kuormauksen työvaiheiden arvioitujen ja toteutuneiden aikojen välillä. Tässä tulee esille se, että pitempikestoisten työvaiheiden keston arviointi on helpompaa kuin lyhyiden työvaiheiden. Lisäksi varsinaisen kuormauksen vaihe on selkeä ja helppo ymmärtää, ja sen ajanmenekkiä osa haastatelluista on toisinaan seurannutkin.

Varsinaisen kuormauksen puutavaralajeittaiset aika-arviot ovat samassa suuruusjärjestyksessä mitattujen ajanmenekkien kanssa. Havutukkien kuormaus on sekä arvioitu että todettu nopeimmin tapahtuvaksi, lehtikuitukuormat puolestaan tehdään hitaimmin.

Kuormausaika kokonaisuudessaan arvioitiin puutavaralajista riippuen 10,73 - 12,45 minuuttia toteutunutta suuremmaksi. Vaikka ero ei suuri olekaan, on se kuitenkin noin neljänneksen - viidenneksen toteutunutta enemmän.

Taulukko 14: Kuormauksen arvioitujen ja toteutuneiden ajanmenekkien vertailu puutavaralajeittain

Työvaihe	Havutukkikuormat				Havukuitukuormat, ranka				Lehtikuitukuormat, 3 m			
	Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen		Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen		Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen	
	min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%	min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%	min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%
Kuormauksen valmistelu	1,97	1,65	0,32	16	1,97	0,82	1,15	58	1,97	1,58	0,39	20
Varsinainen kuormaus	25,40	21,50	3,90	15	35,33	27,52	7,82	22	44,00	39,63	4,37	10
Kuormauksen viimeistely	8,53	4,19	4,35	51	8,53	6,80	1,73	20	8,53	3,85	4,69	55
Tiedonsiirto	3,13	0,97	2,16	69	3,13	1,38	1,76	56	3,13	1,12	2,02	64
Kuormaus yhteensä	39,03	28,30	10,73	27	48,97	36,52	12,45	25	57,63	46,18	11,46	20

Jos kuormauksen valmistelun todellista ajanmenekkiä kaikki tutkimuskuormat (1,44 min/kuorma) huomioiden vertaa vastaavaan arvioituun ajanmenekkiin, ero toteutuneeseen on 27 prosenttia. Kuormauksen viimeistelyssä ero kaikkien kuormien mitatun ajanmenekin (4,62 min/kuorma) ja arvioidun ajan välillä on puolestaan 46 prosenttia. Tiedonsiirron keston arvio on tältä osin epäonnistunut suurimmin, sillä kaikkien kuormien toteutuneen (1,12 min/kuorma) ja arvioidun tiedonsiirron ajanmenekin ero on jopa 64 prosenttia.

Kuorman purkaminen tehdasolosuhteissa omalla kuormaimella arvioitiin tapahtuvan yhtä nopeasti puutavaralajista huolimatta (taulukko 15). Huomattavasti nopeimmaksi purkutavaksi arveltiin pyöräkuormaajaa, ja siltanosturikin arvioitiin omaa kuormainta

joutuisammaksi. Toteutuneiden kuorman purkamisajanmenekkien perusteella omaa kuormainta käyttämällä havutukkikuorman purkaminen tapahtui kuitenkin neljänneksen havukuitukuormaa nopeammin, ja siltanosturilla purkaminen oli hitaampaa kuin purettaessa havutukkikuorma omalla kuormaimella.

Taulukko 15: Kuorman pinoon purkamisen arvioitujen ja toteutuneiden ajanmenekkien vertailu

Puutavaralaji	Purkutapa	Varsinainen purkaminen			
		Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen	
		min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%
Havutukki	Oma kuormain	15,67	9,80	5,87	37
	Pyöräkuormaaja	9,47	5,57	3,89	41
Havukuitu, ranka	Oma kuormain	15,67	12,99	2,67	17
	Siltanosturi	13,30	11,48	1,82	14

Myös kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekki yliarvioitiin haastattelututkimuksessa (taulukko 16). Varsinainen kuorman purkaminen arvioitiin suhteellisen hyvin verrattaessa toteutuneisiin ajanmenekkeihin. Arvioitaessa vaunun viimeistelyä lähtökuntoon suuret yliarviot toteutuneeseen ajanmenekkiin nähden johtunevat siitä, että todellisuudessa junanvaunut pääasiassa viimeistellään lähtökuntoon vasta siinä vaiheessa, kun kaikki vaunut on kuormattu. Yksittäisen vaunun kuormaamisen jälkeen tarkastetaan vain pikaisesti, että kuormatut puut ovat kunnolla pankkojen sisäpuolella, ja aikaineisto koostui pääasiassa näistä ajanmenekeistä.

Tiedonsiirtoon kuluvaa aikaa arvioitaessa haastatellut kertoivat keskimääräisen koko tiedonsiirtoon kuluneen ajan (20,13 minuuttia). Koska tämä oli jo sinänsä tarpeeksi hankalaa arvioida, arvioita ei pyydetty kuorma-, rivi- tai vaunukohtaisesti. Tältä osin taulukon 16 tiedonsiirron arvioita on käsitelty, jotta niiden vertaaminen toteutuneeseen kuormakohtaiseen ajanmenekkiin ei vääristäisi vertailua. Keskimäärin aikatutkimuksen yksittäiset tiedonsiirrot koostuivat 4,9 junanvaunun kuormauksen nippukaavion teosta ja lähettämisestä, joten muunnettaessa tämä autokuormiksi vaunuihin siirtokuormattiin 5,85 yhdistelmäkuormaa. Koska tiedonsiirtoon kulunut aika on keskimääräinen arvio, se voidaan keskimääräistä 5,85 yhdistelmäkuormaa apuna käyttäen esittää kuormakohtaisena, jolloin haastateltavien tiedonsiirtoon kuluva arvioitu aika on 3,44 minuuttia. Todellisuudessa tiedonsiirto tapahtui vain 0,79 minuuttia nopeammin.

Kokonaisuudessaan kuorman purkuajat junanvaunuun arvioitiin melko onnistuneesti. Vain vaunun lähtökuntoon viimeistelyn työvaiheen osuus nostaa oleellisesti eroa toteutuneen ja arvioidun kuorman kokonaispurkuajan suhteen, mikä johtuu edellä mainitusta aika-aineiston laadullisesta puutteesta.

Taulukko 16: Kuorman junanvaunuun purkamisen arvioitujen ja toteutuneiden ajanmenekkien vertailu

Työvaihe	Havukuitukuormat, ranka				Havukuitukuormat, 3 m				Lehtikuitukuormat, 3 m			
	Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen		Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen		Arvio	Toteutunut	Ero toteutuneeseen	
	min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%	min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%	min/kuorma	min/kuorma	min/kuorma	%
Kuorman purkamisen valmistelu	7,27	3,78	3,49	48	7,27	4,83	2,44	34	7,27	3,07	4,20	58
Varsinainen kuorman purkaminen	24,83	20,84	4,00	16	30,83	21,96	8,88	29	33,50	24,35	9,15	27
Vaunun viimeistely lähtökuntoon	9,93	1,49	8,44	85	9,93	0,75	9,18	92	9,93	3,43	6,51	66
Tiedonsiirto	3,44	2,65	0,79	23	3,44	2,65	0,79	23	3,44	2,65	0,79	23
Kuorman purkaminen junanvaunuun yhteensä	45,47	28,75	16,72	37	51,47	30,18	21,29	41	54,14	33,49	20,65	38

Kaiken kaikkiaan haastatteluaineistossa on selkeästi huomattavissa se, että arvioidut ajanmenekit ovat toteutuneita – toisinaan huomattavastikin – suuremmat. Vaikeuksia arvioinnissa ovat eniten tuottaneet muiden kuin varsinaisen kuormauksen tai kuorman purkamisen sisältävien työvaiheiden ajanmenekkien arviointi. Myös haastatteluaineistoa kerätessä voitiin selvästi huomata, miten vaikeaa joidenkin työvaiheiden ajanmenekin arviointi oli. Vallitsevat olosuhteet, toimintaympäristö ja tilannekohtaiset tekijät vaikuttavat kuhunkin työvaiheeseen jokaisen kuorman kohdalla eri tavoin, mikä tekee keskimääräisten ajanmenekkien arvioinnista hankalaa.

Vertailussa on hyvä huomioida myös otoksen pienuus sekä haastattelututkimuksessa että mittauksissa, mikä johtaa siihen, että vertailut ja tulokset eivät ole yleistettävissä. Mittaukset on lisäksi suoritettu vain talviaikaan, kun arviot taas perustuvat keskimääräisiin aikoihin vuodenaikasta riippumatta.

10.5 Ajanmenekkeihin vaikuttavat tekijät haastatteluaineiston pohjalta

Haastattelututkimuksen osana selvitettyjä kuormaus- ja purkuaikoihin vaikuttavia tekijöitä mainittiin runsaasti. Jo pelkästään tämä kuvaa ajanmenekin arvioimisen vaikeutta. Jokaisessa yksittäisessä kuormaus- tai purkutapahtumassa aikaan vaikuttavia muuttujia on lukuisia. Nämä muuttujat voivat lisäksi vaikuttaa ajanmenekkiin joko kasvattavasti tai sitä vähentäen, tilanteesta riippuen.

Vaikka tässä tutkimuksessa ei tutkittu kuormaus- tai purkuaikaan vaikuttavien tekijöiden tärkeysjärjestystä, voidaan vastausten jakautumisesta ja lukumääristä päätellä, mitkä tekijät vaikuttavat ajanmenekkiin yleisimmin. Kuormausaika lisäävät tai vähentävät usein pinoon liittyvät tekijät kuten pinon laatu, sen korkeus tai etäisyys tiestä. Myös varastopaikan sijainti ja esteettömyys sekä kuormattavan puutavaran ominaisuudet vaikuttavat kuormauksen ajalliseen keston. Toisinaan vaikutusta on kelillä, työnteon keskeytyksillä ja kiireellä.

Kuorman purkaminen Kyröskosken tehtailla tapahtuu aineiston vastausten perusteella melko sujuvasti, sillä vastauksista ei ollut löydettävissä paikkasidonnaisia selkeitä pulonkauloja tai muita epäkohtia. Kuorman purkamisissa ajanmenekkiin vaikuttavat satunnaisesti kohdalle osuvat tehdasmittaukset, joita otetaan puutavaramittauslain velvoittamana. Jonkin verran vastauksissa heijastui työskentely-ympäristön teknisten apuvälineiden vaikutus ajanmenekkiin, kun taas muiden työntekijöiden vaikutus kuorman purkuaikaan oli selvästi havaittavissa.

Kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekkiin vaikuttaa sen junanvaunun tyyppi, johon kuormaa ollaan siirtämässä. Puutavarakuljetusten junanvaunukalusto vaihtelee jonkin verran, ja osa vaunuista on työläämpiä valmistella vaunun kuormausta ja lähtöä varten. Puutavaraan liittyvät ominaisuudet vaikuttavat kuorman purkuaikaan aivan kuten kuormaukseenkin. Vastauksissa oli huomattavissa toimintaympäristön vaikutuksen ohella myös junanvaunuihin purkamisen erityispiirteiden korostuminen ajanmenekissä. Tällaisia junanvaunuun purkamisen ominaispiirteitä ovat junanvaunujen kuormauspaikalle saapumisen odottaminen, vaunumäärien laskeminen, vaunujen jakaminen vaunutyypeittäin sekä omalle kuljetusyritykselle varattujen vaunujen etsiminen.

10.6 Tulosten vertailu Metsäliiton nykyisen kuljetustaksarakenteen perusteena oleviin ajanmenekkeihin

Metsäliitto Osuuskunnan nykyisen taksarakenteen mukaan yhdistelmäkuorman kuormaus kaikkine metsävarastolla tehtyine työvaiheineen kestää keskimäärin 44 minuuttia. Kyseessä on keräilykuorman kuormaus, ja oletetaan, että kuorma on kerätty kolmelta varastopaikalta. Myös nyt tutkitun keräilykuorma-aineiston kuormat kerättiin keskimäärin kolmelta varastopaikalta. Tämä aineisto huomioiden yhdistelmäkuorman kuormauksen kokonaisajanmenekiksi saatiin 42,83 minuuttia.

Varsinaisen kuormauksen kestona pidetään Metsäliiton taksarakenteen mukaan 30 minuuttia. Keräilykuormien kuormauksen ajanmenekkiä mitattaessa varsinaisen kuormauksen todettiin kestävän 34,36 minuuttia. Puutavaralajista riippuen kuormauksen ajanmenekissä oli kuitenkin suuri hajonta aina havutukin kuormauksesta 21,50 minuutissa kolmimetrisen lehtikuitukuorman kuormaamiseen 39,63 minuutissa, mutta jos varsinaista kuormausta tarkasteltiin koko kuormausaineisto huomioiden, sen kestoksi saatiin 30,02 minuuttia.

Muiden työvaiheiden kestonä metsävarastolla pidetään keskimäärin 14 minuuttia nykyisen taksarakenteen mukaan. Keräilykuormien kuormauksen muiden varastolla tehtyjen työvaiheiden ajanmenekki oli tutkimuksen mukaan 8,38 minuuttia.

Kuormauksen kokonaisajanmenekit eivät eroa huomattavasti toisistaan verrattaessa nykyisen taksarakenteen pohjana olevaa kuormauksen kokonaisaikaa nyt mitattuun aikaan. Tutkimuksen keräilykuorma-aineisto on vertailukelpoinen Metsäliiton käyttämään kuormausaikaan siltä osin, että tausta näissä molemmissa on samanlainen: kuormat on kerätty keskimäärin yhtä monelta varastolta. Tutkimuksen tuloksena saatujen keräilykuormien työvaiheiden ajanmenekkien yleistettävyydessä kannattaa kuitenkin huomioida otoksen suhteellisen pieni koko.

Varsinaisen kuormauksen osalta tutkittujen keräilykuormien kuormaus kesti 4,36 minuuttia kauemmin kuin Metsäliiton taksojen perusteena oleva kuormaus. Vaikka aineisto olikin melko suppea, se jakautui puutavaralajeittain tutkimusmielessä järkevästi: nopeammin kuormattavia havupuukuormia aineistossa oli yhtä paljon kuin hitaammin kuormattavia lehtikuitukuormia. Koska varsinaisen kuormauksen työvaiheessa ei ole

väliä sillä, onko kyseessä varastokohtainen vai keräilykuorma, voidaan tässä kohdassa käyttää vertailuarvona myös koko aineistosta laskettua varsinaisen kuormauksen ajanmenekkiä. Näin saatu kuormausaika, 30,02 minuuttia, viittaisi Metsäliiton nykyisen taksarakenteen pätevän edelleen kuormauksen osalta.

Tutkimuksen muiden varastolla tehtävien työvaiheiden kokonaisajanmenekki on 40 prosenttia Metsäliiton taksan perustana olevaa vastaavaa arvoa pienempi. Suurta eroa näiden arvojen välillä saattaa selittää se, että tutkimuksen keräilykuormia ei tarvinnut eikä turvallisuussyiden vuoksi kannattanut sitoa varastojen välisten siirtymien ajaksi, sillä varastot sijaitsivat melko lähekkäin metsäteiden varsilla. Mikäli tutkimuskuormien sijainti olisi ollut toisenlainen, kuorman sidonnat olisivat kasvattaneet muiden varastolla tehtävien työvaiheiden ajanmenekkiä. Myös näiden työvaiheiden osalta tutkimusaineiston pienellä otoskoolla on vaikutusta tuloksen yleistettävyyteen.

Kuorman purkamisen ajanmenekkinä pidetään Metsäliiton taksarakenteen mukaan 32 minuuttia, joka koostuu varsinaisen kuorman purkamisen lisäksi muusta tehtaallaoloajasta. Koska tutkimuksessa kuorman purkamista tehtaalla mitattiin ainoastaan varsinaisen kuorman purkamisen osalta, eivät näin saadut tulokset ole vertailukelpoisia Metsäliiton käyttämään purkamisaikaan.

Toisaalta Metsäliiton taksojen perustana oleva purku aika voi koostua osaltaan kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekistä. Jos tutkimuksessa saatuja junanvaunuun purkamisen ajanmenekkejä verrataan Metsäliitossa käytettävään aikaan, tulokset ovat samansuuntaisia. Tutkimuksessa kuorman purkaminen junanvaunuun kaikkine työvaiheineen kesti 30,16 minuuttia koko aineisto huomioiden. Puutavaralajista riippuen kuorman purkaminen kokonaisuudessaan kesti nopeimmin purettujen rankahavukuitukuormien 28,75 minuutista hitaimmin purettavien kolmimetristen lehtikuitukuormien 33,29 minuuttiin.

Ongelmana saatujen tulosten vertaamisessa Metsäliiton taksarakenteen perustana oleviin arvoihin on se, että Metsäliiton käyttämät arvot on esitetty kuormakohtaisina, mutta kuorman koko ei ole tiedossa. Näin ollen tehdyt vertailut pätevät vain oletettaessa keskenään verrattavia ajanmenekkejä vastaavat keskimääräiset kuormakoot yhtä suuriksi.

Kuormaimen irrotuksen ja kiinnityksen taksa perustuu Metsäliitolla kuuden minuutin kuormakohtaiseen aikaan. Tutkimuksessa ei päästy mittaamaan näiden työvaiheiden ajanmenekkiä toimintaympäristöstä johtuen, mutta haastatteluaineiston perusteella kuormaimen irrottaminen kestää arviolta keskimäärin 10,50 minuuttia ja kuormaimen ajoneuvoon kiinnittäminen 10,53 minuuttia.

Haastateltujen ajanmenekkiarvioiden valossa nykyään käytetty kuormaimen irrottamisen ja kiinnittämisen taksaperuste on riittämätön arvioituun ajanmenekkiin nähden. Vaikka vertailukohtana onkin mitatun sijasta arvioitu ajanmenekki, ero arvion ja nykyisen taksaperusteen välillä on suuri. Olettaessa, että saman kuorman yhteydessä kuormain jouduttaisiin sekä kiinnittämään että irrottamaan ajoneuvosta, olisi ajanmenekki haastatteluaineiston perusteella 21,03 minuuttia. Tämä olisi 2,5-kertaisesti suurempi kuin Metsäliiton käyttämä kuuden minuutin taksaperuste. Jos kuitenkin autokuljetuksen taksoissa huomioidaan jokaista kuljetettua kuormaa kohti kuuden minuutin ajanmenekki kuormaimen irrotuksesta ja kiinnityksestä huolimatta siitä, onko näitä toimenpiteitä suoritettu, kompensoi tämä taksaperusteen pienuutta.

Kuormaimen irrottamisen ja kiinnittämisen ajanmenekkien vertailussa kuorman koolla ei ole merkitystä. Se, että Metsäliiton käyttämien taksojen perusteena olevia ajanmenekkejä vastaavat kuormakoot eivät ole tiedossa, ei siis vaikuta vertailun luotettavuuteen. Sen sijaan luotettavuuteen vaikuttaa se, että mitatun ajanmenekkiaineiston puutteesta johtuen vertailu on tehty haastatteluaineiston pohjalta. Huomioitava seikka on, että kokonaisuudessaan arvioidut ajanmenekit ovat haastatteluaineistossa olleet toteutuneita suurempia. Lisäksi otos on suhteellisen pieni.

10.7 Vertailu aiempiin tutkimuksiin

10.7.1 Kuormaus

Puutavaran kuormauksen ajanmenekkiä on tutkittu useasti. Jotta aiemmin tehtyjen tutkimusten ajanmenekkitulosten vertailu nyt toteutetun tutkimuksen tuloksiin olisi mahdollista, on ajanmenekit muunnettu vastaamaan 46,7 kuutiometrin kokoista kuormaa.

Pennasen (1983, 14) 1980-luvulla osapuun autokuljetuksesta tehdyssä tutkimuksessa mitattiin sekä joukoittain käsitellyn viiden metrin pituisen kuusikuitupuun että lehtikuitupuun kuormasta. Kuusikuidun kuormakohtainen kuormauksen ajanmenekki oli 46,23 minuuttia ja lehtikuidulla 60,71 minuuttia. Tutkittuja kuusikuitukuormia oli viisi ja lehtikuitukuormia neljä (Pennanen 1983, 6). Nyt tehdyssä tutkimuksessa Pennasen kuusikuitukuormia vastaavia kuormia oli neljä ja lehtikuitukuormia seitsemän. Näiden kuormien kuormaus kesti kuusikuidulla keskimäärin 27,52 minuuttia ja lehtikuidulla 39,63 minuuttia. Kuusikuidun kuormaus tapahtui siis tämän tutkimuksen mukaan peräti 40 prosenttia nopeammin ja lehtikuidun kuormauskin 35 prosenttia joutuisammin kuin Pennasen tutkimuksessa. Otokset molemmissa tutkimuksissa olivat samaa suuruusluokkaa.

Kuormauksen valmisteluun Pennasen (1983, 14) tutkimuksen mukaan kului 9,10 minuuttia kuormaa kohden. Kuormauksen päättäminen puolestaan kesti 5,40 minuuttia. Nyt suoritettussa tutkimuksessa 18 tutkitun kuormauksen valmistelu tapahtui keskimäärin 1,44 minuutissa ja kuormauksen päättäminen 4,62 minuutissa. Tutkimusten välisiä ajanmenekkieroja selittävät pitkälti kuormaus- ja kuljetuskaluston eroavaisuudet. Pennasen tutkimuksessa kyseisten työvaiheiden aineisto koostui 47 kuormauksesta (1983, 5), joista osassa kuormainta kuljetettiin mukana ja toisinaan se oli varastolla (1983, 8). Lisäksi osa kuormista kuljetettiin sivulaidoin varustellulla ajoneuvoyhdistelmällä (Pennanen 1983, 8).

Kuormakohtaisia keskeytyksiä Pennasen (1983, 14) tutkimuksessa oli 3,10 minuuttia. Tämä on yli kolminkertaisesti enemmän kuin nyt tehdyn tutkimuksen keskeytysten ajanmenekki. Tosin otoskoko nyt suoritettussa tutkimuksessa on selkeästi pienempi kuin Pennasella.

Pennasen (1984, 7) myöhemmässä tutkimuksessa tutkittiin 78 havutukkikuorman ja 66 kolmimetrisen havukuitukuorman kuormasta kesä- ja talviolosuhteissa. Vertailuaineistona oli nyt tehdyn tutkimuksen seitsemän havutukkikuormaa ja neljä rangoista koostunutta havukuitukuormaa. Pennasen (1983, 9) tutkimuksessa havutukkikuorma kuormattiin keskimäärin 34,09 minuutissa ja havukuitukuorma 35,49 minuutissa. Nykyisellä kalustolla havutukin kuormaus tapahtui 21,50 minuutissa eli 12,59 minuuttia nopeammin ja havukuitukuorman teko 27,52 minuutissa eli 7,97 minuuttia joutuisammin.

Kaluston erilaisuuden ohella ajanmenekkien eroja voidaan selittää otoksen lukumäärien ja puutavaran pituuden eroavaisuuksilla. Pennasen tutkimusaineisto on lisäksi kattavampi sen suhteen, että se on hankittu sekä kesällä että talvella.

Pennanen (1984, 11) tutki kuormauksen ajanmenekkien ohella uudelleen myös kuormauksen valmistelun ja päättämisen ajanmenekkejä. Kuormauksen valmistelu kesti 4,67 - 7,00 minuuttia ja kuormauksen päättäminen 4,20 - 7,00 minuuttia riippuen kalustosta, jota tutkimuksessa oli kahdenlaista. Tutkimuskuormia oli kaikkiaan 220 (Pennanen 1984, 7). Nykykalustolla 18 tutkimuskuorman kuormauksen valmistelun ajanmenekiksi saatiin 1,44 minuuttia, joka on huomattavasti vähemmän kuin Pennasen tutkimuksessa. Pennasella (1984, 11) tosin perävaunun takapankkojen tai auton siirto perävaunun lyhentämiseksi kuuluivat kuormauksen valmisteluun, kun nyt tehdyssä tutkimuksessa ne olivat mukana varsinaisessa kuormauksessa. Kuormauksen viimeistelyn ajanmenekki, 4,62 minuuttia, sijoittuu Pennasen vastaavan työvaiheen keston vaihteluväliin, mutta kyseisen työvaiheen sisällöt eivät eroakaan toisistaan tutkimusten kesken.

Korpilahden (1989, 3) 1980-luvun lopulla tekemässä tutkimuksessa pitkää havukuitupuuta sisältävien aikataulutettujen 19 kuorman kuormaus kesti keskimäärin 79,39 minuuttia ja ilman aikataulua kuormattavien 30 kuorman keskimäärin 51,37 minuuttia. Nyt tehdyn tutkimuksen neljän havukuitukuorman mukaan kuormaukseen kului aikaa 27,52 minuuttia. Tutkimustulosten ero on huima: aikataulutetun kuorman kuormaus kesti miltei kolminkertaisen ajan nyt saatuun tulokseen nähden ja aikataulutetun kuorman kuormauskin lähes kaksinkertaisen ajan. Koska Korpilahden tutkimuksessa ei käy selkeästi ilmi, kuuluvatko kuormausvaiheeseen myös varsinaisen kuormauksen lisäksi tehtävät työt, todetaan vielä, että myös nyt saadun koko kuormauksen yhteisajanmenekki, 36,52 minuuttia, on sekin huomattavasti Korpilahden saamia tuloksia pienempi. Erilaisiin kuormauksen ajanmenekkeihin vaikuttavat aineistonkeruun ajankohdat, kuormauspaikkojen toimintaympäristöt sekä keräily- ja varastokohtaisten kuormien jakauma tutkimusaineistossa, mikäli Korpilahden tutkimuksen kuormausvaihe käsittää kuormauksen kaikkine työvaiheineen. Nyt tehdyssä tutkimuksessa aineisto on sen verran pieni, että myös se vaikuttanee vertailun luotettavuuteen.

Kuormakohtaiset keskeytysajat Korpilahden (1989, 4) tutkimuksessa aikataulutetuilla kuormilla olivat 13,43 minuuttia ja ilman aikataulua kuljetetuilla kuormilla 10,41 minuuttia. Ne ovat huomattavasti suuremmat kuin nyt saatu keskeytyksen ajanmenekki

0,73 minuuttia. Koska keskeytyksen käsitettä ei Korpilahden tutkimuksessa ole tarkemmin määritelty, voidaan tutkimuskohteen laajuuden vuoksi olettaa, että keskeytyksissä on huomioitu myös muut keskeytykset kuin kuormauksen aikana tapahtuneet. Näin olettaessa vertailua nyt tehdyn tutkimuksen kuormausvaiheessa tapahtuneen keskeytyksen ajanmenekkiin ei voi yleistää.

Korhosen ja Oijalan (1991, 2) tutkimuksessa tarkasteltiin 18 viisimetrisen havukuitukuorman kuormauksen ajanmenekkiä. Keskimääräiseksi kuormausajaksi saatiin 33,62 min/kuorma. Nyt tehdyn tutkimuksen neljän havukuitukuorman kuormauksen keskimääräinen ajanmenekki oli 27,52 minuuttia.

Kuormauksen valmisteluun ja päättämiseen Korhosen ja Oijalan (1991, 2 - 3) tutkimuksessa kului kuormakohtaisesti 15,36 minuuttia. Kuorman sidonta vei noin puolet tästä ajasta. Nyt tehdyssä tutkimuksessa 18 kuorman kuormauksen valmistelun ja viimeistelyn kokonaiskesto oli keskimäärin 6,06 min/kuorma. Tästä 4,62 minuuttia on kuorman viimeistelyn osuutta, joka koostuu pääasiassa kuorman sidonnasta. Keskeytyksiä Korhosen ja Oijalan (1991, 2) tutkimuksessa oli 2,97 minuuttia kuormaa kohden, kun taas nyt tapahtuneet kuormakohtaiset keskeytykset olivat vain 0,73 minuuttia.

Verrattaessa nyt tehtyä tutkimusta Korhosen ja Oijalan tutkimukseen voidaan todeta, että heidän tutkimuksessaan otos on ollut hieman edustavampi varsinaisen kuormausvaiheen osalta, mutta muuten otokset ovat samaa luokkaa. Luonnollisesti kuormauspaikkajärjestelyillä on vaikutusta tuloksiin, samoin käytetyllä kalustolla. Tulosten vertailtavuutta keskenään huonontaa se, että aineisto on hankittu eri vuodenaikoina. Näistä seikoista huolimatta vertailusta saa järjellisen käsityksen tapahtuneesta muutoksen suunnasta ajan suhteen, vaikkei otosten määrän vuoksi tuloksiin tule liikaa luottaakaan.

Kuormauksen ajanmenekkiä on selvitetty myös luokittelemalla kuormat keräilykuormiin ja varastokohtaisiin eli normaalikuormiin. **Väkevän ym.** (2000, 10) tutkimuksessa keräilykuormien kuormaus kesti 32,69 minuuttia, kun taas varastokohtaiset kuormat kuormattiin 28,95 minuutissa. Tutkimusaineistona oli kesä- ja talviaikana kuormatut 60 keräilykuormaa ja 15 varastokohtaista kuormaa (Väkevä ym. 2000, 6).

Verrattaessa nyt tehdyn tutkimuksen keräilykuormien ja varastokohtaisten kuormien kuormauksen ajanmenekkiä Väkevän ym. saamiin tuloksiin voidaan todeta, että

aineiston pienuudesta huolimatta tulokset ovat samansuuntaisia. Kuuden tutkitun keräilykuorman keskimääräinen kuormausajanmenekki oli 34,46 minuuttia, ja 11 varastokohtaisen kuorman kuormaus kesti 27,71 min/kuorma. Kuormausaikojen keskinäinen vaihtelu johtunee kuormausolosuhteista, kuormauspaikan maantieteellisestä sijainnista, aineiston kuormien puutavaralajien vaihtelevuudesta sekä vuodenajan vaikutuksesta kerättyyn aineistoon, mutta tässä tapauksessa niillä ei ole suurta merkitystä.

Väkevä ym. (2000, 11) tutkivat niin ikään kuormauksen tiedonsiirron ajallista kestoa. Kuormaa kohden tiedonsiirtoon kului heidän tutkimuksensa mukaan aikaa 0,90 minuuttia keräilykuormilla ja 0,60 minuuttia varastokohtaisilla kuormilla. Nyt tehdyssä tutkimuksessa seitsemän tutkitun keräilykuorman tiedonsiirto kesti peräti 1,73 min/kuorma, mutta 11 tutkitun varastokohtaisen kuorman tiedonsiirron ajanmenekki oli vain 0,69 min/kuorma. Vaikka pienen aineiston vuoksi yleistyksiä on mahdotonta tehdä, on selkeästi havaittavissa, että molemmissa tutkimuksissa keräilykuormien tiedonsiirtoon kului enemmän aikaa kuin varastokohtaisten kuormien. Tutkimusten välistä eroa selittänee pieni aineiston koko niin nyt tehdyssä tutkimuksessa kuin Väkevän ym. varastokohtaisten kuormien tiedonsiirtoaineistossakin.

Keskeytykset Väkevän ym. (2000, 11) tutkimuksen mukaan kestivät keräilykuormilla 3,03 min/kuorma ja varastokohtaisilla kuormilla 2,04 min/kuorma. Nyt tehdyssä tutkimuksessa kuormauksen keskeytysaikoja oli aineiston suppeuden vuoksi niin vähän, että niitä ei eritelty varastokohtaisilla ja keräilykuormilla tapahtuneiksi. Koko tutkimusaineiston pohjalta laskettuna keskeytysaika, 0,73 min/kuorma, on kuitenkin huomattavasti Väkevän ym. tutkimuksessa saatuja aikoja pienempi.

Nurmisella ja Heinosella (2007a, 473) on toistaiseksi uusimmat tulokset tukki- ja kuitupuukuormien kuormauksesta kesäolosuhteissa. Niiden mukaan kuormaus kestää 20,55 minuuttia, kun kuormataan tukkeja, ja 39,23 minuuttia, kun tehdään kuitupuukuormaa (Nurminen & Heinonen 2007a, 180 - 181). Vastaavat ajanmenekit nyt tehdyn tutkimuksen mukaan ovat 21,50 minuuttia tukkien kuormauksessa ja 35,23 minuuttia kuitupuiden kuormauksessa laskettuna painotettuna keskiarvona puutavaralajeittain.

Vaikka Nurmisen ja Heinosen (2007a, 476) tutkimuksessa tutkimusaineistoa ei ole eritelty puutavaralajeittain, on se kokonaisuudessaan laaja, yhteensä 368 kuormaa. Nyt suoritettun tutkimuksen aineisto koostuu tukkien kuormauksen osalta seitsemästä

kuormasta, ja kuitupuiden kuormauksen osalta neljän havukuitukuorman ja seitsemän lehtikuitukuorman kuormauksesta. Huolimatta tutkimusten otosten suurista eroista tukkien kuormauksen ajanmenekit ovat samaa suuruusluokkaa. Jos ollaan välittämättä aineiston kokoerosta, Nurmisen ja Heinosen saamaa nopeampaa kuormausaikaa voitaisiin perustella kesäisellä tutkimusajankohdalla. Nyt tehdyn tutkimuksen kuitupuukuorman neljä minuuttia Nurmisen ja Heinosen aikaa nopeampaa kuormausaikaa ei voida selittää kaluston kehittymisellä. Talviaikainen tutkimusajankohta antaisi olettaa tuloksen olevan kesäaikaista tulosta suurempi, mutta näin ei ole. Tässä kohdassa talviolosuhteissa saatu parempi tulos tulisikin kyseenalaistaa eritoten tutkimusaineiston pienuuden vuoksi.

Vertailtaessa tehdyn tutkimuksen kuormauksen ajanmenekin tuloksia aiempiin tutkimuksiin voitiin kuormauksen osalta todeta, että nyt saadut tulokset olivat järkeviä suhteessa aiemmin saatuihin tuloksiin. Vaikka aineistoissa oli vaihtelua eivätkä tutkimusolosuhteet olleet identtisiä, kävi tapahtuneen muutoksen suunta hyvin selville: kaluston kehityksen myötä myös kuormauksen työvaiheiden ajanmenekki on pienentynyt.

Niin ikään kuormaimen kiinnittämisen ja ajoneuvosta irrottamisen ajanmenekki on ollut tutkimuksen kohteena useasti. *Pennanen* on mitannut tutkimuksissaan näiden työvaiheiden ajanmenekkiä kahdesti. Osapuun autokuljetusta tutkiessaan hän sai kuormaimen kiinnityksen ajanmenekiksi 10,04 minuuttia kuormaa kohti, ja kuormaimen irrotukseen kului 7,87 min/kuorma (Pennanen 1983, 14). Tutkimusaineisto koostui kaikkiaan 47 kuormasta, mutta niitä kuormia, joihin sisältyi kuormaimen kiinnitys tai irrottaminen, ei mainittu (Pennanen 1983, 6).

Nyt tehdyssä tutkimuksessa kuormaimen ajoneuvoon kiinnittämisen 15 haastatellun ajanmenekkiarvio, 10,53 minuuttia, on samansuuntainen Pennasen tutkimuksen kanssa. Jonkin verran eroa sen sijaan on Pennasen tuloksella ja haastateltujen arviolla kuormaimen irrottamisen ajanmenekistä, sillä haastatellut arvioivat kuormaimen irrotuksen 2,63 minuuttia Pennasen tutkimustulosta suuremmaksi.

Pennasen (1984, 10) myöhemmässä tutkimuksessa kuormaimen ajoneuvoon kiinnittämisen keskimääräiseksi ajanmenekiksi saatiin 9,68 minuuttia. Kuormaimen irrottaminen puolestaan tapahtui 6,97 minuutissa. Tutkimusaineistona oli kaikkiaan 256 kuormaa, mutta varsinaista kuormaimen kiinnittämisen ja irrottamisen otosta ei mainittu (Pennanen 1984, 7). Näitä tuloksia verrattaessa nyt tehtyyn tutkimukseen voidaan huomata

tutkimustulosten erojen kasvu. Pennasen myöhempään tutkimukseen verrattuna kuormaimen kiinnityksen ajanmenekkiarvio eroaa 0,85 minuuttia ja kuormaimen irrottamisen aika-arvio 3,53 minuuttia.

Alven (1988b, 13 - 15) tutkimuksen mukaan kuormaimen irrottaminen metsävarastolla sujui 15 minuutissa ja muualla kuin metsävarastolla 13 minuutissa. Kuormaimen kiinnittämisen ajanmenekki Alvella oli 12 minuuttia. Haastatteluarvioihin perustuvien tulosten mukaan sekä kuormaimen kiinnitys että irrotus tapahtuu nykyään joitakin minuutteja nopeammin. Arvioiden ero Alven tutkimustuloksiin on kuormaimen metsävarastolla irrottamisessa 30 prosenttia, kuormaimen irrottamisessa muualla 19 prosenttia ja kuormaimen kiinnittämisessä 12 prosenttia.

Otos Alven (1988b, 9) tutkimuksessa oli edustava: aineisto koostui 142 kuormaimen irrotuksesta metsävarastolla ja 200 irrotuksesta muualla. Kuormaimen ajoneuvoon kiinnittämisen aineistosta ei ollut mainintaa, mutta voidaan olettaa, että kuormaimen kiinnittämisä on ollut irrotuksia vastaava määrä. Alven (1988b, 4) tutkimusta ei kuitenkaan toteutettu aikatutkimuksena, mikä heikentää tehdyn vertailun luotettavuutta.

Korhosen ja Oijalan (1991, 2) tutkimuksessa kuormaimen kiinnitys ja irrotus kestivät yhteensä 17,10 min/kuorma. Heidän tutkimuksessaan 23 kuormaa kuormattiin joko osaksi tai kokonaan omalla kuormaimella, joten tutkimusaineisto koostuu näistä kuormista. Nyt tehdyn tutkimuksen 15 haastatteluarvion mukaan kuormaimen ajoneuvoon kiinnittäminen ja sen irrottaminen kestää yhteensä 21,03 minuuttia. Tämä arvio on Korhosen ja Oijalan saamaa tulosta 23 prosenttia suurempi.

Kuormaimen kiinnitystä ja irrottamista sivuavista tutkimuksista ainoastaan Alven tutkimuksessa tulokset olivat ajanmenekkiarvioita suuremmat. Muissa tutkimuksissa kuormaimen kiinnitys ja irrottaminen oli mitattu arvioita nopeammin tapahtuvaksi. Tutkimusten toteutusajankohtien suuresta skaalasta johtuen sekä kuormain- että kuljetuskalusto on kehittynyt tähän päivään mennessä. Tämä antaisi olettaa, että myös kuormaimen kytKentä ja irrotus tapahtuisi nykyään aiempaa nopeammin. Todellisuudessa tilanne voi olla juuri tämän kaltainen, sillä arviot eivät perustu mittauksiin.

Kuormaimen irrottamisen ja kiinnittämisen ajanmenekkeihin vaikuttavat käytettävän kaluston lisäksi kulloinenkin toimintaympäristö. Tutkimuksia vertailtaessa tämä seikka vaikeuttaa vertailua, ja näin ollen vaikuttaa vertailun luotettavuuteen.

10.7.3 Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Kuorman purkamista on tutkittu osana suurempia tutkimuksia niin 1980- kuin 1990-luvuillakin. Vertailtaessa näitä tutkimuksia nyt tehtyyn tutkimukseen ajanmenekit on muunnettu vastaamaan 47,1 kuutiometrin kuormakokoa.

Rajalan (1981, 9) tutkimuksen mukaan havutukkikuorman purkaminen tehdasympäristössä omaa kuormainta käyttäen kesti 19,80 minuuttia. Nyt tehdyssä tutkimuksessa vastaavaksi ajanmenekiksi saatiin yli puolet lyhyempi aika, 9,80 minuuttia. Pyöräkuormaajalla havutukkikuorman purkamiseen kului Rajalan tutkimuksessa 10,83 minuuttia, kun tässä tutkimuksessa kuorma purettiin pyöräkuormaajalla 5,57 minuutissa.

Vaikka Rajalan (1981, 7) omalla kuormaimella purettujen 62 kuorman otos on edustavampi kuin nyt tehdyn tutkimuksen 18 kuorman tutkimusaineisto, on tulosten ajanmenekkien suuruus järkeenkäypä. Pyöräkuormaajalla tapahtuneen kuorman purkamisen tutkimusaineisto sen sijaan on molemmissa tutkimuksissa suuruusluokaltaan yhtenäinen. Rajalan tutkimuksessa kuormia on 10, tosin niistä neljässä on purkamisen avustajana ollut yksi apumies. Nykypäivänä kuormia pyöräkuormaajalla purettaessa apumiehille ei ole tarvetta, mutta aiemman tutkimuksen purkamisen ajanmenekki on todennäköisesti apumiehen ansiosta pienempi kuin ilman apumiestä toimittaessa.

Pennasen (1983, 14) osapuun autokuljetukseen liittyvässä tutkimuksessa kuorman purkuajaksi saatiin 12,93 minuuttia. Vastaavan kokoisen kuorman purkaminen nyt tehdyn tutkimuksen perusteella vie aikaa 10,23 minuuttia, mikäli purkutapaa ei eritellä. Jos taas kuorma puretaan omaa kuormainta käyttäen puutavaralajia huomioimatta, ajanmenekki on 11,47 minuuttia. Joka tapauksessa tulokset viittaavat siihen, että kuorman purkaminen on Pennasen tutkimukseenkin verrattuna nopeutunut.

Tutkimusaineistona Pennasen (1983, 7) tutkimuksessa oli 14 kuormaa, jotka vaihtelivat puutavaralajeittain. Kuorman purkamista Kyröskosken tehtailla tutkittaessa aineistossa oli 58 kuormaa, kun purkutapa jätettiin huomioimatta. Omalla kuormaimella purettuja

kuormia sen sijaan oli 42. Koska Pennasen tutkimuksessa ei mainita kuorman purkutapa, esitettiin kuorman purkamisen kesto sekä purkutapa huomioimatta että omaa kuormainta purkuvälineenä käyttäen. Verrattaessa näiden tutkimusten aineistojen kattavuutta voidaan todeta, että tältä osin nyt toteutettu tutkimus antaa totuudenmukaisemman kuvan kuorman purkamisen ajanmenekistä.

Pennasen (1984, 17) toisessa tutkimuksessa kuorman purkamisen ajanmenekiksi siltanosturia purkuvälineenä käytettäessä saatiin 8,48 minuuttia, ja omalla kuormaimella kuorman purku kesti puolestaan 16,01 minuuttia. Vastaavasti nyt toteutetun tutkimuksen tuloksena siltanosturilla purkaminen tapahtui 3,00 minuuttia nopeammin, ja omalla kuormaimellakin kuorma saatiin puretuksi 4,54 minuuttia joutuisammin.

Siltanosturipurkuaineisto Pennasen (1984, 7) tutkimuksessa koostui 18 pitkstä kuitupuusta ja tukki kuormasta sekä 27 lyhyestä kuitupuukuormasta. Oma kuormainta taas käytettiin purettaessa 16 tukeista ja pitkstä kuitupuusta koostuvaa kuormaa sekä kaksi lyhyestä kuitupuusta koostuvaa kuormaa. Nyt tehdyssä tutkimuksessa siltanosturilla purettiin ainoastaan viisi kuormaa, mutta omalla kuormaimella kaikkiaan 42 kuormaa. Pennasen siltanosturiaineisto antaa täten kattavamman kuvan aikansa todellisuudesta, mutta omalla kuormaimella purettujen kuormien aineisto puolestaan suppeamman kuin tämän tutkimuksen vastaavat aineistot.

Tuorein kuorman purkamisen osalta vertailtavista tutkimuksista on *Väkevän ym.* (2000, 14) tutkimus. Sen mukaan keräilykuormien purkamisen ajanmenekki oli 21,67 minuuttia ja varastokohtaisten kuormien 16,96 minuuttia kuormaa kohti. Koska nyt tehdyssä tutkimuksessa kuorman purkamisen ajanmenekkiä ei määritetty näiden muuttujien mukaisesti, vertailutuloksena on sekä varastokohtaisten että keräilykuormien yhteinen ajanmenekki, 10,46 min/kuorma. Kuorman purkutapa ei ole Väkevän ym. tutkimuksessa mainittu. Nyt toteutetun tutkimuksen osalta purkutapoina käytettiin omaa kuormainta, siltanosturia ja pyöräkuormaajaa.

Väkevän ym. (2000, 6) tutkimusaineisto koostui 60 keräilykuormasta ja 15 varastokohtaisesta kuormasta. Vertailuaineistoon lukeutui 58 kuormaa, mikä vastaa suuruusluokaltaan hyvin keräilykuorma-aineistoa. Varastokohtaisten kuormien 15 otoksen aineisto ei välttämättä ole vertailtavien aineistojen kanssa yhtä todellisuus pohjainen. Suuri ajanmenekkien ero verrattaessa Väkevän ym. saamia tuloksia nyt saatuihin arvoihin on

selitettävissä osaltaan aineistonkeruun ympäristöjen vaihtelussa. Kun nyt tehdyn tutkimuksen kuorman purkuaineisto on hankittu kahden tehtaan toimintaympäristössä, on Väkevän ym. tutkimusaineiston keruuympäristöissä enemmän vaihtelua.

Kaikkien edellä tehtyjen vertailujen lopputulos on sama: nyt tehdyn tutkimuksen perusteella kuorman purkaminen on nopeutunut sitten aiempien tutkimusten. Tämä kehityksen suunta on looginen, sillä tekniikka on kehittynyt vuosien saatossa, ja se heijastuu myös kuorman purkuaikoihin. Lisäksi toimintaympäristöstä tulevat vaateet toiminnan tehokkuudesta pakottavat uudistamaan kalustoa ajoittain ja karsivat osaamattoman ja tehottoman työvoiman alalta.

Tehtyjä vertailuja ei tule kuitenkaan yleistää tutkimusaineistojen erojen vuoksi. Lisäksi tutkimusympäristöt eroavat toisistaan, ja tutkimukset on toteutettu vaihtelevasti eri vuodenaikoina.

Keskeytyksiä kuorman purkamisessa on omalla kuormaimella purettaessa *Rajalan* (1981, 9) tutkimuksessa ollut 3,26 min/kuorma ja pyöräkuormaajalla purettaessa 1,57 min/kuorma. *Pennasen* (1983, 14) osapuun autokuljetusta käsittelevässä tutkimuksessa keskeytykset ovat kestäneet 0,20 minuuttia kuormaa kohden. Sen sijaan *Pennasen* (1984, 17) jälkimmäisen tutkimuksen tuloksena keskeytysten ajanmenekiksi saatiin 1,51 min/kuorma. *Väkevän ym.* (2000, 13) tutkimuksessa mitattiin puolestaan keräilykuormien purkamisen keskeytyksien ajanmenekiksi 1,49 minuuttia kuormaa kohden ja varastokohtaisten kuormien keskeytysten kestoksi 1,77 min/kuorma. Nyt suoritettussa tutkimuksessa keskeytyksiä oli 0,04 minuuttia kuormaa kohden, kun aineistona oli kaikki puretut kuormat purkutavasta huolimatta.

Keskeytykset olivat kaikissa vertailuissa tutkimuksissa kestoltaan suuremmat kuin nyt tehdyssä tutkimuksessa. Erot ovat selitettävissä sillä, että nyt tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin ainoastaan varsinaisen kuorman purkamisen aikaisia keskeytyksiä. Muissa tutkimuksissa on tutkittu myös muita kuorman purkamiseen liittyviä työvaiheita, ja keskeytysaika kuvaa keskeytyksiin kulunutta aikaa koko purkuprosessin aikana. Näin ollen tältäkin osin vertailuja ei tule yleistää.

10.7.4 Kuorman purkaminen junanvaunuun

Kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekkiä on aiemmin tutkittu ainoastaan 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa. *Rajalan* (1981, 2 - 4) tutkimuksen mukaan kolmen metrin pituisen kuitupuukuorman purkaminen junanvaunuun kesti ajoneuvon siirtoineen 27,06 minuuttia, kun käytetään 44,8 kuutiometrin keskikuormaa. Nyt tehdyn tutkimuksen mukaan vastaavan kokoisen kuorman purkamiseen junanvaunuun kuluu 23,87 minuuttia, eli purkaminen tapahtuu 3,19 minuuttia nopeammin. Kuormauksen aikana tapahtuva, kuormausaikaan sisältyvä ajoneuvon keskimääräinen siirtomatka on Rajalan tutkimuksessa 40 metriä, kun se tässä tutkimuksessa on 15 metriä.

Kuormauksen valmisteluun kului aikaa Rajalan (1981, 3 - 4) tutkimuksen mukaan 3,91 minuuttia kuormaa kohden ja junanvaunun lähtökuntoon laittoon kuormakohtaisesti 5,20 minuuttia. Vastaavat tulokset nyt tehdyssä tutkimuksessa ovat kuormauksen valmistelun osalta 3,42 min/kuorma ja junanvaunun lähtökuntoon laitton osalta 2,89 min/kuorma. Siis myös nämä työvaiheet ovat nopeutuneet.

Rajalan (1981, 2 - 4) tutkimuksessa tutkimuskuormat koostuivat kuudesta kolmimetrisestä havu- ja lehtikuitupuukuormasta. Niiden pohjalta saatuja ajanmenekkejä verrattiin nyt tehdyn tutkimuksen junanvaunuun purettujen kymmenen kuitupuukuorman ajanmenekkeihin. Ajanmenekit laskettiin puutavaralajeittain painotettuna keskiarvona, sillä näistä kymmenestä kuormasta kaksi sisälsi eripituista havukuitupuuta ja kahdeksan eripituista lehtikuitupuuta.

Otos molemmissa vertailtavissa tutkimuksissa on hyvin pieni, mutta keskenään suuruusluokaltaan samanlainen. Otoksen pienuuden vuoksi tuloksia ei nytkään voi yleistää, mutta siitä huolimatta tulokset osoittavat muutoksen suunnan. Kuorman junanvaunuun purkamisen kaikkien työvaiheiden ajanmenekit olivat pienentyneet aiempaan tutkimukseen verrattuna, vaikka eripituista kuitupuuta on yleensä hitaampi purkaa kuin tasapituista. Syy työvaiheiden nopeutumiseen on kuormauksessa käytettävien työvälineiden kehittyminen lähes kolmen vuosikymmenen aikana. Lisäksi junanvaunujen lähtökuntoon laittaminen on vähitellen helpottunut, kun vaunujen koot ovat suurentuneet ja ne ovat modernisoituneet. Myös junanvaunuihin kiinnitetyn kuormalapun laitosta on luovuttu.

10.8 Päätelmät

Kokonaisuudessaan tehty tutkimus onnistui hyvin. Kerätty aineisto mahdollisti aiempaan tietoon nojaavien, järkeviltä tuntuvien johtopäätösten tekemisen. Aineiston perusteella vertailut Metsäliiton nykyisen taksarakenteen perustana oleviin arvoihin onnistuivat, samoin toteutuneiden ajanmenekkien vertailu kuljettajien aika-arvioihin.

Myös vertailuja aiempiin tutkimuksiin oli mahdollista tehdä, sillä kuormauksen perustoimintamalli on pysynyt vuodesta toiseen samana, joten aiemminkin oli mitattu samojen työvaiheiden ajanmenekkiä. Vaikka osa vertailuaineistoista oli muutaman vuosikymmenen takaista, pystyi niitä apuna käyttäen toteamaan saatujen tutkimustulosten kelpoisuuden. Näin ollen tutkimuksen tuloksia voidaankin pitää suuntaa antavina. Tutkimusajankohta huomioiden ne soveltuvat kuitenkin parhaiten kuvaamaan talviaikaista puutavaran kuormausta ja purkamista.

Tutkimusaineiston hankkiminen onnistui kohtalaisen hyvin, vaikka toteutusajankohta ei ollut paras mahdollinen. Sekä yleinen maailman taloustilanne että joulun ajan osuminen tutkimuksen aineistonkeruuajankohtaan heijastuivat pieninä hankaluuksina aineiston hankinnassa.

Kellotettujen työvaiheiden alkamisen ja päättymisen ajankohdan määrittäminen osoitautui myös toisinaan hankalaksi. Tämän vuoksi vastaavanlaisissa tutkimuksissa tutkimukseen osallistuville olisi tärkeää selvittää etukäteen tarkasti tutkittavat työvaiheet ja niiden alkamis- ja päättymishetket. Toinen ratkaisu työvaiheiden alkamis- ja päättämisaian määrittämiseen olisi videokameran käyttäminen tutkimuksessa. Videoinnin ongelmana tosin saattaisivat olla hetkelliset katvealueet, joilla tehtäviä työvaiheita ei välttämättä pystyittäisi kuvaamaan. Tätä tutkimuksessa todettua ongelmaa ei siis videointikaan poistaisi.

Koska joiltakin osin aineisto jäi melko suppeaksi, kaivattaisiin näiltä osin jatkotutkimusta. Kuormaimen ajoneuvoon kiinnittämisen ja irrottamisen ajanmenekkejä ei tutkimuksen yhteydessä päästy mittaamaan lainkaan. Tämän osalta vertailujen perustaminen ajanmenekkiarvioihin ei anna tarpeeksi realistista kuvaa todellisuudesta. Niin ikään havutukkikuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekin mittausta ei tutkimussuunnitelmasta huolimatta tutkimuksessa toteutunut. Lisäksi tutkimustulokseksi saatu

junanvaunun lähtökuntoon viimeistelyn ajanmenekki ei kuvaa työvaihetta tarpeeksi todenmukaisesti, sillä aineisto sisältää enimmäkseen sellaisia ajanmittauksia, joissa perusteellista vaunun lähtökuntoon viimeistelyä ei tapahtunut.

Jatkotutkimuksissa olisi suositeltavaa panostaa aineiston laadun ohella sen riittävään määrään. Suurempi otos mahdollistaisi luotettavampien vertailujen tekemisen ja tarkentaisi mitattuja ajanmenekkejä. Myös kuormauspaikan ja pinotekijöiden vaikutusta kuormauksen ajanmenekkiin olisi helpompi tutkia laajemman otoksen avulla. Lisäksi aineistonkeruuajankohdan sijoittaminen osaltaan myös kesäaikaan antaisi mahdollisuuden vertailla vuodenajan vaikutusta ajanmenekkeihin.

Nyt tehdyn tutkimuksen valossa jatkotutkimukselle ei enää ole tarvetta eri puutavaralajien keskinäisen kuormausnopeusjärjestyksen selvittämiseksi. Aineistoltaan suppeastakin tutkimuksesta nopeusjärjestys selvisi, ja se oli odotetunlainen. Niin ikään varastokohtaisten kuormien keräilykuormia joutuisampi kuormaus ilmeni jo aineistoltaan pienessäkin tutkimuksessa.

Vaikka tutkimuksen aineisto ei otoskokonsa puolesta salli tulosten yleistämistä ja tuloksiin tulee suhtautua varauksella, oli aineisto kuitenkin riittävä tutkimuksen tavoitteen saavuttamiseksi. Näin ollen tutkimuksessa pystyttiin selvittämään puutavarakuljetusten kuormauksesta sekä kuorman pinoon ja junanvaunuun purkamisesta aiheutuneet todelliset ja arvioidut ajanmenekit. Myös ajanmenekkien jakautuminen työvaiheittain selkeni tutkimuksen tuloksena. Tutkimuksen antina voidaan lisäksi pitää selvitystä puutavara-autojen kuljettajien näkemyksestä ajanmenekkeihin vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimuksen tekemisen seurauksena myös opiskelijan oma tavoite saavutettiin. Erityisesti aineistonkeruun aikana puunhankinnan toimituslogistiikka konkretisoitui, ja siitä muodostui laaja-alainen ja tarkka kuva. Tutkimuksen tekemisen yhteydessä syntyi lisäksi lukuisia uusia kontakteja. Erityisen mielenkiintoista oli päästä kuulemaan metsäammattilaisten ajatuksia kentältä.

Lähteet

Painetut lähteet

- Alve Mirja 1988a. Puutavara-autojen ajankäyttö. Metsätehon katsaus 13/1988. Helsinki. Metsäteho.
- Alve Mirja 1988b. Puutavara-autojen ajankäyttö. Metsätehon moniste 1.9.1988. Helsinki. Metsäteho.
- Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257.
- Harstela, Pertti 1991. Work studies in forestry. *Silva Carelica* 18. Joensuu. Joensuun yliopisto.
- Koivula, Pekka 2007. Selvitys puunhankinnan kustannuksista VR Cargolle. Tutkintotyö. Tampere. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- Korhonen, Esa & Oijala, Teppo 1991. Puutavara-auton kuormausmenetelmien vertailua. Metsätehon katsaus 6/1991. Helsinki. Metsäteho.
- Korpilahti, Antti 1989. Aikatauluajon vaikutus puutavaran autokuljetuksen tuottavuuteen. Metsätehon katsaus 6/1989. Helsinki. Metsäteho.
- Korpilahti, Antti 1992. Puutavaran kaukokuljetuksen terminaalivaiheet. Metsätehon katsaus 8/1992. Helsinki. Metsäteho.
- Puutavaran autokuljetus 1997. Metsätehon opas. Helsinki. Metsäteho.
- Nurminen, Tuomo & Heinonen, Jaakko 2007a. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. *Silva Fennica* 41 (3): 471–487. Helsinki. Metsäntutkimuslaitos ja Suomen Metsätieteellinen Seura.
- Nurminen, Tuomo & Heinonen, Jaakko 2007b. Puutavaran autokuljetuksen ajanmenekki puunhankinnan nykytoimintaympäristössä. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2007, 317–318. Vantaa. Metsäntutkimuslaitos ja Suomen Metsätieteellinen Seura.
- Peltola, Aarre 2007. Metsätilastollinen vuosikirja 2007. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2007. Vantaa. Metsäntutkimuslaitos.
- Pennanen, Olavi 1983. Osapuun autokuljetus. Metsätehon tiedotus 382. Helsinki. Metsäteho.
- Pennanen, Olavi 1984. Kaluston kehittymisen vaikutus puutavara-autojen ajankäyttöön. Metsätehon tiedotus 387. Helsinki. Metsäteho.
- Rajala, Pekka S. 1981. Puutavaran purkaminen auton omalla kuormaimella. Metsätehon moniste 29.12.1981. Helsinki. Metsäteho.

Rantala, Satu (toim.) 2008. Tapion taskukirja. 25. uudistettu painos. Helsinki. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy.

Uusitalo, Jori 2003. Metsäteknologian perusteet. Helsinki. Metsälehti Kustannus.

Väkevä, Jouni, Lindroos, Jarmo, Rajamäki, Juha & Uusi-Pantti, Kari 2000. Puutavaran keräilyajon ajanmenekki. Metsätehon raportti 96, 10.8.2000. Helsinki. Metsäteho.

Sähköiset lähteet

Kariniemi, Arto 2008. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2007. Metsätehon katsaus 34/2008. Helsinki. Metsäteho Oy. [online] [viitattu 29.1.2009] http://www.metsateho.fi/uploads/Katsaus_34.pdf

Nurminen, Tuomo 2007. Puunkorjuun ja kaukokuljetuksen uudet tuottavuusmallit. Kuljetuskustannukset, tuotevaatimukset sekä leimikon ominaisuudet huomioon ottava puun katkonnan optimointi -tutkimusseminaari, Tampere 13.3.2007. Joensuun yliopisto. [online] [viitattu 29.12.2008]. http://www.joensuu.fi/~wmets03/Seminars/Nurminen_1.pdf

VR Cargo 2008a. Kuormausohjeet. [online] [viitattu 29.12.2008]. http://www.vrcargo.fi/asiakkaan_opas/kuormausohjeet.shtml

VR Cargo 2008b. Vaunukuvasto. [online] [viitattu 29.12.2008]. <http://www.vrcargo.fi/vaunukuvasto/index.shtml>

Painamattomat lähteet

Joronen, Jukka, VR Cargon metsäteollisuuden raaka-ainekuljetuksista vastaava myyntipäällikkö. 2009. Raakapuun kuormaukset. [Sähköpostiviesti 8.4.2009].

Kettunen, Erkki, VR Cargon raakapuuyhdyshenkilö. Perustietoa VR Cargon raakapuuliikenteestä. Luento. Metsäliitto Osuuskunta, Tampereen piiri 20.11.2008. Tampere.

Kivioja, Veikko, Metsäliitto Osuuskunnan Länsi-Suomen toimitusyksikön apulaiskuljetuspäällikkö. 2008. Taksan kustannuslaskenta, Metsäliitto 2008, autoajanmenekki. [Sähköpostiviesti 13.12.2008]

Mälkiä, Juha, VR Cargon kehityspäällikkö. 2009a. Spar-vaunun tekniset tiedot. [Sähköpostiviesti 1.4.2009].

Mälkiä, Juha, VR Cargon kehityspäällikkö. 2009b. Snps rakenneselostus ja käyttöohje 1011078. [Sähköpostiviesti 7.1.2009].

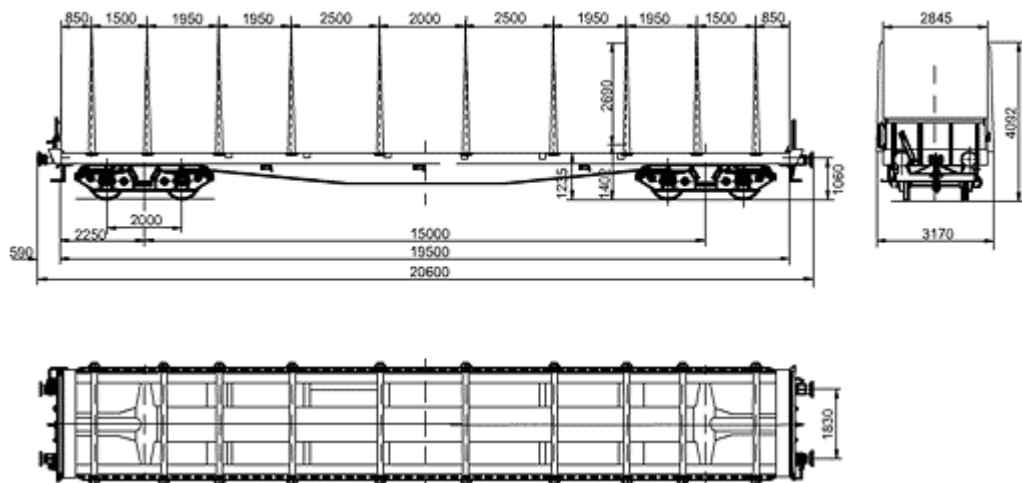
Liitteet

Liite 1

Sp-vaunutyyppi

Sp-vaunutyyppin teknisiä tietoja (VR Cargo 2008.)

Mittatietoja	Sp-raakapuuvaunu
Taara (t)	20,3 / 21,3
Kuorma (t)	59,5 / 58,5
Kuormausalan pituus (m)	19,50
leveys (m)	2,80 / 2,85
Sivupylväiden korkeus (m)	2,55 / 2,65



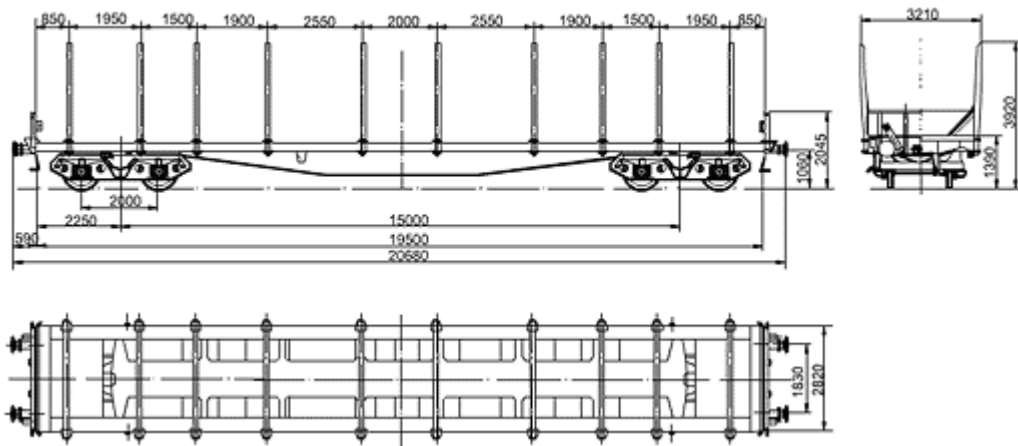
Kuva Sp-vaunusta (VR Cargo 2008.)

Liite 2

Ocpp-vaunutyyppi

Ocpp-vaunutyyppin teknisiä tietoja (VR Cargo 2008.)

Mittatietoja	Ocpp-raakapuuvaunu
Taara (t)	22,2
Kuorma (t)	57,5
Kuormausalan pituus (m)	19,50
leveys (m)	2,82
Sivupylväiden korkeus (m)	2,53



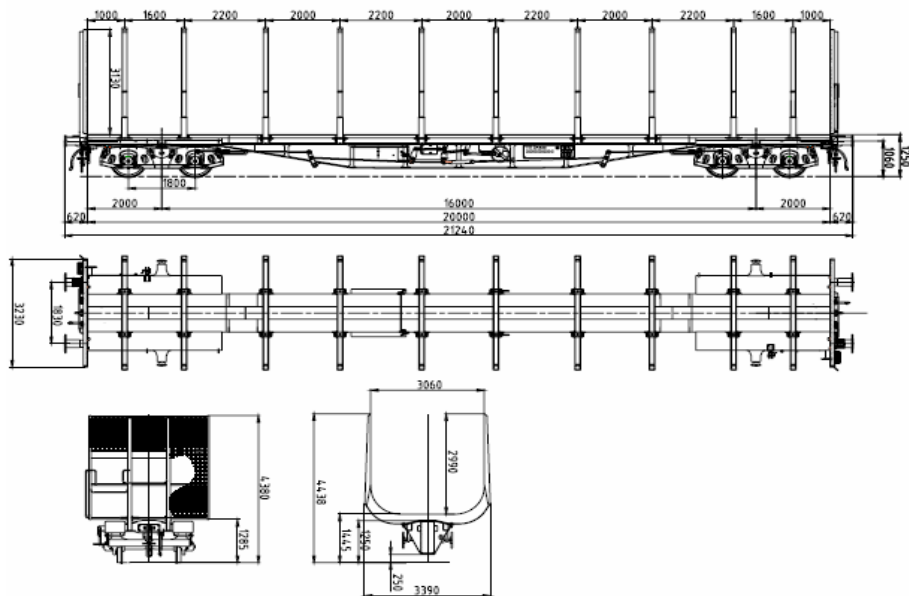
Kuva Ocpp-vaunusta (VR Cargo 2008.)

Liite 3

Snpss-vaunutyyppi

Snpss-vaunutyyppin teknisiä tietoja (Mälkiä 2009b.)

Mittatietoja	Snpss-raakapuuvaunu
Taara (t)	24,7
Kuorma (t)	65,5
Kuormausalan pituus (m)	20,0
leveys (m)	3,06
korkeus (m)	2,99



Kuva Snpss-vaunusta (Mälkiä 2009b.)

Liite 4

Kuormaus

Kuormaus nro _____

Päiväys _____

Kellon aika _____

Rekisteritunnus _____

Kuljetusliike _____

Puutavaralaji Havutukki / Havukuitu, ranka / Lehtikuitu, 3 m

Kuorman tyyppi Keräilykuorma / Varastokohtainen kuorma

Kuormakoko _____ m³

Vaihe 1	_____ min	_____ s	Kuormauksen valmistelu
Vaihe 2	_____ min	_____ s	Varsinainen kuormaus
Vaihe 3	_____ min	_____ s	Kuormauksen viimeistely
Vaihe 4	_____ min	_____ s	Tiedonsiirto
Vaihe 5	_____ min	_____ s	Kuormaimen kiinnittäminen ajoneuvoon
Vaihe 6	_____ min	_____ s	Kuormaimen jättäminen varastolle
Vaihe 7	_____ min	_____ s	Keskeytykset (max 15 min)

Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana _____ kpl

Ajoneuvon siirtomatka _____ m

Muuta _____

Liite 5

Kuorman purkaminen tehdasympäristössä

Purku nro _____

Päiväys _____

Kellon aika _____

Rekisteritunnus _____

Kuljetusliike _____

Puutavaralaji Havutukki / Havukuitu, ranka

Kuormakoko _____ m³

Purkutapa Oma kuormain / Kourakuormaaja / Siltanosturi

Vaihe 1 _____ min _____ s Varsinainen purkaminen

Vaihe 2 _____ min _____ s Keskeytykset (max 15 min)

Keskimääräinen purkukuljetusmatka _____ m

Muuta _____

Liite 6

Kuorman purkaminen junanvaunuun

Purku nro _____

Päiväys _____

Kellon aika _____

Vaunun tyyppi _____

Vaunun tunnus _____

Rekisteritunnus _____

Kuljetusliike _____

Puutavaralaji Havutukki / Havukuitu, ranka / Havukuitu, 3 m / Lehtikuitu, 3 m

Kuormakoko _____ m³

Vaihe 1	_____ min	_____ s	Kuorman purkamisen valmistelu
Vaihe 2	_____ min	_____ s	Kuorman purkaminen
Vaihe 3	_____ min	_____ s	Vaunun viimeistely lähtöä varten
Vaihe 4	_____ min	_____ s	Tiedonsiirto
Vaihe 5	_____ min	_____ s	Keskeytykset (max 15 min)

Ajoneuvon siirrot purkamisen aikana _____ kpl

Ajoneuvon siirtomatka _____ m

Muuta _____

HAASTATTELUTUTKIMUS

Taustatiedot

Päiväys _____
Haastateltavan nimi _____
Kuljetusliike _____
Auton rekisteritunnus _____
Kuljettajan työkokemus _____
Haastateltavan asema yrityksessä Yrittäjä-kuljettaja Kuljettaja

Arviot ajanmenekistä ja muista kuormaukseen liittyvistä tekijöistä

2(3)

Kuormaus

Kuormauksen valmistelu, min
Varsinainen kuormaus, min
Kuormauksen viimeistely, min
Tiedonsiirto, min
Kuormaimen kiinnittäminen ajoneuvoon,
min
Kuormaimen jättäminen varastolle, min
Keskeytykset (max 15 min), min

Puutavaralaji		
Havutukki	Havukuitu, ranka	Lehtikuitu, 3 m

Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana, keskimäärin _____ kpl / _____ m

Kuormausaikaan vaikuttaa

Arviot ajanmenekistä ja muista kuorman purkamiseen liittyvistä tekijöistä Kyröskoskella

3(3)

Kuorman purkaminen
Kyröskoskella

Oma nosturi		Pyöräkuormain	Siltanosturi
Puutavaralaji		Puutavaralaji	Puutavaralaji
Havutukki	Havukuitu, ranka	Havutukki	Havukuitu, ranka

Varsinainen purkaminen, min
Keskeytykset (max 15 min), min

Kuorman purkuaikaan vaikuttaa

Arviot ajanmenekistä ja muista kuorman junanvaunuun purkamiseen liittyvistä tekijöistä

Kuorman purkaminen junanvaunuun

Puutavaralaji			
Havutukki	Havukuitu, ranka	Havukuitu, 3 m	Lehtikuitu, 3 m

Kuorman purkamisen valmistelu, min
Kuorman purkaminen, min
Vaunun viimeistely lähtöä varten, min
Tiedonsiirto, min
Keskeytykset (max 15 min), min

Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana, keskimäärin _____ kpl / _____ m

Kuorman purkuaikaan vaikuttaa

Liite 8

1(3)

Kuormauksen ajanmenekkiarviot

Työvaihe	Otoskoko kpl	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min
Kuormauksen valmistelu	15	1,97	1,5	1,51	0,5 - 5
Varsinainen kuormaus	15				
havutukki	15	25,40	27,5	5,47	15 - 30
havukuitu, ranka	15	35,33	37,5	10,93	17,5 - 60
lehtikuitu, 3 m	15	44,00	45,0	7,31	30 - 60
Kuormauksen viimeistely	15	8,53	7,5	3,98	2 - 15
Tiedonsiirto	15	3,13	2,0	2,40	1 - 10
Kuormaus yhteensä					
havutukki		39,03	38,5	13,35	18,5 - 60
havukuitu, ranka		48,97	48,5	18,82	21 - 90
lehtikuitu, 3 m		57,63	56,0	15,19	33,5 - 90
Kuormaimen kiinnittäminen ajoneu- voon	15	10,53	10,0	5,23	3 - 20
Kuormaimen jättäminen varastolle	15	10,50	10,0	4,25	5 - 20
Keskeytykset (max 15 min)	15	4,73	2,5	4,75	0 - 15

	Otoskoko kpl	Keskiarvo		Mediaani		Keskihajonta		Vaihtelu	
		kpl	m	kpl	m	kpl	m	kpl	m
Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana	13	0,31	1,23	0	0	0,48	2,01	0 - 1	0 - 5

Kuorman purkamisen ajanmenekkiarviot Kyröskosken tehtailla

Työvaihe	Otoskoko kpl	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min
Varsinainen kuorman purkaminen					
havutukki, oma nosturi	15	15,67	15,0	4,95	10 - 25
havutukki, kourakuormaaja	15	9,47	10,0	4,75	10 - 25
havukuitu, ranka, oma nosturi	15	15,67	15,0	5,30	2 - 20
havukuitu, ranka, siltanosturi	15	13,30	15,0	4,61	5 - 20
Keskeytykset (max 15 min)	15	0	0	0	0

Kuorman junanvaunuun purkamisen ajanmenekkiarviot

Työvaihe	Otoskoko kpl	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min
Kuorman purkamisen valmistelu	15	7,27	5,0	4,87	2 - 15
Varsinainen kuorman purkaminen					
havutukki	15	22,17	20,0	6,33	10 - 30
havukuitu, ranka	15	24,83	25,0	6,97	15 - 40
havukuitu, 3 m	15	30,83	30,0	10,59	15 - 50
lehtikuitu, 3 m	15	33,50	30,0	10,08	20 - 50
Vaunun viimeistely lähtöä varten	15	9,93	10,0	6,06	1 - 20
Tiedonsiirto	15	20,13	17,5	11,42	3 - 45
Kuorman purkaminen junanvaunuun yhteensä					
havutukki		59,50	52,5	28,68	16 - 110
havukuitu, ranka		62,17	57,5	29,32	21 - 120
havukuitu, 3 m		68,17	62,5	32,94	21 - 130
lehtikuitu, 3 m		70,83	62,5	32,43	26 - 130
Keskeytykset (max 15 min)	15	0,33	0	1,29	0 - 5

	Otoskoko kpl	Keskiarvo		Mediaani		Keskihajonta		Vaihtelu	
		kpl	m	kpl	m	kpl	m	kpl	m
Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana	15	1,33	12,03	1	10,0	0,47	5,48	1 - 2	5 - 20

Liite 9

Kuormaus

Työvaihe	Otoskoko		Keski-kuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keski-hajonta min	Vaihtelu min	Kuormaus- nopeus s / m ³	Osuus kokonaisajasta %
	kpl	%							
Kuormauksen valmistelu									
kaikki kuormat	18	100,0	46,7	1,44	1,18	0,92	0,37 - 3,87	1,86	3,9
varastokohtaiset kuormat	11	61,1	46,7	1,04	0,82	0,70	0,37 - 2,40	1,34	3,1
keräilykuormat	7	38,9	46,7	2,11	1,73	0,94	1,03 - 3,87	2,71	4,9
havutukki	7	38,9	46,7	1,65	1,73	0,67	0,67 - 2,45	2,12	5,8
havukuitu, ranka	4	22,2	46,7	0,82	0,77	0,20	0,57 - 1,03	1,05	2,2
lehtikuitu, 3 m	7	38,9	46,7	1,58	1,03	1,24	0,37 - 3,87	2,03	3,4
Varsinainen kuormaus									
kaikki kuormat	17	100,0	46,7	30,02	25,30	10,53	18,43 - 55,70	38,60	80,7
varastokohtaiset kuormat	11	64,7	46,7	27,71	23,57	12,04	18,43 - 55,70	35,62	81,3
keräilykuormat	6	35,3	46,7	34,46	36,41	6,57	25,00 - 38,92	44,30	80,5
havutukki	6	35,3	46,7	21,50	20,48	6,39	18,43 - 35,15	27,64	76,0
havukuitu, ranka	4	23,5	46,7	27,52	24,28	4,80	23,35 - 33,45	35,38	75,4
lehtikuitu, 3 m	7	41,2	46,7	39,63	38,72	10,89	24,28 - 55,70	50,95	85,8
Kuormauksen viimeistely									
kaikki kuormat	18	100,0	46,7	4,62	4,33	1,48	2,73 - 8,07	5,94	12,4
varastokohtaiset kuormat	11	61,1	46,7	4,67	4,33	1,60	2,73 - 8,07	6,00	13,7
keräilykuormat	7	38,9	46,7	4,54	4,33	1,35	2,87 - 6,18	5,84	10,6
havutukki	7	38,9	46,7	4,19	4,33	0,91	2,87 - 5,92	5,38	14,8
havukuitu, ranka	4	22,2	46,7	6,80	6,39	1,18	5,22 - 8,07	8,75	18,6
lehtikuitu, 3 m	7	38,9	46,7	3,85	3,43	1,11	2,73 - 6,07	4,95	8,3

Työvaihe	Otoskoko		Keski-kuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keski-hajonta min	Vaihtelu min	Kuormaus- nopeus s / m ³	Osuus kokonaisajasta %
	kpl	%							
Tiedonsiirto									
kaikki kuormat	10	100,0	46,7	1,12	0,72	0,90	0,33 - 2,87	1,39	3,0
varastokohtaiset kuormat	6	60,0	46,7	0,69	0,47	0,60	0,33 - 1,87	0,88	2,0
keräilykuormat	4	40,0	46,7	1,73	1,71	1,05	0,52 - 2,87	2,22	4,0
havutukki	7	70,0	46,7	0,97	0,52	1,05	0,33 - 2,87	1,25	3,4
havukuitu, ranka	3	30,0	46,7	1,38	1,18	0,50	0,90 - 1,87	1,77	3,8
lehtikuitu, 3 m	0	0,0	-	-	-	-	-	-	2,4
Kuormaus yhteensä									
kaikki kuormat			46,7	37,20	31,53	13,84	21,86 - 70,51	47,60	100,0
varastokohtaiset kuormat			46,7	34,10	29,18	14,94	21,86 - 68,04	43,58	100,0
keräilykuormat			46,7	42,83	44,18	9,92	29,42 - 51,84	54,89	100,0
havutukki			46,7	28,30	27,06	9,03	22,30 - 46,39	36,61	100,0
havukuitu, ranka			46,7	36,52	32,63	6,67	30,04 - 44,42	46,96	100,0
lehtikuitu, 3 m *)			46,7	46,18	43,90	14,13	27,71 - 18,51	58,04	100,0
Kuormaimen kiinnittäminen ajoneuvoon	0	0,0	-	-	-	-	-	-	
Kuormaimen jättäminen varastolle	0	0,0	-	-	-	-	-	-	

*)Tiedonsiirto laskettu mukaan kaikkien kuormien mukaisena

	Otoskoko		Keski-kuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keski-hajonta min	Vaihtelu min	Keskeytys- frekvenssi **)
	kpl	%						
Keskeytykset (max 15 min)	3	100,0	-	4,37	2,03	4,63	1,38 - 9,70	16,67

**)Keskeytysfrekvenssi laskettu koko kuormausaineistosta (18 kpl)

Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana	Otoskoko		Keskiarvo		Mediaani		Keskihajonta		Vaihtelu	
	kpl	%	kpl	m	kpl	m	kpl	m	kpl	m
kaikki kuormat	18	100,0	0,39	3,89	0	0	0,50	6,93	0 - 1	0 - 25
kuormat, joissa auton siirto	7	38,9	1	10	1	10	-	8,04		

Liite 10

Kuorman purkaminen Kyröskoskella

Varsinainen purkaminen	Otoskoko		Keskikuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min	Purkunopeus s / m ³
	kpl	%						
kaikki kuormat (kaikki purkutavat)	58	100,0	47,1	10,23	10,52	3,10	5,47 - 22,45	13,02
oma kuormain	42	72,4	47,1	11,47	10,82	2,79	6,63 - 22,45	14,61
pyöräkuormaaja (havutukkikuormat)	11	19,0	47,1	5,57	6,25	0,48	5,47 - 6,95	7,10
siltanosturi (havukuitukuormat)	5	8,6	47,1	11,48	11,17	1,50	8,62 - 12,53	14,62
havutukkikuormat	29	50,0	47,1	8,17	7,90	3,05	5,47 - 15,81	10,40
havukuitukuormat	29	50,0	47,1	12,72	11,03	2,64	7,43 - 22,45	16,21
havutukkikuormat - oma kuormain	18	31,0	47,1	9,80	10,67	2,73	6,63 - 15,82	12,48
havukuitukuormat - oma kuormain	24	41,4	47,1	12,99	11,02	2,82	7,43 - 22,45	16,55

	Otoskoko		Keskikuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min	Keskeytys- frekvenssi *)
	kpl	%						%
Keskeytykset (max 15 min)	3	100,0	-	0,81	0,42	0,90	0,17 - 1,83	5,17

*) Keskeytysfrekvenssi laskettu koko kuormanpurkuaineistosta (58 kpl)

Kuorman purkaminen junanvaunuun

Työvaihe	Otoskoko		Keskikuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min	Purkunopeus s / m ³	Osuus kokonaisajasta %
	kpl	%							
Kuorman purkamisen valmistelu									
kaikki kuormat	28	100	44,8	3,67	3,61	0,99	2,05 - 6,00	4,92	12,2
havutukki	0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
havukuitu, ranka	19	67,9	44,8	3,78	3,65	0,95	2,05 - 5,60	5,06	13,1
havukuitu, 3 m	2	7,1	44,8	4,83	3,65	1,19	3,65 - 6,00	6,46	16,0
lehtikuitu, 3 m	7	25	44,8	3,07	2,98	0,62	2,08 - 4,00	4,11	9,2
Kuorman purkaminen									
kaikki kuormat	30	100	44,8	21,85	20,93	4,73	15,48 - 32,05	29,26	72,4
havutukki	0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
havukuitu, ranka	20	66,7	44,8	20,84	19,69	4,22	15,48 - 32,05	27,90	72,5
havukuitu, 3 m	2	6,7	44,8	21,96	21,96	5,90	17,78 - 26,13	29,41	72,8
lehtikuitu, 3 m	8	26,7	44,8	24,35	24,28	5,41	15,67 - 30,95	32,61	72,7
Vaunun viimeistely lähtökuntoon									
kaikki kuormat	14	100	44,8	1,99	1,48	2,14	0,32 - 8,47	2,66	6,6
havutukki	0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
havukuitu, ranka	9	64,3	44,8	1,49	1,37	1,20	0,32 - 4,05	1,99	5,2
havukuitu, 3 m	1	7,1	44,8	0,75	0,75	0,00	0,75 - 0,75	1,00	2,5
lehtikuitu, 3 m	4	28,6	44,8	3,43	2,24	3,45	0,75 - 8,47	4,59	10,2
Tiedonsiirto									
rivikohtainen	71	100		1,67	-	-	0,58 - 2,53		
vaunukohtainen	39	100		3,04	-	-	1,15 - 7,33		
kuormakohtainen			44,8	2,65	-	-	1,09 - 4,21	3,55	*)

Kuorman purkamisen junanvaunuun yhteensä	Otoskoko		Keskikuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min	Purkunopeus s / m ³	Osuus kokonaisajasta %
	kpl	%							
kaikki kuormat			44,8	30,16	26,01	7,86	20,50 - 49,17	40,39	100,0
havutukki			0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
havukuitu, ranka			44,8	28,75	24,71	6,37	20,50 - 44,35	38,50	100,0
havukuitu, 3 m			44,8	30,18	26,36	7,10	24,83 - 35,53	40,42	100,0
lehtikuitu, 3 m			44,8	33,49	29,51	9,47	21,15 - 46,07	44,85	100,0

*) Tiedonsiirron osuus kokonaisajasta

kaikki kuormat	8,8 %
havukuitu, ranka	9,2 %
havukuitu, 3 m	8,8 %
lehtikuitu, 3 m	7,9 %

	Otoskoko		Keskikuorma m ³	Keskiarvo min	Mediaani min	Keskihajonta min	Vaihtelu min	Keskeytys- frekvenssi **) %
	kpl	%						
Keskeytykset (max 15 min)	6	100	-	1,97	1,83	1,51	0,23 - 4,30	20

**) Keskeytysfrekvenssi laskettu koko kuormanpurkuaineistosta (30 kpl)

Ajoneuvon siirrot kuormauksen aikana	Otoskoko		Keskiarvo		Mediaani		Keskihajonta		Vaihtelu	
	kpl	%	kpl	m	kpl	m	kpl	m	kpl	m
kaikki kuormat	28	100	0,93	13,96	1	10	0,26	17,04	0 - 1	0 - 80
kuormat, joissa auton siirto	26	92,9	1	15,04	1	10	0	17,22	1 - 1	5 - 80