

**METSÄ GROUPIN TEHTAIDEN
PURKUAIKASOVELLUKSEN KEHITYSSELVITYS**

Sorvari Jeremias

Opinnäytetyö

Metsätalous
Metsätalousinsinööri (AMK)

2024

Metsätalous
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Jeremias Sorvari	Vuosi	2024
Ohjaaja	Kari Pasanen		
Toimeksiantaja	Metsä Group		
Työn nimi	Metsä Groupin tehtaiden purkuaika-sovelluksen kehitysselvitys		
Sivumäärä	47		

Puutavaran autokuljetus on raakapuun tärkein kuljetusmuoto Suomessa, minkä vuoksi sen onnistumiseksi mahdollisimman hyvin ja tehokkaasti on kehitetty erilaisia järjestelmiä ja menetelmiä. Yksi on puutavaran aikatauluajo ja purkuajanvarausjärjestelmät, joita on käytössä yhä useammalla puuta jalostavalla yrityksellä. Aikatauluajon perusteena ovat erilaiset taloudelliset hyödyt, mutta se aiheuttaa myös ongelmia ja päänsärkyä etenkin puutavara-autoyrittäjien keskuudessa.

Opinnäytetyön aiheena on Metsä Groupin tehtaiden purkuajanvarausjärjestelmä eli purkuaika-sovellus ja sen kehitysselvitys. Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää, miten purkuaika-sovellusta voisi kehittää, milloin se on tarpeellinen, mitä haasteita se aiheuttaa ja minkälainen kuormien aikataulutus voisi olla tulevaisuudessa.

Tutkimusaineisto koostuu Metsä Groupin toimihenkilöille suunnatuista haastatteluista ja sähköisesti lähetetystä kyselystä kuljetusyrittäjille. Kyselyllä kartoitettiin kuljetusyrittäjien näkökulmia asiaan. Sekä haastatteluista että kyselystä saatiin kattavia vastauksia, joista pystyi tekemään monia johtopäätöksiä. Etenkin kyselyyn vastaajien aktiivisuus ja vastausten runsas määrä yllättivät positiivisesti. Viimeisissä kysymyksissä annettiin paljon sanallisia vastauksia, jotka olivat hyvin antoisia ja tutkimuksen kannalta tärkeitä.

Tuloksista voidaan päätellä, että aikatauluajon toimivuutta haastavat eniten purkuaikeiden kilpavaraaminen, ylibuukkaus, ajaminen ilman purkuaikaa, sekakuormat sekä menopaluukuormat. Asian tärkeys yrittäjille näkyi vastauksissa ja useimpien mielestä tarve järjestelmän kehitykselle on todellinen. Työn tuloksia voidaan hyödyntää tulevaisuudessa, kun purkuaikejärjestelmiä kehitetään ja uusia puutavaran vastaanottomenetelmiä luodaan.

Avainsanat aikataulutus, autokuljetus, logistiikka, Metsä Group, purkuaike, puunhankinta

Forestry
Forestry engineer

Author	Jeremias Sorvari	Year	2024
Supervisor	Kari Pasanen		
Commissioned by	Metsä Group		
Title	Development report of Metsä Group's factories' unloading time application		
Number of pages	47		

Truck transport of timber is the most important form of raw wood transport in Finland, which is why various systems and methods have been developed to make it as successful and efficient as possible. One is timber scheduling and unloading time systems, which are used by increasing numbers of wood processing companies. The basis of scheduled driving has various financial benefits, but it also causes problems and headaches, especially among timber truck entrepreneurs.

The topic of the thesis is the unloading time reservation system for Metsä Group's factories, also known as the unloading time application and its development report. The purpose and goal of the thesis was to find out how the unloading time application could be developed when it is necessary, what challenges it causes, and what load scheduling could be in the future.

The research material consists of interviews aimed at Metsä Group employees and an electronically sent survey to transport entrepreneurs. The survey surveyed the transport companies' perspectives on the matter. Comprehensive answers were obtained from the interviews and the survey, from which many conclusions could be drawn. The activity of the respondents to the survey and the large number of answers were surprising in a positive way. Many verbal answers were given to the last questions, which were very informative and important for the research.

From the results, it can be concluded that competition booking, overbooking, driving without unloading time, mixed loads, and round-trip loads challenge scheduled driving the most. The importance of the issue for entrepreneurs was reflected in the answers, and most think that the need for system development is real. The results of the work can be used in the future when unloading time systems are developed and new timber reception methods are created.

Keywords logistics, Metsä Group, scheduling, truck transport, unloading time, wood procurement

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAAKAPUUN LOGISTIIKKA SUOMESSA	7
2.1	Kaukokuljetusmuodot	7
2.1.1	Autokuljetus	7
2.1.2	Rautatiekuljetukset	9
2.1.3	Muut kuljetusmuodot	9
2.2	Puutavaran logistiikka Metsä Groupissa	10
3	TEHDASVASTAANOTTO JA TEHDASMITTAUS	12
3.1	Tehdasmittauserien käsittely	12
3.2	Vastaanotto- ja mittaustodistus	13
3.3	Kuormien siltavaakapunnitus biotuotetehtaalla	14
4	PURKUAJANVARAUSJÄRJESTELMÄT TEHTAILLA	16
4.1	Aikatauluajo	16
4.2	Perusteita purkuajanvarausjärjestelmän käyttöönotolle	17
4.3	Metsä Groupin purkuaikasovelluksen toiminta	17
4.4	Aikataulutuksen sovittaminen muihin toimitusmuotoihin	19
4.5	Purkuajien varaamisen rajoitukset	19
4.6	Purkuajien muokkaus purkuaikasovelluksessa	20
4.7	Menettely auton myöhästyessä purkuajakaikkunasta	21
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	23
5.1	Haastattelut	23
5.2	Kysely	23
6	TULOKSET	25
6.1	Haastattelujen tulokset	25
6.1.1	Järjestelmän toimivuus	25
6.1.2	Logistiikan hoitaminen	26
6.1.3	Purkuaikasovelluksen käytettävyys	27
6.1.4	Tulevaisuuden tehdasvastaanotto ja kuormien aikataulutus	28
6.2	Rauman sahan kokemukset purkajoilla ajamisesta	28
6.3	Kyselyn tulokset	29

6.3.1	Tehtaat ja sahat, joissa Purkuaikasovellus on käytössä.....	30
6.3.2	Aikatauluajon toimivuus Metsä Groupin tuotantolaitoksille	30
6.3.3	Aikatauluajon suunnittelu yrityksessä	31
6.3.4	Purkuaikojen varaus	33
6.3.5	Työn tehokkuus	34
6.3.6	Ruuhkat tehtailla ja sahoilla	36
6.3.7	Aikatauluajon ja purkuaikasovelluksen vahvuudet	36
6.3.8	Aikatauluajon ja purkuaikasovelluksen heikkoudet.....	37
6.3.9	Aikatauluajon kehitys.....	37
6.4	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	38
6.4.1	Kehitysideat.....	41
6.4.2	Purkuaikasovelluksen käytettävyyden kehitysideat	42
7	POHDINTA	44
	LÄHTEET.....	46

1 JOHDANTO

Kotimaisen puutavaran kaukokuljetusmäärä vuonna 2023 oli yli 52 miljoonaa kuutiometriä, siitä 95,2 prosenttia kävi puutavara-auton kyydissä jossain vaiheessa (Venäläinen 2016a). Autokuljetus onkin raakapuun pääkuljetusmuoto, sillä puutavaran kuljetus tehtaille, sahoille, asemille tai muihin terminaaleihin alkaa lähes aina autokuljetuksella. Ilman autokuljetusta muutkaan kuljetusmuodot eivät onnistuisi. Kuljetusten onnistunut toteutus metsävarastolta eteenpäin vaatii sujuvaa yhteistyötä kuljetusosapuolien välillä.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Metsä Group, ja työn aiheena on Metsä Groupin tehtaiden purkuajanvarausjärjestelmä ja sen kehittäminen. Aihe on rajattu vain purkuajanvarausjärjestelmään, jotta työmäärä pysyisi kohtuullisena. Metsä Groupilla on useita tuotantolaitoksia niin kemiallisessa kuin mekaanisessa puunjalostuksessa. Useimmissa on käytössä Metsän oma purkuaika-sovellus. Metsäalan Kuljetusyrittäjät ry:n kuljetusyrittäjille tekemässä kyselyssä aikatauluajo sai neljänneksi eniten ääniä, kun kysyttiin mikä toimintaympäristössä pitäisi ensimmäisenä saada kuntoon. Kyselyjen mukaan pahimmassa tapauksessa purkuajat tuovat yrityksille lisäkustannuksia ja vaikuttavat suoraan kannattavuuteen. (Palojärvi 2024).

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdytään raakapuun logistiikkaan aina tienvarresta tehtaalle, sisältäen eri kuljetusmuodot. Tutkimuksessa perehdytään myös perusteellisesti nyt käytössä olevaan purkuaika-sovellukseen ja sen ominaisuuksiin. Opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu sähköisestä kyselystä, joka lähetettiin puutavara-autoyrittäjille, ja haastatteluista Metsä Groupin toimihenkilöille. Aihe on ajankohtainen Metsä Groupissa, koska uutta kuljetusten vastaanottojärjestelmää kehitetään lähitulevaisuudessa. Opinnäytetyössä pyritään löytämään vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miksi purkuaikataulutusta tarvitaan?
- Mitkä ovat sen hyödyt ja haitat?
- Miten sitä voisi kehittää?

2 RAAKAPUUN LOGISTIIKKA SUOMESSA

2.1 Kaukokuljetusmuodot

Puutavaran kaukokuljetuksella tarkoitetaan yleensä raakapuun kuljetusta metsätienvarsilta, joko suoraan tehtaille tai välivarastoon josta se kuljetetaan myöhemmin jatkojalostukseen erilaisilla kuljetusmuodoilla. Puutavaran kaukokuljetusmuotoja ovat autokuljetus, rautatiekuljetus, aluskuljetus ja uitto. Autokuljetus on kuitenkin korvaamaton osa kuljetusketjua, koska autoilla suoritetaan alkukuljetus metsävarastoista lastausasemille, satamiin ja uittoon. (Alatalo ym. 1997, 2.)

2.1.1 Autokuljetus

Raakapuusta noin 70 prosenttia kuljetetaan tehtaille suoraan autolla, mutta lähes kaikki metsästä tuleva raaka-aine käy jossain vaiheessa auton kyydissä. Kaikkiaan autoilla ajetaan Suomessa vuosittain lähes 50 miljoonaa kuutiometriä raakapuuta. (Strandström 2024, 6.)

Kuljetus tapahtuu pääosin kahdessa vuorossa ja kiireisimpinä aikoina kolmessa vuorossa vuorokauden ympäri. Pyöreän ainespuun lisäksi autoja työllistää energiapuun kuljetus lämpö- ja voimalaitoksille. Energiapuu kuljetetaan käytännössä lähes kokonaan autoilla. Metsävarastoilta tehtaille kulkevien autokuljetusten keskimääräinen matka on noin 110 kilometriä. Alkukuljetuksen matka uittopaikoille, satamiin tai rautatien lastausasemille on keskimäärin 50 kilometriä. (Venäläinen 2016a.)

Puutavara-autojen maksimikokonaispaino on nykyään 76 tonnia eli puutavaraa mahtuu kyytiin noin 60 kiintokuutiometriä. Jos nosturi jätetään pois, pystyy hyötykuormaa ottamaan nosturin massan verran enemmän, joka on noin 3000 kiloa. Jo 30–40 kilometrin kuljetusmatkoille nosturin poisjättäminen on kannattavaa, mutta se vaatii luonnollisesti, jonkinlaisen aktiivisen purkupalvelun toimituskohteessa ja paluun samalle varastopaikalle (Venäläinen 2016b.)

Metsä Groupissa yrittäjiä sanktioidaan ylikuormien ajamisesta niin kutsutuilla ylikuormaleikkureilla, eli kokonaisrahti maksetaan vain ajoneuvoyhdistelmän sallittuun kokonaispainoon asti. Yhdistelmän kokonaispainon ylittäessä 5 prosenttia yhdistelmän sallitusta maksimista, ei kuormaa vastaanoteta Metsä Groupin tehtaille ollenkaan ennen kuin kuorma on käyty keventämässä sallittuun kokonaispainoon. Esimerkiksi 76-tonnisen ajoneuvoyhdistelmän kokonaispainon ylittäessä 79,8 tonnia ei kuormaa vastaanoteta (taulukko 1). (Metsä Group 2023.)

Taulukko 1. Ylikuormaleikkurin toimintaperiaate (Metsä Group 2023)

Sallittu kokonaismassa yhdistelmille	Yhdistelmän kokonaispaino ko. välillä, maksetaan sallittuun kokonaispainoon asti	Kokonaispaino, jonka ylittyessä kuormaa ei vastaanoteta
60 t	60-63 → 60 tonnin kokonaispainoon	63
68 t	68-71,4 → 68 tonnin kokonaispainoon	71,4
76 t	76-79,8 → 76 tonnin kokonaispainoon	79,8

Suomessa lähes kaikki puutavara-autot ovat yksityisten yrittäjien omistamia. Metsäteollisuusyrityksillä on vain muutamia omia autoja. Suurin osa kuljetusyrityksistä on pieniä, 1–2 auton perheyryksiä. Ne ajavat puuta tietyiltä maantieteellisesti rajatuilta alueiltaan eli logyiltä, jotka ovat usein kuntien ja kaupunkien rajojen mukaan määritetty. Monet yritykset ovat sopineet puunkuljetuksista usean eri metsäteollisuusyrityksen kanssa. (Alatalo ym. 1997, 2.)

Puutavara-autot ovat erikoiskalustoa, joita ovat kehittäneet paljolti suomalaiset kuorma-autovalmistajat sekä päällirakenne- ja perävaunuvalmistajat. Puutavara-autojen nosturit ovat yleensä myös kotimaassa kehitettyjä ja valmistettuja. Puutavara-autoyhdistelmät muodostuvat vähintään kahdesta ajoneuvosta eli vetoautosta ja perävaunusta. Yleisimmin puutavara-autoyhdistelmät koostuvat neliakselisesta vetoautosta ja viisiakselisesta täysperävaunusta. (Venäläinen 2016e.)

Suomen tieliikennelaki sallii ajoneuvoyhdistelmän kokonaispainon olla enintään 76-tonnia ja sen kokonaispituus enintään 34,50 metriä, leveys 2,55–2,60 metriä

ja kokonaiskorkeus 4,4 metriä. Lisäksi muita rajoitteita ovat teli- ja maksimiakselipainot. Joitakin kokeiluja on tehty jopa yli sadan tonnin yhdistelmillä. (Venäläinen 2016e.)

Nykyään lähes kaikki puutavara-autot on varustettu ajoneuvotietokoneella ja satelliittipaikantimella (Pöllänen, Mäntynen & Laitinen 2007, 69). Kuljetusyrittäjät saavat viikoittain seuraavan viikon kuljetustilaukset eli kuljetustehtävät, joista selviää mitä puutavaralajia pitäisi ajaa millekin laitoksille ja minkä verran. Kuljetustilaukset näkyvät välittömästi autojen tietokoneilla ja ajoneuvotietokoneella oleva kartta kertoo sekä ajoneuvon että haettavan puuerän sijainnin. Puutavara-auton kuljettajat suunnittelevat yleensä itse päivän ajo-ohjelman. (Venäläinen 2016c.)

2.1.2 Rautatiekuljetukset

Autokuljetusten jälkeen lähes kaikki loput raakapuut kuljetetaan junilla rautateitä pitkin tehtaille. Vuonna 2023 kaikesta kotimaisesta raakapuusta noin 28 prosenttia kuljetettiin junalla. Rautatiekuljetuksen osuus on hieman lisääntynyt viime vuosina ja vastaavasti autokuljetuksen osuus tehtaille on vähentynyt (Strandström 2024, 12.) Kun kuljetusmatkat ovat pitkiä, rautatiekuljetus on autokuljetusta taloudellisempi vaihtoehto (Venäläinen 2016a.) Metsä Fibren Kemin biotuotetehtaan tarvitsemasta pyöreästä puusta tulee yli puolet rautateitse (Metsä Group 2024a).

Suomen rataverkko koostuu Väyläviraston hallinnoimasta valtion rataverkosta sekä yksityisraiteista, niitä on satamissa ja tehdasalueilla. Rataverkon hyödynnettävyyteen tavarakuljetuksissa vaikuttavat muun muassa rataosuuksien sähköistys, nopeusrajoitukset, junien maksimipituudet ja akselipainorajat. (Venäläinen 2016d.)

2.1.3 Muut kuljetusmuodot

Puutavaran aluskuljetus tarkoittaa puiden kuljettamista vesiteitse laivan, lautan tai proomun kyydissä. Proomuilla tuodaan yleensä saareissa olevilta hakkuutyömailta puut joko suoraan tehtaalte tai rantaan, josta puutavara-auto kuljettaa ne

tehtaalle. Uitto on puunippujen kelluttamista vedessä ja yhteen sidottujen nippujen hinaamista isoja vesialueita pitkin tehtaille. Merellä raakapuuta kuljetetaan laivoilla. (Venäläinen 2016a.)

Hakkeet kuljetetaan lähes aina hakeautoilla eli yleensä täysperävaunuyhdistelmillä (Venäläinen 2016a). Sahoilla syntyy sahatavaran tuotannon sivutuotteena haketta, joka yleensä kuljetetaan sellutehtaille sellun raaka-aineeksi (Puutuoteollisuus ry 2023).

2.2 Puutavaran logistiikka Metsä Groupissa

Metsä Group on kansainvälinen metsäteollisuuskonserni ja maailman suurimpiin lukeutuva markkinahavusellun tuottaja. Tuotteiden pääraaka-aine on uusiutuva ja kestävästi kasvatettu pohjoinen puu. Metsä Groupilla on viisi liiketoiminta-alueita, jotka ovat Metsä Fibre (sellu ja sahatavara), Metsä Board (Kartonki), Metsä Tissue (Pehmo- ja tiivispaperit), Metsä Wood (Puutuotteet) ja Metsä Forest (Puunhankinta ja metsäpalvelut). (Metsä Group 2024b.)

Metsä Groupin puunhankinta ja metsäpalvelut varmistavat asiakkaittensa puuhuollon korjuulla ja logistiikalla yhdessä sopimusyrittäjiensä kanssa. Metsä Groupin korjuusta ja kuljetuksesta huolehtivat yksityiset yrittäjät, joilla on sopimus Metsä Groupin kanssa. Metsä Groupin toimihenkilöt vastaavat korjuun ja kuljetuksen suunnittelusta ja ohjauksesta. Metsä Groupin puunhankinta oli vuonna 2023 yhteensä 30,4 miljoonaa kuutiometriä. Tästä kotimaan osuus oli 26,1 miljoonaa kuutiometriä. (Metsä Forest 2024.)

Puunhankinnan vuosisuunnittelu tuottaa toimitusmäärät toimituskohteittain, ottaen huomioon vierastoimitukset, tuonnin ja hakkeet. Puunhankintasuunnitelma pohjautuu tehtaiden määrittelemään vuotuisen puuntarvearvioon. Metsäyhtiöiden, kuten Metsä Groupin omalla puunhankinnalla täydennetään lopuksi kuljetusmäärät, jotta saavutetaan tavoiteltu tehdasvarasto. Oman hankinnan toimituksissa on huomioitava kuljetusmuotojako eli junat, autokuljetus ja terminaalit sekä mahdolliset muut kausittaiset toimitukset, kuten aluskuljetukset. Edellä mainitut

tiedot syötetään kuukausitason suunnitteluun. Kuukausitason tarpeen suunnittelussa oman hankinnan osuus jakautuu toimitusalueoptimoinnissa hankintapiireille. Kuukausitasolta kuljetusmäärät jaetaan ensin viikottasolle ja siitä päivätasolle. (Uusitalo 2003, 117–119.)

Nykyään kuljetusyrietykset saavat pääasiassa itse suunnitella ajoneuvokohtaiset kuljetukset ja reititykset. Kuljetusyrittäjillä on oma vastuunsa puutavaraeräkohtaisesta suunnittelusta. Tämän ansiosta menopaluu kuljetukset eli mepa-kuormat ovat paremmin toteutettavissa. Autojen käyttöaste pysyy myös mahdollisimman hyvällä tasolla, kun kuljetusten suunnittelu on ajoneuvokohtaista. Ajoneuvokohtaisessa reitityksessä hyödynnetään ajoneuvon tietokonetta ja sen paikannus- ja karttajärjestelmää. (Venäläinen 2016c.)

Yrittäjillä on omat vastualueensa eli niin sanotut logyt. Yleensä yksi yrittäjä vastaa logyn kaikkien puutavaralajien kuljettamisesta. Yrittäjien saamat kuljetustilaukset on lähes aina merkitty lähteväksi joltain logyltä. Järjestelmä laskee toimituskohteittain ja puutavaralajeittain kustannustehokkaimman logyn. Samantyyppisen kuljetustilauksen muodossa tulevat myös junan lastaustilaukset yrittäjälle. Mepa-kuljetustilaukset näkyvät yrittäjällä vastinpareittain. Esimerkiksi Äänekoskelta kuusitukkikuorma kuljetetaan Vilppulan sahalle ja lähellä Vilppulan sahaa olevalta kuitupuuvastolta kuitupuukuorma Äänekosken biotuotetehtaalle. (Metsä Group 2023.)

Kelirikkokaudet sorateilla estävät puukuljetukset keväisin ja myös syksyisin ennen tiepohjien jäätymistä yleensä monen viikon ajaksi. Tehtaat ja sahat kuitenkin haluavat tasaisen puuvirran myös kelirikon aikana, joten kelirikkoon varaudutaan kasvattamalla varastoja etukäteen. Puuta varastoidaan esimerkiksi kantavien teiden varsille perustettuihin terminaaleihin ja asemille, joista se sitten kuljetetaan kelirikon aikana tehtaalle tiestöä rikkomatta. Ylimääräinen varastointikerta tuo aina lisäkustannuksia puutavaraan sitoutuneen pääoman, puutavaran käsittelyn ja raaka-aineen laadun heikkenemisen myötä. Ennen kelirikkoa puutavaran korjuu ja kuljetus ovat yleensä vilkkaimmillaan, kun varastoja kasvatetaan. Kelirikko aikana etenkin korjuuyrietykset kärsivät usein vajaatyöllisyydestä, joka aiheuttaa niille lisäkustannuksia. (Pennanen & Mäkelä 2003, 6.)

3 TEHDASVASTAANOTTO JA TEHDASMITTAUS

3.1 Tehdasmittauserien käsittely

Hankintakauppojen puutavaraerien mittauksen toimenpiteet alkavat, kun puun myyjä ilmoittaa ostajalle, että puutavara on tienvarressa valmiina kuljetukseen. Ilmoitus on tarvittaessa kirjallinen, ja ilmoituksessa on oltava myyjän nimi, sopimusnumero ja -päivämäärä sekä puutavaralajikohtaisesti varastojen tunnistetiedot. Erilliset varastomuodostelmat on merkittävä tarvittavilla tunnistetiedoilla. Hankintakauppojen puut pyritään ajamaan mahdollisimman pian tehdasmittaukseen tai kuormainvaakamittaukseen sen jälkeen, kun puut on tuotu tienvarteen. Pystykaupassa toimintamalli ennen hakkuun alkamista on ilmoittaa myyjälle tai hänen edustajalleen hakkuun alkamisajankohta. Pystykaupan puut mitataan yleensä hakkuukonemittauksella, eikä niitä mitata enää tehtaalla puukauppa varten. (Melkas 2018.)

Tehdasmittauserien täytyy pysyä tehtaalle asti erillään, jotta ne ovat myös erillään mitattavissa tehtaalla. Autoilijan vastuulla on huolehtia, että erät ovat pysyneet erillään kuljetuksen ajan. Kuljettajan täytyy tehdä kuormasta nippukaavio esimerkiksi kuormainvaakamittauksella. Nippukaaviosta selviää kuormattujen erien sijainti kuormassa sekä niiden tunnistetiedot ja kuormainvaakalla mitatut kilot. Nippukaavio lähetään sähköisesti vastaanottopaikan mitta-asemalle, jolloin kuorman tiedot ovat jo etukäteen valmiina auton saapuessa tehtaalle. (Melkas 2018.)

Kun auto saapuu tehtaalle, se tunnistetaan automaattisesti rekisterinumeron perusteella ja mitattavat puutavaraerät tallennetaan vastaanottojärjestelmään. Mittaaja tekee eräkohtaisesti puutavaran määrän ja laadun mittauksen. Mittaus pyritään suorittamaan tehtaalla välittömästi kuorman saapuessa. Jos mittaus ei heti onnistu, puretaan mittauserät erillisiin pinoihin varastokentälle odottamaan mitausta, ja ne on merkittävä selkeästi. Otanta- ja kontrollimittaukseseen arvotaan satunnaisesti puutavaraeriä, jotka mitataan tai merkitään ja otetaan erilleen kenttävarastoon odottamaan otantamittausta. Mitattavasta otantaerästä välittyy tieto yleensä suoraan purkukoneen kuljettajalle. (Melkas 2018.)

3.2 Vastaanotto- ja mittaustodistus

Jokaisesta mittaustapahtumasta saadaan vastaanottotodistus (kuvio 1), joka on vastaanoton ja luovutuksen asiakirja. Kun kaikki mittauserän puutavara on kuljetettu ja mitattu, laaditaan mittauksesta kaikille osapuolille tarvittavat asiapaperit. Tehdasmittauksen eräkohtaiset mittaustiedot rekisteröidään puutavaran vastaanottojärjestelmään, ja ne välitetään sähköisesti puunhankintaorganisaation tietojärjestelmiin. (Melkas 2018.)

Metsä Group		VASTAANOTTOTODISTUS:		44					
Metsä Fibre, Lappeenranta									
53920 Lappeenranta									
puh. 050-535									
Tehdas:	Metsä Fibre Lappeenrannan saha			Suorite:	28				
Toimittaja:	MFor Sulkava 1								
Autollija:	Kulj.liike Oy			Sopimusyrittäjä:	Kuljetusliike Oy				
Moto:	679								
Lisätieto									
ptl	laatu	kpl	pituus	Tod.-m3	Vast.ot Mod.-m3	VL-%	KT-%		
115 Mät	A A-laatu	38	480	14,084	14,000				
115 Mät	C1 C1-laatu	21	485	7,657	7,624				
115 Mät	C2 C2-laatu	170	479	41,190	41,079				
Hyväksytyt Yht.		229	480	62,931	62,703				
115 Mät	2 Mutka /Lenko	1	428	0,141	0,141				
115 Mät	14 Moduulivähennys				0,228				
Vajalaadut Yht.		1	428	0,141	0,369	0,59	95,2		
Kaikki yht.		230	480	63,072	63,072	0,59	95,2		
Alue	Piiri	Sopimus	Kulj.m.	Rivi	Loppu	Moto	m3	Serti	Serti järjest.
2	2	768	089911 0011	286	E	679	63,1	K	PEFC
Mittaaja				Tuloaika	11.07.2024 20:54				
tukkimittarimittaus				Lähtöaika	11.07.2024 20:55				
				Tap.hetki	11.07.2024 21:25				

Kuvio 1. Esimerkki vastaanottotodistuksesta

Mittauksen raportit ja asiakirjat ovat tämän jälkeen osapuolten käytettävissä. Mittausosapuolille tulostetaan tarvittavat asiakirjat, kuten mittaustodistukset eli niin sanotut ”mittikset”. Mittaustodistuksesta nähdään kaikki tarvittavat tiedot puunmyyjän tai hakkuupalstan mukaisen puutavaraerän mittaustuloksen kanalta. Mittauksen osapuolet voivat halutessaan tutustua mittausten menettelyyn. (Melkas 2018.)

3.3 Kuormien siltavaakapunnitus biotuotetehtaalla

Tehtaille tuleva puuraaka-aine mitataan yleisesti paino-otantamittauksella, jossa puutavaran tuoremassa punnitaan siltavaa’alla, johon puutavara-auto ajetaan tehtaalle mennessä ja tyhjänä tehtaalta tullessa. Tuoremassa muunnetaan kiintotilavuudeksi kunkin puutavaralajin tuoretiheysluvulla. Voimassa oleva tuoretiheysluku määrittyy satunnaisotannalla valittujen näyte-erien perusteella. (Melkas 2018.)

Metsä Groupin Äänekosken biotuotetehtaalla on käytössä siltavaa’at (kuvio 2), joiden toiminta on täysin automatisoitu. Vaakajärjestelmä tunnistaa automaattisen rekisterikilvenlukijan avulla ajoneuvon, jonka tiedot siirtyvät vaa’an konsolilta Metsä Groupin kuljetustenvastaanottojärjestelmään eli ”Kuva”-järjestelmään. Vaa’an konsoli antaa myös ohjeita kuljettajille, kuten esimerkiksi neuvoo ajamaan auton vaa’alta joko odotuskaistalle tai suoraan purkupaikalle. Konsolin käyttöliittymä on selkeä ja helppokäyttöinen, mikä vähentää mahdollisesti tapahtuvia näppäilyvirheitä ja nopeuttaa toimintaa punnituksessa. (Lehtinen 2017.)

Metsä Fibren Äänekosken biotuotetehtaalla puukuormat punnitaan Tamtronin Scalex 1001 -vaaoilla. Ne on rakennettu moniosaisesti, joten puutavararekka täysperävaunuineen pystytään punnitsemaan joko vetoauto ja peräkärry erikseen tai kokonaisuina niin, että ajoneuvoa ei tarvitse liikuttaa. Vaaoissa on myös lämmityskaapelit jäätyksen estämiseksi talvikaudella. (Lehtinen 2017.)

Metsä Groupin tavoitteena on saada tehtaille tasainen puuvirta ympärivuorokautisesti sekä varastoida puuta tehdasvarastossa mahdollisimman vähän ja tehostaa

rekkojen purkua. Purkuaikojen varausjärjestelmään syötetään tehtaan viikoittainen puuntarve ja junalla tulevan puutavaran määrä. Tämän jälkeen lopputarve jyvitetään autoille avaamalla niille oikea määrä purkuaikoja järjestelmään. Puutavara-autonkuljettajat varaavat järjestelmästä etukäteen purkuajan lähtiessään lastauspaikalta kohti tehdasta ja lähettävät ennakkotietoja kuormasta. Auton saapuessa vaa'alle kamera tunnistaa rekisterikilven ja ilmoittaa kuorman saapuneeksi Kuva-järjestelmään. Sieltä tieto välittyy suoraan kuorman purkajille. Järjestelmä koostaa yhteen lähetetyt ennakkotiedot ja vaa'an mitaamat punnitustiedot ja hyväksyttää ne kuljettajalla. Sama toistuu lähtöpunnituksessa tyhjällä kuormalla. Punnitustapahtuma on nopea ja vie vain muutaman sekunnin. (Perävainio 2017, Lehtisen 2017 mukaan.)

Punnituksen täytyy olla erittäin toimintavarma ja tarkka, koska sen avulla laskeaan muun muassa kuitupuun tilavuus ja maksetaan raaka-aineesta ja rahdista. Kun punnitustapahtuma on nopea, ei vaa'alle synny ruuhkaa. (Perävainio 2017, Lehtisen 2017 mukaan.)

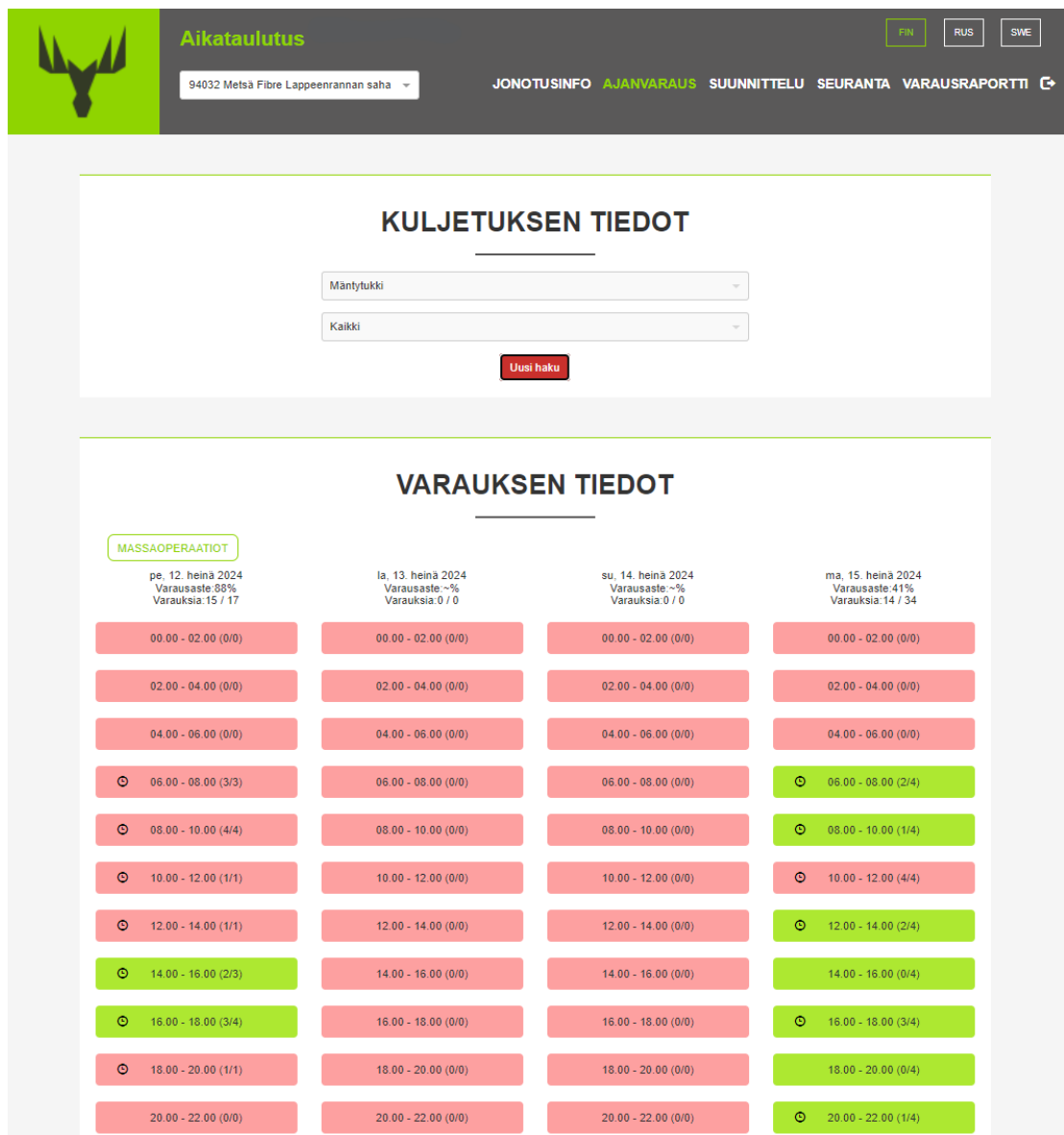


Kuvio 2. Siltavaaka ja konsoli Kemin biotuotetehtaalla

4 PURKUAJANVARAUSJÄRJESTELMÄT TEHTAILLA

4.1 Aikatauluajo

Monille raakapuuta käsitteleville tuotantolaitoksille Suomessa toimitetaan sen käyttämät raakapuut aikatauluajona. Se tarkoittaa sitä, että kuormille varataan päivä ja kellonaika, milloin ne puretaan tehtaalla. Varatulla ajalla on toimitusaikaväli, jonka aikana ajoneuvon pitäisi saapua tehtaalle. Toimitusaikaväli on plus-/miinusaika tietystä varatusta purkuajasta. Aikavälin pituus vaihtelee tehdaskohteisesti eri kellonaikoina. Metsän omaa purkuaikeasovellusta (kuvio 3) käytetään Metsä Groupin tuotantolaitoksilla, joissa on aikatauluajo käytössä. Pienemmillä sahoilla on yleensä käytössä omat purkuajanvarausjärjestelmänsä.



Kuvio 3. Lappeenrannan sahan ajanvarausnäkyvä

Metsäalan Kuljetusyrittäjät ry on tehnyt yrittäjille useita kyselyitä, ja niissä nousee esille yhtenä ongelmakohtana aikatauluajo tehtaille. Monet yrittäjät ovat sitä mieltä, että aikatauluajoa pitäisi kehittää jotenkin tai se pitäisi poistaa kokonaan. Kyselyssä kysyttiin yrityksen kannalta kolmea tärkeintä asiaa asiakkaan (metsäyhtiön) toiminnan kehittämiseksi. Vastauksia tuli 66, ja niistä 15:sta mainittiin yhtenä asiana aikatauluajo tai jonotusajat tehtaalla. Ajojen suunniteltavuuteen toivottiin myös kehitystä. (Palojärvi 2024.)

Kuljetusyrietyksille aiheutuu kustannuksia ylimääräisestä jonottamisesta ja odottamisesta tehtailla. Kuljetusten aikatauluihin vaikuttavat useat tekijät ja aina voi tulla tilanteita, joihin ei ole varautunut ja jolloin aikatauluihin ei ehdi. Jos myöhästyy aikataulusta, pitää odottaa uutta purkuvuoroa kuorma päällä. (Villman 2018, Jusilan 2018 mukaan.)

4.2 Perusteita purkuajanvarausjärjestelmän käyttöönotolle

Kuormien aikataulutuksen yhtenä tavoitteena on vähentää kuormien suunnittelematonta maahan purkua. Purkuajat puutavaralajeittain mahdollistavat suuremman osan kuormista purettavaksi suoraan kuorimolle. Autokuormat puretaan tehtaan kenttään poikkeustilanteissa, joissa ei voida purkaa kuormia kuorimolle. Taloudellisesti kannattavinta on purkaa kuormat suoraan kuorimolle. Jokainen suoraan kuorimolle toimitettu 100 000 kiintokuutiota tuo säästöä 300 000 euroa. (Säkkinen 2024.)

Yrittäjien kannalta on parempi, jos heidän ei tarvitse jonottaa tehdasalueella. Tällöin vapautuu enemmän aikaa puutoimitusten hoitamiseen. Tämä tuo kustannussäästöjä yrittäjille ja parempaa resurssitehokkuutta myös Metsä Groupille. Purkuajakojen avulla paremmin organisoitu puunajo tehtaille parantaa myös liikenneturvallisuutta tehtaiden ympäristössä. (Säkkinen 2024.)

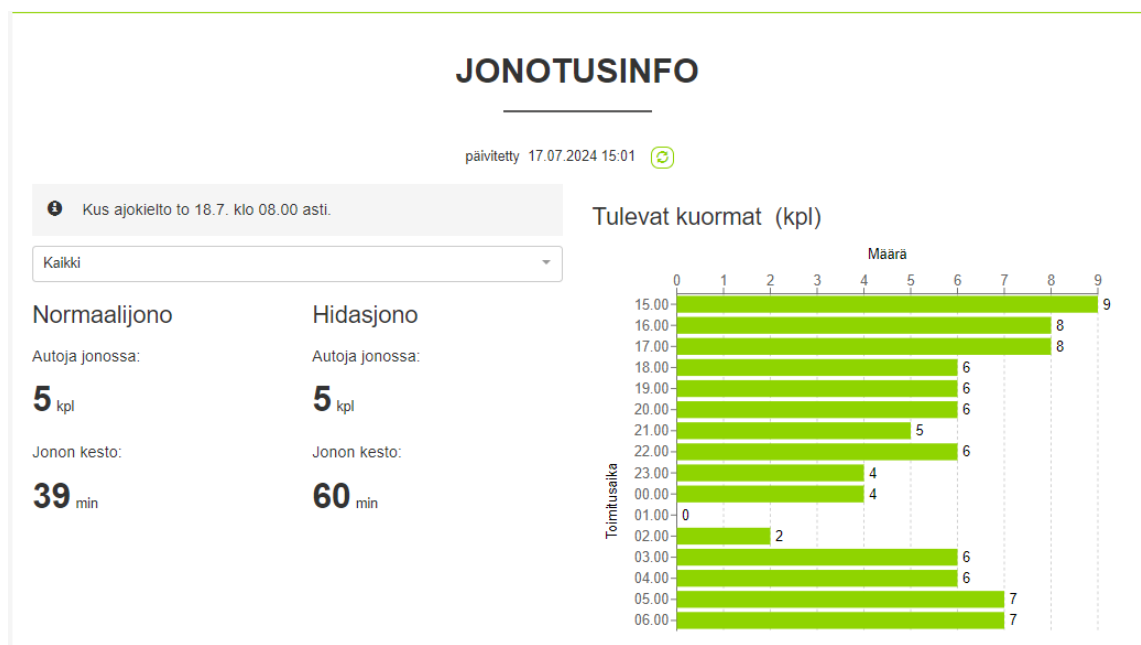
4.3 Metsä Groupin purkuajasovelluksen toiminta

Purkuajakojen syöttö järjestelmään lähtee siitä, että tiedetään seuraavan viikon tai seuraavien viikkojen autolla ajettavien puiden tarve tehtaalle. Kun viikkomäärät ovat tiedossa, puunhankinnan suunnitteluvastaava tai mitta-aseman henkilöstö

vie ne purkuaikasovellukseen. Purkuajat syötetään omalla suunnitteluvälilehdellä järjestelmään. Purkuaikoja laitetaan kiintokuutioina riittävä määrä jokaiseen aikaikkunaan huomioiden vastaanoton rajoitteet, kuten huoltokatkot tai junan purkuajat. Jokaiselle tehtaan käyttämälle puulajille on omat purkuaikansa, näin suoraan kuorimolle tai lajitteluun saadaan haluttua puutavaralajia ja kenttään purkamisen tarve on pienempi. (Säkkinen 2024.)

Suunnitellut seuraavan viikon purkuajat julkaistaan yrittäjille varattavaksi yleensä perjantaisin kello 10.00. Yrittäjät ja puutavara-auton kuljettajat suunnittelevat ajo-ohjelmansa ja varaavat sitten heille sopivia purkuaikoja sen verran, mitä heille on annettu kuljetustilauksilla toimitettavaa. Yleensä suosituimmat aikaikkunat varataan ensimmäisenä täyteen ja myöhäisemmät varaajat joutuvat tyytymään muihin vapaisiin aikaikkunoihin. (Säkkinen 2024.)

Purkuaikasovelluksessa on jonotusinfo-välilehti (kuvio 4), josta näkee reaaliaikaisen jonon pituuden. Sieltä näkee myös tulevien kuormien määrät sekä huomiot ja poikkeavuudet tehtaalla. Esimerkiksi kuviossa 4 on informoitu Äänekosken kuusisellun ajokiellosta.



Kuvio 4. Purkuaikasovelluksen jonotusinfonäkymä

4.4 Aikataulutuksen sovittaminen muihin toimitusmuotoihin

Junien purkuajat on huomioitava autopuun purkuaikojen suunnittelussa. Terminaali -ja autopuun purkuaikoja laitetaan vähemmän aikavälille, jolloin junaa puretaan. Äänekoskella esimerkiksi hakkeet toimitetaan tehtaalle myös aikatauluajona, koska ostohaketta ei voida ottaa vastaan, jos kuorimolla haketetaan kahdella linjalla samaan aikaan kuusta. (Säkkinen 2024.)

Junat kannattaisi purkaa siihen vuorokauden aikaan, kun autopuuta tulee luontaisesti vähemmän eli yöaikaan. Esimerkkinä junien purkuaikaikkuna Äänekosken biotuotetehtaalla on noin kuusi tuntia ja siitä tehollinen purkuaika on noin 3–4 tuntia. Junien purku vie yleensä kuorimolinjan kapasiteettia autopuulta. Junapuuta voidaan purkaa kenttään maksimissaan noin 1500 kiintokuutiota eli yksi täysi junallinen. Tilanteessa, jossa autopuuta tulee tehtaalle runsaasti ja junaa puretaan, joudutaan puuta purkamaan enemmän kenttään. (Säkkinen 2024.)

4.5 Purkuaikojen varaamisen rajoitukset

Purkuaikojen varaamista rajoitti aiemmin ainoastaan toimittajan toimituskiintiö. Metsä Forestin yrittäjät varaavat samasta toimituskiintiöstä, joten yksittäinen yrittäjä pystyi käytännössä varaamaan aikoja paljon enemmän, kuin heillä oli yrittäjäkohtaista toimituskiintiötä. Osa autoilijoista varasi itselleen ylimääräisiä aikoja, valitsi niistä parhaiten sopivat ja perui tai jätti perumatta ylimääräiset varaukset. Järjestelmään on siksi suunniteltu joitakin ylivaraamista rajoittavia ominaisuuksia. (Säkkinen 2024.)

Purkuaikojen varaamista rajoitetaan laskemalla yrittäjän toimitusosuus varattavissa olevasta kokonaiskuormamäärästä mittapaikka -ja puutavaralajikohtaisesti. Yrittäjän toimitusosuuden laskennassa huomioidaan jo toteutuneet toimitukset meneillään olevalla ajanvarausjaksolla eli käytännössä kuluvalla viikolla. Jos toimituskohteen varattavissa oleva kokonaiskuormamäärä olisi esimerkiksi 460 kuormaa ja yrittäjällä olisi kuljetustilausta 10 kuormaa, yrittäjän toimitusosuus olisi tällöin 2,2 prosenttia. Toimitusosuus $2,2 \% \times 460$ kuormaa on 10,12 kuormaa.

Jos varauksen rajoittamisprosentti olisi esimerkiksi 60 prosenttia, menisi laskutoimitus näin: $60 \% \times 10,12 = 6,072$ kuormaa ja pyöristys ylöspäin tekisi seitsemän kuormaa. Seuraavaksi ohjelma tarkastaa yrittäjän varaukset ajankohdasta eteenpäin. Jos varauksia olisi esimerkiksi kuusi, olisi yrittäjällä silloin varattavissa vielä yksi kuorma lisää, jotta seitsemän kuormaa tulisi täyteen. Jos luku olisi suurempi, annetaan huomautus: "Varauksia tehty sallittu max. määrä. Poista tai käytä varauksia ennen kuin teet uusia varauksia". (Säkkinen 2024.)

Toimittajakohtaiset purkuajat tulee olla varattuna viimeistään (x) tuntia ennen toimitusajankohtaa. Tämä tuntiaika on niin sanottu varauspuskuri. Puskuriaika on määritetty jokaiselle toimituskohteelle erikseen, jotta saataisiin kaikki tarjolle laitetut purkuajat mahdollisimman tehokkaasti käytettyä. Mikäli purku aika on määraikaan asti koskematon, se vapautuu kaikkien yrittäjien nähtäväksi ja varattavissa olevaksi purkuajaksi. (Säkkinen 2024.)

4.6 Purkuajien muokkaus purkuajiensovelluksessa

Sovelluksella pystyy lisäämään purkuajia aikaikkunoihin reaaliaikaisesti. Autokuljetuksen äkilliselle lisätarpeelle voi olla syynä esimerkiksi junien peruuntuminen. Purkuajia pystyy lisäämään toimittajakohtaisesti kaikkiin aikaikkunoihin. Yksittäisiä purkuajia pystyy myös lisäämään kaikille toimittajille haluttuun kellonaikaan. Tähän tarvitaan kuljetusyrityksen nimi ja auton rekisterinumero (kuvio 5). (Säkkinen 2024.)

Purkuajia pystytään perumaan ja poistamaan halutulta aikaväliltä purkuajiensovelluksesta samalla toimittajakohtaisella purkuajiensovelluksella, kuin ne on sinne asetettukin. Purkuajien äkilliselle perumiselle voi tulla tarve tehtaan puunkäyttöön tai tehdasvarastotilanteeseen liittyvissä poikkeustilanteissa. (Säkkinen 2024.)

Purkuajien peruuntumisista lähtee aina automaattisesti tekstiviestit autoihin. Viesti menee siihen puhelinnumeroon, joka löytyy varauksesta rekisterinumeron takaa. Mepa-kuormiksi merkityt purkuajat pyritään säilyttämään aina, jos purkuajia joudutaan poistamaan. (Säkkinen 2024.)

Varaa aika

ajalle 07.07.2024 10:00
Toimitusaika 09:00 -11:00

Yrittäjä

Äänekoski purkuaika

Ajoneuvo

PAV-1

Puhelinnumero

555

Toimittaja

Metsä Forest

Mepa

Ei

KYLLÄ **PERUUTA**

Kuvio 5. Purkuajan varauksessa tarvittavat tiedot

Yrittäjä saa perua varatun purkuajan lähtökohtaisesti vain, jos kuorman toimitus ei ole mahdollista. Peruminen tulee tehdä heti, kun on selvää, että kuorman toimitus ei onnistu. Purkuajan voi vaihtaa toiseen varaamalla uuden ajan sovelluksesta ja perumalla aikaisemmin varaamansa purkuajan. Perumisen tapahtuessa ennen puskuriaikaa, peruttu aika vapautuu muiden saman toimittajan/yrityksen yrittäjien varattavaksi. Jos purkuajan peruminen tapahtuu puskuriajan jälkeen, vapautuu purkuaika kaikkien toimittajien yrittäjien varattavissa olevaksi purkuajaksi reaaliajassa. (Säkkinen 2024.)

4.7 Menettely auton myöhästyessä purkuaikaikkunasta

Menettelytapa auton myöhästyessä purkuaikaikkunasta on tehdaskohtainen. Ongelmatilanteissa kuorman toimittaminen purkuaikaikkunan ulkopuolella on yleensä mahdollista. Näitä tilanteita kuitenkin seurataan, ja jos purkuaikaikkunasta

nasta ohiajaminen on tarkoituksellista tai huolimattomuudesta johtuvaa, toimintaan puututaan. Äänekosken biotuotetehtaalla on käytössä hitaampi jonotuskaista niille autoille, jotka eivät ole saapuneet tehtaalle varattuun aikaikkunaan. Ilman purkuaikaa tuoduista kuormista kirjataan LYT-ilmoitus, ja yrittäjä saa huomautuksen asiasta. (Säkkinen 2024.)

Purkuaikaikkunaan osumisella on suuri merkitys tehtaan viipymäaikoihin. Mitä paremmin autoilijat osuvat varattuihin purkuaikoihin, sitä vähemmän vastaanotto ruuhkautuu ja jonoja ei synny. Yrittäjien purkuaikojen varausta ja purkuaikojen käyttöä seurataan, ja niitä voidaan tarkastella myös sopimusneuvotteluissa yrittäjien kanssa. (Säkkinen 2024.)

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Haastattelut

Haastattelin Metsä Groupin tehtaiden suunnitteluvastaavia, tehdasvastaanoton ja mitta-asemien työntekijöitä ja joitakin logistiikka-asiantuntijoita Metsä Groupin purkuaikasovellukseen liittyen. Haastateltavia oli yhteensä 11 kappaletta ja haastattelut toteutettiin niin sanottuina avoimina haastatteluina, joissa kuitenkin käytiin läpi samoja kysymyksiä. Haastattelun tulokset esitetään tässä tutkimuksessa anonymisti niin, että haastateltavien henkilöllisyys ei paljastu.

Haastattelulomakkeessa oli yhteensä seitsemän kysymystä, joilla kartoitettiin Metsä Groupin henkilöstön ajatuksia purkuaikasovelluksesta ja sen kehitystarpeista. Haastattelut toteutettiin touko-heinäkuussa.

5.2 Kysely

Kysely toteutettiin sähköisenä kyselynä, joka lähetettiin sähköpostilla yhteensä 45:lle Metsä Groupin sopimusyrittäjälle, jotka ajavat merkittäviä määriä puita aikataulutetuille tehtaille ja sahoille ympäri Suomea. Kyselyyn vastasi yhteensä 25 henkilöä. Kyselyssä kaikki vastaajat eivät vastanneet kaikkiin kysymyksiin. Kysely oli rakennettu niin, että mihinkään kysymykseen ei vaadittu vastausta, vaan ne oli mahdollista ohittaa vastaamatta. Joissakin kysymyksissä oli mahdollista tarkentaa monivalintavaihtoehdon vastausta sanallisella lisävastauksella. Kyselyyn vastaamiseen kului aikaa keskimäärin 34 minuuttia.

Kyselyssä oli yhteensä 22 kysymystä, joista neljä oli avoimia kysymyksiä. Kysymyksistä suurin osa (17 kappaletta) oli monivalintakysymyksiä, ja yhteen kysymykseen vastattiin liukukytkimellä. Kysymykset liittyvät sekä nimenomaisesti Metsä Groupin purkuaikasovellukseen että yleisesti raakapuun aikatauluajamiseen Suomessa.

Tutkimuksen toteutuksessa on noudatettu ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiä ohjeistuksia sekä hyviä tieteellisiä käytäntöjä. Hyvien tieteellisten

käytäntöjen mukaan tehty tutkimus tai opinnäytetyö on tehty rehellisesti, huolellisesti, avoimesti sekä työssä on kunnioitettu muiden tutkijoiden töitä. (Arene ry 2020.)

Tutkimuksen tekemisessä on käytetty tieteellisen tutkimuksen kriteeristön mukaisia ja eettisiä tiedonhankintamenetelmiä sekä tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Tutkimus kunnioittaa avoimuutta ja asianmukaista viestintää tutkimuksen tulosten julkaisussa. Työssä on huomioitu muiden tutkijoiden työn tulokset ja saavutukset niin, että siinä kunnioitetaan aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia. Opinnäytetyössä viitataan aikaisempiin julkaisuihin asianmukaisella tavalla ja arvostetaan niiden saavutuksia ja merkityksiä tutkimuksessa ja tulosten julkaisussa. Tutkimuksessa on huomioitu tietosuojaa koskevat kysymykset. (TENK 2023.)

Opinnäytetyön tutkimus on toteutettu suunnitelmallisesti, ja suunnitelma on käyty läpi sekä ammattikorkeakoulun ohjaajan että toimeksiantajatahon kanssa. Tutkimuksen haastattelujen ja kyselyn tulokset esitetään anonymisti, jotta vastauksista saataisiin mahdollisimman aitoja ja vastaajien ajatuksia hyvin kuvaavia.

Haastattelujen ja kyselyn kysymykset on luotu niin, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin ja kattavasti tutkimuskysymyksiin. Myös tutkimusaineiston käsittely ja analysointi on tehty niin, että ne tukevat tutkimuskysymyksiin vastaamista. Tutkimusaineiston käsittelyssä on siistitty ja muokattu annettuja vastauksia paremmin ymmärrettävään muotoon, kuitenkin niin että vastauksen merkitys ei muutu. Aineiston analysoinnissa on koottu vastauksia eri kysymyksistä, jotta saadaan tehtyä tutkimuskysymyksiin liittyviä vastauskokonaisuuksia ja johtopäätöksiä.

6 TULOKSET

6.1 Haastattelujen tulokset

Haastattelun tulokset on esitetty alla niin, että vastaukset on koostettu aihealueittain alaotsikoiden alle. Järjestelmän toimivuus -luvun alle on esimerkiksi koottu kaikki sen aihealueen vastaukset.

Viimeisenä haastattelutuloksissa on muutaman haastateltavan kokemuksia Rauman sahalla. Rauman sahalla vähennettiin purkuaikojen käyttöä keväällä 2024.

6.1.1 Järjestelmän toimivuus

Vastausten perusteella ajanvarauksen toimintamalli itsessään toimii kohtalaisen hyvin. Saatujen kokemusten ja palautteiden perusteella puutavara-autojen työteho on jopa paikoin parantunut aikataulutuksen ansiosta, kun jonottaminen on vähentynyt. Tämä vaatii kuitenkin tarkkaa kuljetusten suunnittelua ja suunnitelman toteuttamista.

Hyväksi koettiin käytäntö, jossa tehtaan puunhankinnan suunnittelija ilmoittaa mitta-asemalle seuraavan viikon suunnitellun toimitusmäärän toimittajakohtaisesti ja mitta-asema luo purkuajat niiden mukaan. Purkuaikojen painotusmahdollisuus tiettyihin haluttuihin kellonaikoihin koettiin hyväksi ominaisuudeksi. Purkuaikojen painotuksella voidaan esimerkiksi jonkin lyhytaikaisen huollon ajaksi laittaa vähemmän purkuaikoja varattavaksi. Puunhankinnan suunnittelijat ovat hyötäneet purkuaikasovelluksesta, koska sieltä muun muassa näkee tulevan puumäärän varattujen aikojen perusteella.

Vastausten mukaan ylibuukkaus on ongelmallista, koska yrittäjät voivat varata enemmän aikoja kuin käytännössä pystyvät ajamaan. Kuljetusyrittäjien näkökulmasta katsottuna mitä enemmän purkuaikalaitoksia on, sitä vaikeampaa kuljetuksia on suunnitella. Kisavaraamista pidetään myös ongelmana, sillä purkuaikojen vapauduttua yrittäjät ja kuljettajat joutuvat heti varata purkuaikoja kuormilleen,

mikäli haluavat purkuajan suositulle ajalle. Jos purkuaikoja ei ehdi heti varaan, on kuormat ajettava niille ajoille mitä on jäljellä. Tällöin kuljetusten tehokas toteuttaminen on vaikeampaa.

Muutamien haastateltavien mukaan purkuaikojen syöttäminen järjestelmään on kankeaa. Purkuajat täytyy lisätä toimittajittain yksitellen, eikä purkuaikojen välillä pysty liikkumaan kätevästi nuolinäppäimillä kuten esimerkiksi Excelissä. Lisäksi järjestelmän heikkoutena pidetään sitä, että purkuaikasovelluksesta ei näe suoraan edellisten päivien purkuaikoja.

Haastateltavat kertovat, että ilman purkuaikaa tulevat kuormat aiheuttavat usein ongelmia ja myös ruuhkauttavat vastaanottoa. Sekakuormien ajaminen hankaloittaa tulevan puumäärän arviointia puutavaralajeittain. Esimerkiksi koivukuidun ajanvarauksella tuodaan usein vain nuppikuorma koivua ja kärrykuorma kuusi-kuitua. Tässä tilanteessa vain 1/3 kuormasta on koivua, jonka purkuaika oli nimenomaisesti varattu. Vastauksista ilmenee myös, että mepa-kuormia ajettaessa ei aina käytetä mepa-täppää, joka pitäisi laittaa aktiiviseksi purkuaikaa varattaessa.

6.1.2 Logistiikan hoitaminen

Vastausten perusteella logistiikan hoitamisen helppous on riippuvainen toimituskohteesta. Joissain toimituskohteessa purkuajat ovat hyödyllisempiä kuin toisessa kohteessa. Vastaanottoaikan varastotilat ja mahdollisuudet purkaa kuormia puukentälle määrittävät purkuaikojen tarpeen ja hyödyllisyyden. Jos varastotilat tehtaalla tai sahalla ovat isot ja siellä on mahdollisuus purkaa kuormat puukentälle, purkuaikojen tarpeellisuus vähenee.

Haastattelujen perusteella purkuaikasovelluksen hyödyllisyys vaihtelee hyvinkin paljon laitospohjaisesti. Hyödyllisin purkuaikajärjestelmä on siellä, missä puukenttätila on rajallinen ja missä kuormien purku ja lajittelu on hidasta. Maantieteellistä vaikutusta purkuaikojen hyödyllisyyteen ei tullut esille.

Haastattelujen mukaan puunhankinnan suunnittelun näkökulmasta purkuajat ovat lähes aina tarpeen, koska niistä on suuri hyöty lähiajan tulevan puumäärän arvioinnissa. Tarkempi tieto tulevasta puumäärästä auttaa reagoimaan aikaisemmin esimerkiksi mahdolliseen puupulaan. Pienemmillä sahoilla ja tehtailla, joissa ei ole suuria pihavarastointialueita ja joissa kuormien vastaanotto ja lajittelu on hidasta, purkuaikojen merkitys ja tarve korostuu. Parhaimmillaan purkuajat tehostavat logistiikkaa, jos niiden ansiosta jonottaminen jää pois.

Haastateltavien mukaan purkuaikojen luominen vie kyllä aikaa, mutta samalla niistä on suurta hyötyä käytännön työssä. Purkuaikojen syöttö järjestelmään on oma hommansa. Yleensä purkuajoista tehdään ensin luonnos Excelliin, josta ne kopioidaan purkuaikasovellukseen.

6.1.3 Purkuaikasovelluksen käytettävyys

Yksi haastatteluista esiin noussut idea oli, että purkuajat vapautettaisiin varattavaksi kahdessa erässä. Ensin vapautettaisiin esimerkiksi vain osa purkuajoista, jolloin kaikki ajat eivät menisi heti nopeimmille ja myöhemmin varaavatkin saisivat heille sopivamman purkuajan. Haastateltavan mukaan yrittäjien kannalta purkuaikaikkunoihin tarvittaisiin enemmän joustoa.

Yhdessä ehdotuksessa kokonaisuuden hallintaa voisi parantaa purkuaikasovelluksessa, niin että kaikkien toimittajien purkuaikoja voisi muokata kerralla. Lisäksi menneiden päivien purkuaikojen tarkastelumahdollisuus olisi hyvä lisäys.

Haastateltava mietti mahdollisuutta, jossa tehdasmittatukeille varattaisiin purkuajat erikseen ja muuten ajettaisiin ilman purkuaikaa. Erään vastaajan ideana oli ominaisuus, jolla voisi lisätä tietyn määrän purkuaikoja kerralla kaikille nähtäväksi. Sitä mukaa kun aikoja varattaisiin, varattavissa olevat purkuajat vähenisivät kaikilta.

6.1.4 Tulevaisuuden tehdasvastaanotto ja kuormien aikataulut

Haastatteluissa pohdittiin tulevaisuuden tehdasvastaanotoksi ja kuormien aikataulutukseksi esimerkiksi sellaista mallia, jossa varsinaista purkuaikaa ei tarvitsisi varata ollenkaan. Kuljettajat näkisivät jokaisessa kuljetusvaiheessa tehtaiden ja sahojen ruuhkatilanteen reaaliajassa, ja lähetettyjen nippukaavioiden avulla voisi nähdä tulevat kuormat. Näin kuljettajat voisivat itse suunnitella ja päättää milloin kuormat kannattaisi viedä eri toimituskohteisiin.

Haastateltavan mukaan purkuajat voisi poistaa ja jo nyt olemassa olevat nippukaaviot toimisivat tavallaan purkuaikoina. Autoilijan lastattua kuorman hän lähettäisi nippukaavion toimituskohteeseen. Järjestelmä arvioisi näiden perusteella tehtaalle tulevan automäärän, joka näkyisi kaikille autoilijoille reaaliajassa.

6.2 Rauman sahan kokemukset purkuajoilla ajamisesta

Metsä Fibren Rauman sahalla kokeiltiin keväällä 2024 tukkien toimitusta ilman aikatauluja. Ennen kevään lakkoja toimitus toimikin hyvin ilman purkuaikaa 30–40 minuutin viipymäajoilla (tavoitteena on korkeintaan 30 minuutin keskiarvoviipymäaika). Yrittäjille painotettiin tasaista viikkokiintiön ajoa. Tehdasmitaeriä kertyi kuitenkin lakon aikana, ja lakkojen päätyttyä ensimmäisenä ajetut tehdasmitaerät ruuhkauttivat vastaanottoa. Ajojen tasoittuminen kesti kauan, sillä tukkeja kertyi paljon lakon aikana.

Maaliskuun puolivälin jälkeen Metsä Forestin omat tukit on ajettu ilman purkuajoja. Vierastoimittajat ajavat edelleen purkuajoilla. Uudella sahalla on ollut haasteita, sillä sahausrytmi ja -vauhti vaihtelevat paljon. Tämä vaikeuttaa myös purkuaikojen suunnittelua.

Junapuuta tulee Rauman sahalle noin 75 prosenttia kaikesta sahan käyttämästä puusta. Junien purkuajat täytyy huomioida autokuormien vastaanotossa. Junille on sovittu tietyt purkuikkunat. Metsä Groupin omaa puuta ajaville käytännössä

ilmoitetaan junan purkuaikataulut, ja kuljetus rauhoitetaan kolmeksi tunniksi junan purun aloittamisesta. Kuormia pystytään myös ajamaan puskuripinoon junan purun aikana.

Vierastoimittajille neljän tunnin (+- 2 h) aikaikkuna toimii lähialueilta, mutta kauempaa esimerkiksi saaristosta ajettavien kuormien kanssa toiminta on epävarmempaa. Rauman sahalla on kuuden tunnin purkuaikavälit, joihin syötetään kuljetusmäärät. Vieraille täytyy laittaa purkuaikoja myös junanpurun aikaan, koska purkuaikavälit ovat pitkiä.

Metsä Forestin autopuun kuljetus toimii ilman purkuaikoja paremmin kuin aikaisemmin purkuaikojen kanssa. Vierastoimittajien kuukausi- ja viikkokiintiöt toimitetaan melko epätasaisesti, joka haastaa purkuaikojen suunnittelua. Toimittaja-kohtaiset purkuajat vapautuvat kuusi tuntia aikaisemmin muille, jos niitä ei ole varattu. Muut toimittajat voivat tämän jälkeen varata suunniteltua enemmän purkuaikoja, mikä pitää huomioida jakson toimitusrytmissä. Toimituskiintiöiden toteutumista täytyy seurata tarkasti ja purkuaikoja täytyy vähentää tarvittaessa, jos toimittajan kiintiö on täyttymässä etuajassa. Vastaavasti purkuaikoja täytyy lisätä, jos toimituskiintiö on jäämässä jälkeen.

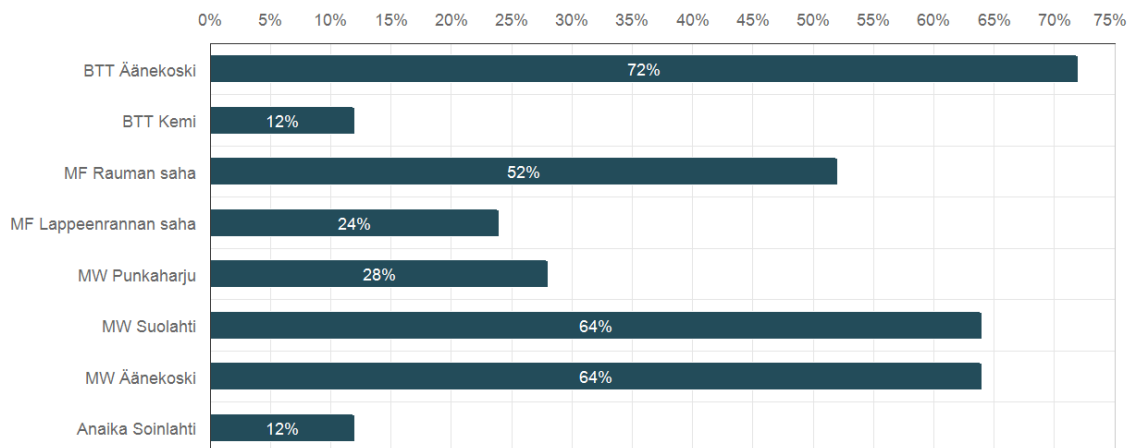
6.3 Kyselyn tulokset

Kyselyn tulokset on esitetty alla niin, että ensin on selitetty kysymyksen asettelu, jonka jälkeen on avattu miten vastaukset ovat jakautuneet eri vaihtoehtoihin. Avoimet kysymykset ja niiden vastaukset on selitetty ja avattu tekstikappaleisiin.

Suurimpaan osaan kysymyksistä vastasi kaikki kyselyn avanneet 25 henkilöä. Avoimiin kysymyksiin vastauksia tuli hieman vähemmän.

6.3.1 Tehtaat ja sahat, joissa Purkuaikasovellus on käytössä

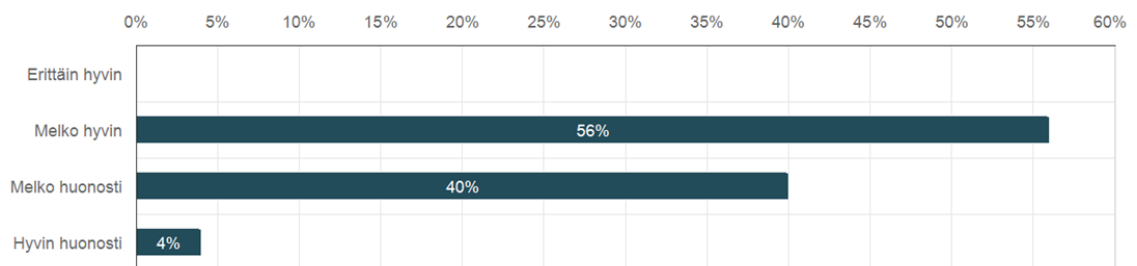
Ensimmäisessä kysymyksessä selvitettiin miltä aikataululaitoksilta kyselyn vastaajilla on kokemusta (kuvio 6). Vastauksessa pystyi valitsemaan useita vaihtoehtoja. Vastaajista Äänekosken biotuotetehtaalle toimittavia oli eniten ja Metsä Wood Äänekoskelle ja Suolahteen toiseksi eniten.



Kuvio 6. Tehtaat ja sahat, joissa Purkuaikasoftware on käytössä

6.3.2 Aikatauluajon toimivuus Metsä Groupin tuotantolaitoksille

Kyselyyn vastanneista suurimman osan mielestä aikatauluajo Metsä Groupin tuotantolaitoksille toimii melko hyvin. Alle puolet vastasi, että aikatauluajo toimii melko huonosti ja hyvin pieni vähemmistö arvioi, että se toimii hyvin huonosti. Kukaan ei vastannut, että aikatauluajo toimisi erittäin hyvin (kuvio 7).

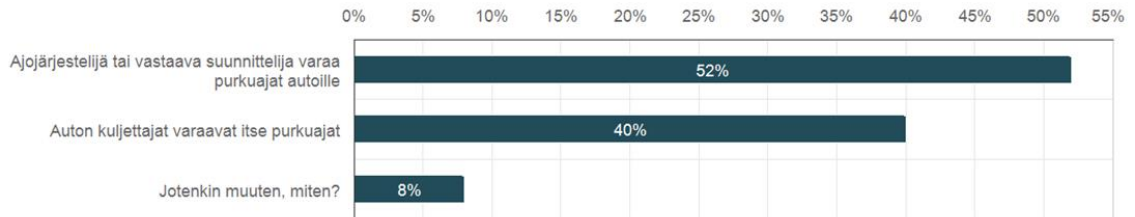


Kuvio 7. Aikatauluajon toimivuus

Kolmas kysymys kartoittaa yrittäjien mielipiteitä Metsä Groupin purkuaikasoveluksesta. Vastaus annettiin liukukytkimen muodossa, jossa arvo 0 oli huonoin ja 10 oli paras. Vastausten keskiarvo oli 5,2. Huonoin annettu arvosana oli nolla ja paras oli yhdeksän.

6.3.3 Aikatauluajon suunnittelu yrityksessä

Neljännessä kysymyksessä kysyttiin, miten kuljetusyrityksessä yleensä hoidetaan purkuaikojen varaus. Suurin osa vastaajista vastasi, että yrityksen ajojärjestelijä tai vastaava suunnittelija varaa purkuajat autoille. Vajaa puolet kertoi, että autonkuljettajat varaavat itse purkuajat (kuvio 8).

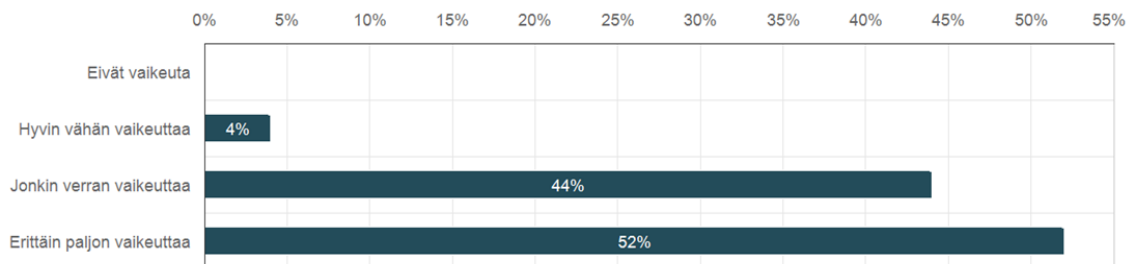


Kuvio 8. Purkuaikojen varaaja

Kysymyksen 4 lisätekstikenttään vastattiin seuraavasti:

”Molemmat; ajojärjestelijä ja ajossa olevat kuskit.”
”Yhdessä ajojärjestelijä ja kuljettajat.”

Viidennessä kysymyksessä kysytään vaikeuttavatko purkuajat yleisesti kuljetusten suunnittelua. Vastaajista noin puolet oli sitä mieltä, että purkuajat vaikeuttavat erittäin paljon kuljetusten suunnittelua (kuvio 9).



Kuvio 9. Purkuaikojen vaikutus kuljetusten suunnitteluun

Kysymyksen 5 jatkokysymyksessä kysytään, miten purkuajat käytännössä vaikeuttavat kuljetusten suunnittelua. Alla on esitetty jatkokysymykseen annettuja vastauksia:

”Aikoja pitäisi pystyä varaamaan yhtä paljon kerralla kuin on tilausta, että voi suunnitella työt pidemmälle.”
”Useita aikataulukuormia on hankala ottaa samalle päivälle. Yksi per tuuri menee kohtuudella, mutta osumatarkkuus vaikeutuu sahojen aikatauluajojen kanssa.”

”Aikoja ei ole vastaamaan kuormamääriin.”

”Älytön kilpajuoksu alkaa, kun ajat tulevat. Autot joutuvat käytännössä pysähtymään ja kyttäämään aikoja.”

”Aikahaarukat liian pieniä. Vaikea osua oikeaan aikaikkunaan.” ”Autolle suunnitellusta aikataulusta voi tulla typerä eli aikataulu saattaa olla semmoinen, että ei ennätä käydä kaukaa hakemassa kuormaa, mutta sitten toisaalta saattaa jäädä luppoaikaa, jos auto käy hakemassa kuorman läheltä.”

”Toisinaan auto hajoaa tai edellisellä kuormalla aikataulu pettää, jos esim. vastaanotossa on ruuhkaa, niin sitten ei välttämättä ennätä mennä seuraavaksi varatulle ajallekaan.”

”Kun aikataulut ovat käytössä monella laitoksella, kuormien sovittaminen niin että aikoihin osutaan, on usein erittäin vaikeaa tai mahdotonta.”

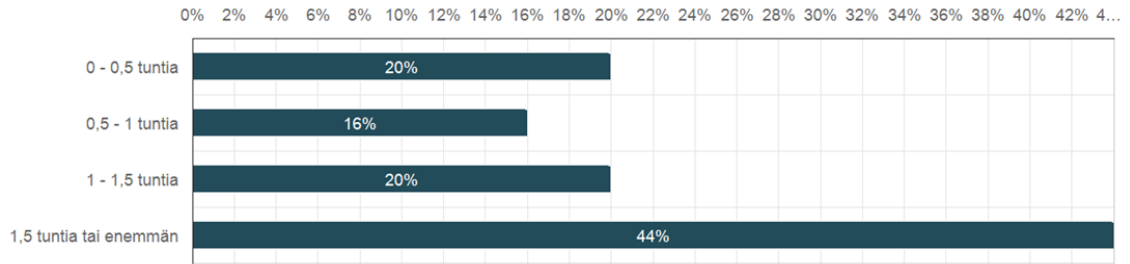
”Laitokset pitää kovaa meteliä aikojen noudattamisesta mutta ne itse kuitenkin voi perua niitä jopa tuntien varoitujalla ja korvaavia ei ole tarjolla.”

”Mepa-kuormien viikonsuunnittelu lähes mahdotonta toteuttaa.”

Vastauksissa esimerkiksi kerrotaan, että pidemmän aikavälin suunnittelu on erittäin hankalaa tai mahdotonta, koska aikataululaitoksia on useita. Purkuaika-soveluksen rajoitusominaisuus aiheuttaa vastaajien mukaan ongelmia, koska purku-aikoja pystyy varaamaan kerralla vain osalle tilatuista kuormista. Lisäksi liian lyhyet toimitusaikaikkunat ovat ongelmallisia eikä taloudellisesti järkevintä ajoreittiä ole mahdollista aina ajaa.

Purkuaikeiden kilpavarauaminen aiheuttaa vastausten mukaan jopa liikenneturvallisuusriskejä, jos kuljettajat alkavat varata kesken ajon itselleen parhaimpia aikoja. Mepa-kuljetusten viikonsuunnittelu koetaan myös vaikeana aikataulutuksen vuoksi. Varattujen purkuaikeiden peruminen tehtaan/sahan toimesta koetaan epäoikeudenmukaisena varsinkin, jos ne tehdään juuri ennen purkuajankohtaa.

Kuudennessa kysymyksessä kysyttiin ajankäyttöä purkuaikeiden suunnitteluun ja varaamiseen viikkotasolla. Vastaajista alle puolet käyttää aikaa 1,5 tuntia tai enemmän, viidesosa käyttää vähemmän kuin puolituntia ja samoin viidesosa käyttää aikaa 1–1,5 tuntia viikossa. Loput käyttävät aikaa 30–60 minuuttia (kuvio 10).



Kuvio 10. Suunnitteluun ja varaamiseen käytetty aika viikossa

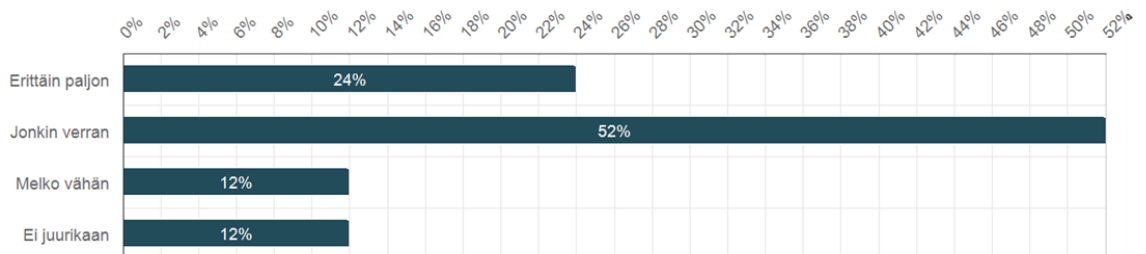
6.3.4 Purkuaikojen varaus

Seitsemännessä kysymyksessä kysyttiin varaavatko autoilijat heti maksimaalisen määrän purkuaikoja niiden vapauduttua. Vastaajista 71 prosenttia vastasi vaihtoehdon ”Kyllä, varaan niin monta kuin pystyy”.

Yhdeksäs kysymys selvittää varatun purkuajan perumista tarvittaessa. Neljä viidestä vastaajasta poistaa varatun purkuajan, jos ei pystykään toimittamaan kuormaa sille varattuun aikaikkunaan. Loput eivät poista varausta tässä tilanteessa. Ohje on, että varaus poistetaan, jos kuorman toimittaminen ei onnistu.

Kysymyksessä 10 kysytään saatavilla olevaa purkuaikojen määrää saatuun kuljetustilaukseen nähden. Kyselyyn vastanneista 88 prosenttia kokee, että purkuaikoja on yleensä liian vähän kuljetustilauksiin nähden.

Kysyttäessä ajo- ja lepoaikasäädösten vaikutuksesta aikatauluajon suunnitteluun, huomattava osa vastaajista kertoo ajo- ja lepoaikalainsäädännön vaikeuttavan purkuaikojen suunnittelua erittäin paljon tai jonkin verran (kuvio 11).



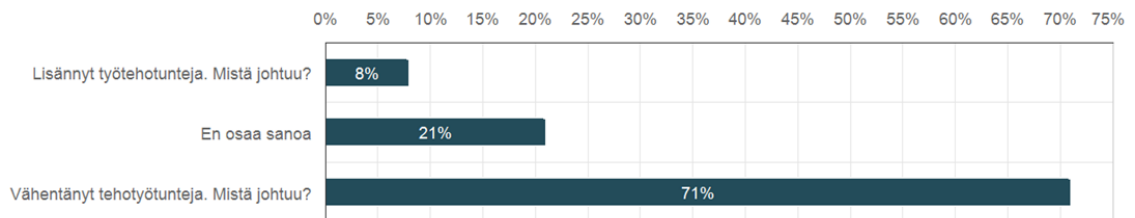
Kuvio 11. Ajo- ja lepoaikalainsäädännön vaikutus

Kysymyksessä 12 kysytään käyttävätkö autoilijat purkuaikeasovelluksen mepa-täppää, kun he varaavat purkuaikeoja mepa-kuormille. Hieman yli puolet (56 %) vastaajista käyttää sovelluksen mepa-täppää tässä tilanteessa.

Kysymyksessä 13 kysytään ajavatko autoilijat sellaisia mepa-kuormia, joissa pitää varata purkuajat sekä meno- että paluukuormalle. Viidesosa vastaajista ajaa ainakin joskus sellaisia mepa-kuormia, joissa purkuajat pitää varata kumpaankin toimituskohteeseen. Kuormien osuminen purkuaikeikkunoihin koettiin tällöin vaikeammaksi.

6.3.5 Työn tehokkuus

Aikatauluajon vaikutusta autojen tehotyötunteihin kysyttäessä suurin osa oli sitä mieltä, että tehotyötunnit ovat vähentyneet. Syynä tälle on, että autot joutuvat joskus odottamaan purkuun pääsyä varattuun aikaikkunaan. Muutaman vastaajan mukaan tehotyötunnit ovat lisääntyneet aikatauluajon myötä, mutta se on vaatinut tarkkaa työn suunnittelua ja toteutusta. Valtaosa vastaajista on sitä mieltä, että tehotyötunnit ovat vähentyneet (kuvio 12).



Kuvio 12. Aikatauluajon vaikutus työn tehokkuuteen

Kysymyksen 8 vaihtoehdon ”Vähentänyt työtehotunteja. Mistä johtuu?” lisätekstikenttään annettiin seuraavia vastauksia:

”Ei pystytä ajamaan logistisesti järkevästi.”

”Saadut purkuajat eivät aina mahdollista autojen maksimaalista työaikaa.”

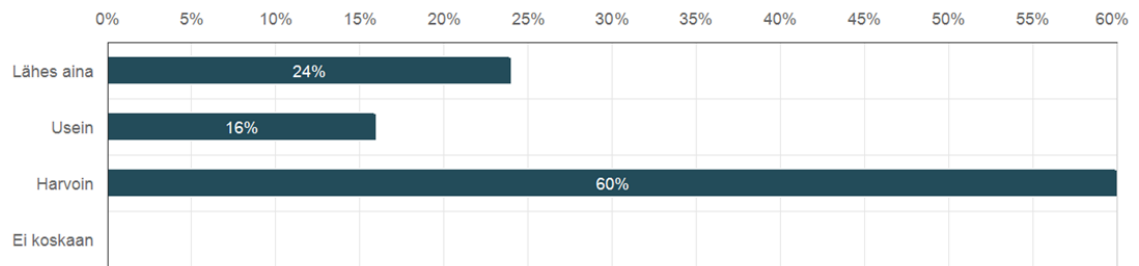
”Pitää toisinaan jättää välikuorma ajamatta, että varmasti ehtii ajallaan purkuun.”

Vaihtoehdon ”Lisännyt työtehotunteja. Mistä johtuu?” lisätekstikenttään annettiin seuraavia vastauksia:

”Jonotusta vähemmän.”

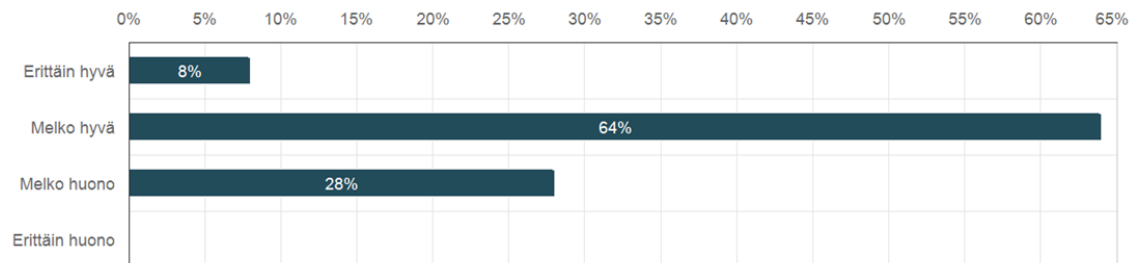
”Melkein väitän työtehotuntien lisääntyneen, mutta se vaatii kyllä ajojärjestelyn ja vaivaa, hikeä sekä kuljettajalta sitä, että ajaa suunnitellusti päivän reitin.”

Kysymyksessä 11 kysyttiin, muokkaako logistiikka-asiantuntija purkuaikoja pyydetessä, eli esimerkiksi vaihtaa purkuajan toiselle päivälle. Enemmistö oli sitä mieltä, että logistiikka-asiantuntija tekee vain harvoin muutoksia purkuaikoihin pyydetessä (kuvio 13).



Kuvio 13. Purkuaikojen muokkaaminen jälkikäteen

Kysymyksessä 14 kysyttiin sovelluksen käytettävyydestä. Sovelluksen käytettävyys on enemmistön mukaan hyvällä tasolla. Vajaa kolmasosa vastasi, että käytettävyys on melko huono. Erittäin huonoa arvosanaa ei antanut kukaan ja erittäin hyväksi käytettävyyden arvioi kaksi vastaajista (kuvio 14).

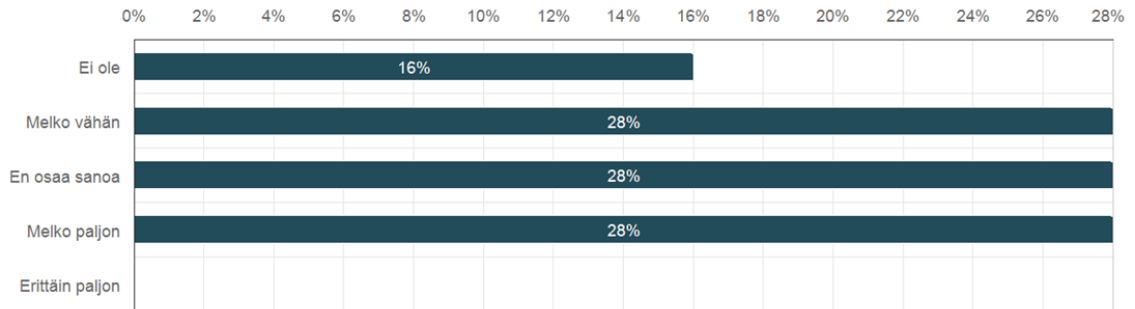


Kuvio 14. Sovelluksen käytettävyys

Kysyttäessä kuormien toimitusaikaikkunoiden riittävästä pituudesta, vastaukset menivät lähes tasan. Vastaajista 48 prosenttia oli sitä mieltä, että aikaikkunat ovat liian lyhyitä. Lisäkysymykseen annetuista vastauksista selvisi, että toimituskohteista Suolahdessa ja Äänekosken biotuotetehtaalla on useimmiten liian lyhyet purkuaikaikkunat.

6.3.6 Ruuhkat tehtailla ja sahoilla

Vastaukset jakautuivat tasaisesti kolmen vaihtoehdon välille, kun kysyttiin ruuhkien vähenemisestä purkuaikojen ansiosta. Vaihtoehdot ”Melko vähän”, ”En osaa sanoa” ja ”Melko paljon” keräsivät kukin vajaan kolmanneksen äänistä. Kuusi-toista prosenttia vastasi, että ruuhkat eivät olisi vähentyneet aikataulutuksen ansiosta (kuvio 15).



Kuvio 15. Ruuhkien väheneminen

Kysymyksessä 17 kysyttiin, onko ruuhkia ilmennyt, vaikka aikataulut ovat olleet käytössä. Yli puolet eli 58 prosenttia vastaajista kertoo ruuhkia ilmenneen aikatauluajosta huolimatta. Lisäkysymyksistä selviää, että toimituskohteista Äänekoskella on eniten ruuhkia aikatauluista huolimatta.

6.3.7 Aikatauluajon ja purkuaikasovelluksen vahvuudet

Kysymyksessä 19 kysyttiin, että mikä toimii tai mikä on hyvää aikatauluajamisessa ja/tai purkuaikasovelluksessa. Metsä Groupin purkuaikasovelluksen hyvinä puolina nähtiin muun muassa jonotuksen väheneminen silloin kun kaikki toimii suunnitellusti. Muita hyviä puolia vastaajien mukaan olivat ruuhka-aikojen taasoittuminen, sovelluksen selkeys, purkuaikaikkunoiden täsmällisyys sekä vapaus itse valita vapaista ajoista sopivimmat purkajat, eikä niitä määritetä muualta kuljetusyrityksen ulkopuolelta. Alla kysymykseen annettuja vapaita vastauksia:

”Aikatauluajo jakaa autoja tehtaalle.”

”Pienillä sahoilla, missä ei kenttäpurku mahdollisuutta juurikaan, on aikataulutus hyvä, jotta kaikki ei olisi samaan aikaan aamu kuudelta siellä.”

”Jonotus vähenee tehtailla, mikäli kaikki purkuaikoja noudattaisi, mutta tuppaa olemaan joitakin firmoja mitkä vaan tulee suurin piirtein silloin, kun huvittaa ja sotkee vähän sitten koko pakan.”

”Sovellus on selkeä käyttää.”

”Yleensä kun menee tehtaalle omalla ajalla niin ei tarvitse odottaa kauan.”

”Ruuhkat tasoittuu, jos purku vain toimii.”

6.3.8 Aikatauluajon ja purkuaikasovelluksen heikkoudet

Kysymyksessä 20 kysyttiin, mikä ei toimi aikatauluajamisessa ja/tai purkuaikasovelluksessa. Aikatauluajon ja purkuaikasovelluksen heikkouksia ovat vastaus-ten mukaan muun muassa liian lyhyet purkuaikaikkunat, kilpavaraus ja aikatauluajon suunniteltavuuden vaikeutuminen. Alla on esitetty kysymykseen annettuja vapaita vastauksia:

”Liian lyhyt purkuaikaikkuna.”

”Aikataulut stressaa kuljettajia, kun ajavat muuttuvissa olosuh-teissa ja myöhästymisiä tulee itsestä johtumattomista syistä.”

”Vaikeuttaa autojen tehokkaan käytön ja työvuorojen suunnittelua.”

”Purkuajat on varattava kilpaa, jotta ennättää saada riittävästi purku-aikoja tulevalle viikolle. Jos purkuaikoja ei saa riittävästi kuljetusti-laukseen nähden, niin vapautuvia purkuaikoja on kytättävä koko ajan.”

”Vaikeuttaa työvuorojen optimaalista suunnittelua ja siten estää te-hokkaan toiminnan.”

”Purkuaikoja joutuu varaamaan liian kauas tulevaisuuteen, joka vai-keuttaa niihin osumista.”

6.3.9 Aikatauluajon kehitys

Kyselyn lopussa kysyttiin kehitysideoita purkuaikoihin ja aikatauluajoon liittyen sekä mikä olisi parempi vaihtoehto nykyisen kaltaiselle aikatauluajomallille. Vas-taukset kirjoitettiin avoimiin tekstilaatikoihin. Yrittäjiltä tuli runsaasti kehitysideoita, joita on esitetty alla:

”Vain aamutuuri ja iltatuurin kuormat tehtaalle ajanvarauksella ja mahdollisuus puskurivarastoille ajanvarausohjelmaan.”

”Värikoodilla tehtaalla sen hetkinen ruuhkatilanne ja lähelle terminaali mihin ohjataan silloin kun tehdas on ruuhkainen.”

”Aikoja pitäisi pystyä varaamaan kerralla yhtä paljon kuin on tilausta, että pystyy suunnittelemaan viikkoa pitemmälle.”

”Säädetään kuljetusmäärä kuljetustilauksilla, ei purkuajoilla.”

”Purkuaikojen ikkunat +/- 180 minuuttia.”

”Varaus yrityskohtainen, vaikka rekisterinumero näkyisikin varauksessa.”

”Purkuajan tarkentaminen lähempänä kuorman tuontihetkeä olisi hyvä ominaisuus.”

”Tilausta vastaan saatava purkuajat kaikille kuormille ma–pe välillä.”

”Isoilla tehtailla päiväkohtaiset kuorma määrät. esim. varata päivälle tietyn ajan kuormia mutta ei sidottu mihinkään kellon aikaan.”

”Tietty päivä eri alueen toimittajille milloin olisi vapaus toimittaa puita, milloin vain.”

”Sen sijaan että purkuaika varataan nykyisellä melko tarkalla aikataululla, niin riittäisikö, että vuorokausi jaettaisiin neljään osaan ja purkuajan varauksessa ja kuorman toimituksessa riittäisi, kun kuorma tulisi tuon vuorokausineljänneksen aikana?”

”Yksi ehdotus on jakaa aikavarauksikkunat neljään osaan: 6–12, 12–18, 18–24, 00–06. Näin tulevat puumäärät olisivat selvillä ja osuisivat oikeaan.”

”Puuvirtojen määrä ja tarkkuus voisivat olla hyvin lähellä nykyistä. Oleellista on kuitenkin aikataulutuksessa, että yrittäjä tai kuljettaja pystyy varaamaan ajan.”

6.4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Metsä Groupin henkilöstölle tehtyjen haastatteluiden perusteella voi päätellä, että purkuaikasovellus antaa paremmat mahdollisuudet tehtaiden puunhankinnan suunnittelijoille kuljetusmäärien suunnitteluun ja tulevan puumäärän seurantaan, kuin ilman purkuaikoja tehtävä suunnittelu. Tämä perustuu siihen, että purkuaikasovelluksesta näkee varatut kuormat seuraavilta päiviltä. Tällöin suunnittelijoilla on kohtuullisen tarkka tieto tulevasta puumäärästä ja tarvittavat toimenpiteet voidaan tehdä ajoissa. Jos purkuaikoja on esimerkiksi varattu tehtaan/sahan tarpeisiin nähden liian vähän, voidaan reagoida ajoissa ja saada tarvittavat kuormat toimitettua. Puunhankinnan suunnittelijoille kuitenkin riittää vain arvio seuraavan päivän kokonaiskuormamäärästä eikä tuntikohtainen ennuste ole tarpeen.

Haastatteluissa esille nousevia ongelmia olivat kisavaraaminen, ylibuukkaus, ilman purkuaikaa ajaminen, sekakuormat ja mepa-kuorman merkitsemättä jättäminen. Haastatteluissa ja kyselytutkimuksessa tuli esille asioita, jotka nähdään ongelmina sekä puuta vastaanottavassa organisaatiossa että kuljetusyriyksissä.

Purkuaikojen kisavaraaminen on kaikkien osapuolten kannalta ongelmallinen, koska purkuaikoja saatetaan kiireessä varata enemmän kuin yrittäjän resurssit mahdollistavat käytännössä ajamaan. Tällöin osa varatuista purkuajoista jää käyttämättä eikä tuotantolaitos saa suunniteltua määrää puita. Kisavaraaminen tulee useasti esille kyselytutkimuksen vastauksissa. Puutavara-auton kuljettajat joutuvat seuraamaan sovellusta purkuaikojen vapautushetkellä, jotta ennättävät varata heille sopivimmat purkuajat. Tämä aiheuttaa myös vaaratilanteita liikenteessä. Yrittäjän näkökulmasta kuljetusten hyvä suunnittelu kärsii, kun aikaa purkuaikojen varaamiselle ei ole riittävästi ja purkuajat varataan nopeasti loppuun. Tällöin logistiikka voi jäädä pahasti vajaatehoiseksi. Ylibuukkaus eli useamman purkuajan varaaminen kuin käytännössä olisi mahdollista ajaa, tulee ainakin osittain kisavaraamis-ongelman tuotoksena.

Ilman purkuaikaa tulevat kuormat ovat ongelmallisia siksi, koska ne pahimmillaan tekevät turhaksi koko aikataulusjärjestelmän. Ne voivat ruuhkauttaa vastaanoton ja silloin kärsivät myös ne, jotka ovat varanneet purkuajan ja tulevat ajallaan tehtaalle. Purkuaikasovelluksessa on mahdollisuus vapauttaa tietyt yrittäjät ajanvarauksesta jos se nähdään tarpeelliseksi. Jos yrittäjä esimerkiksi ajaa suuria puumääriä toimituskohteeseen lyhyeltä matkalta, on järkevää sopia vapaasta ajamisesta. Jos yrittäjä saa ajaa tehtaalle/sahalle ilman purkuaikoja, kuljettajille painotetaan järkevää ja tasaista kiintiön ajoa ja toimitusten toteutumista seurataan säännöllisesti.

Sekakuormien ajaminen ei sinällään ole usein ongelma, mutta haasteita tulee tilanteessa, jossa tehtaalle halutaan nimenomaan esimerkiksi kuusikuitupuuta ja purkuaikoja on tällöin laitettu enemmän tälle puutavaralajille kuin muille. Tilanteessa käy niin, että kuusikuidulle varatulla purkuajalla tuodaankin vetoauton kyydissä vain yksi nippu kuusikuitua ja peräkärryissä kolme nippua jotain muuta puutavaralajia, jota yrittäjän ajoalueella sattuu olemaan enemmän. Sekakuormien ajaminen on joustavan ja tehokkaan logistiikan kannalta hyvä asia, jotta tienvarsilta saadaan tehokkaammin pienet puutavaraerät kerättyä. Purkuaikajärjestelmässä voisi olla sellainen rajoite, että kuormasta valtaosan pitäisi olla sitä puutavaralajia jolle purkuaika on varattu.

Mepa-kuorman merkitsemättä jättäminen purkuaikaa varatessa vaikuttaa autoilijoihin tilanteessa, jossa pitää poistaa jostain syystä varattuja purkuaikoja. Mepa-kuormiksi merkityt purkuajat pyritään silloin säilyttämään, mutta jos niitä ei ole merkitty niin nekin poistuvat muiden mukana. Kyselyssä kysyttiin yrittäjiltä merkitsevätkö he mepa-kuorman sovellukseen, kun varaavat purkuajan sellaiselle. Yllättävän suuri osa, jopa 44 prosenttia vastasi, että eivät käytä mepa-merkintää purkuaikasovelluksessa. Tämä voi johtua siitä, että joskus joudutaan poistamaan myös mepa-merkityt kuormat tehtaan tilanteen vuoksi. Jos mepa-kuormat saisi toimittaa tehtaalte aina ajokiellon aikanakin, niin merkintää käytettäisiin varmasti paljon enemmän. Mepa-kuorman ajamatta jättäminen on taloudellinen tappio myös mepa-kuljetuksen toiselle toimituskohteelle, koska sen puukuorma ajetaankin niin sanottuna suorana kuormana, jolloin kuljetuskustannukset ovat suuremmat.

Kyselytutkimuksen vastauksista ilmenee, että purkuajat tasaavat parhaimmassa tapauksessa tehtaiden ruuhkahuippuja. Tilanteessa, jossa useampi kuljettaja on oman aikaikkunansa ulkopuolella toimittamassa kuormaa, vastaanotto ruuhkautuu ja tehtaalla viipymäajat pitenevät. Kyselyn vastauksissa myös toivotaan mahdollisuutta purkaa kuorma ruuhkatilanteissa kenttään, jotta ei tarvitsisi jonottaa omaa purkuvuoroa. Erään kyselyyn vastanneen yrittäjän mukaan aikataulut stressaa kuljettajia, koska viivästyksiä tulee kuljettajasta johtumattomista syistäkin. Vastaajan mukaan kellontarkkaa ajamista on vaikeaa toteuttaa, koska kuljetusalalla on paljon muuttujia.

Kyselyn vastauksissa kerrotaan, että vaikka purkuaikojen ansiosta tehtaalla ei olisikaan jonoa, niin autot odottavat usein jossain purkupaikan lähialueella esimerkiksi huoltoasemalla omaa purkuaikaansa. Tämäkin odottaminen kuorma päällä lisää kustannuksia puutavara-autoyrittäjälle, kun auto ja kuljettaja eivät ole tuottavassa työssä sillä hetkellä. Purkuaikojen ja kuljetustilausten määrät eivät kyselyn vastausten mukaan aina kohtaa. Purkuaikoja on joskus liian vähän kuljetustilauksiin nähden. Lisäksi vastausten mukaan purkuaikoja pitäisi pystyä varaamaan enemmän kerrallaan, jotta tehokkaan kuljetuksen suunnittelu olisi helpompaa.

Aikataulutus on koettu pääosin hyväksi ratkaisuksi silloin, kun toimituskohteessa ei ole tilaa purkaa pinolle tai kuorman purku on hidasta. Aikataulutus ehkäisee tällöin ruuhkien muodostumista. Kyselyn kysymyksen 20 vastauksessa arvioidaan, että kuormien aikataulutus sopii paremmin isommille puutavara-autoyrityksille, joilla on mahdollisesti oma ajojärjestelijänsä. Ajojärjestelijä suunnittelee ajoreitit ja purkuajat autoille. Pienemmille 1–2 auton yrityksille aikataulutus on haastavampaa.

6.4.1 Kehitysideat

Kehitysideoita ja vaihtoehtoja nykyisen kaltaiselle aikatauluajomallille tuli sekä haastatteluissa että kyselyssä. Etenkin kyselyn vastauksissa tuotiin useita kehitysideoita esille.

Eräs kyselyyn vastannut ehdotti, että aikataulut voisivat olla käytössä esimerkiksi vain aamu- ja iltavuorossa eli tavallisesti viikkaimpaan aikaan. Tehtaalla pitäisi olla myös mahdollisuus purkaa kuormia varapaikalle ruuhkatilanteissa. Yksi kyselyyn vastannut ehdotti aikataulutusta, jossa viikkaimpaan aikaan olisi tiukemmat purkuaikaikkunat ja rauhallisempaan vuorokaudenaikaan purkuaikaikkunat olisivat taas pidempiä ja joustavampia. Autonkuljettajan omatoiminen kuormanpurku tehtaalla vaatisi erityisjärjestelyitä, jotta se voisi onnistua turvallisesti. Samassa tilassa tehtaan purkukaluston kanssa auton nosturilla toimiminen olisi riskialtista. Omatoimiseen kuormanpurkuun tarvittaisiin mahdollisesti erillinen varastokenttä, johon voisi turvallisesti purkaa kuorman. Puun vastaanottajan kannalta puut olisi taloudellisesti kannattavinta saada heti jatkojalostukseen ilman turhia varastointeja. Tehtaalla saattaa olla myös kova puupula, vaikka autoja odottaisikin pihalla kuorman kanssa. Tällöin kuormien purkua täytyisi tehostaa.

Yhdessä kehitysideassa ehdotettiin, että purkuaikojen julkaisutapaa muutettaisiin niin ettei kaikkia seuraavan viikon purkuaikoja vapautettaisi kerralla varattavaksi. Tässä mallissa purkuajat vapautettaisiin yksi päivä kerrallaan joka päivä. Esimerkiksi maanantaina vapautuisi torstain purkuajat ja tiistaina perjantain ja niin edelleen. Toisessa ideassa purkuajat vapautettaisiin useammassa erässä per viikko.

Tämä toisi vastaajan mukaan joustoa kuljettajille ja tekisi työskentelystä taloudellisempaa.

Kuormien toimitusaikaikkunoita pitäisi monen yrittäjän mielestä pidentää ja purkuaikoja pitäisi pystyä varaamaan heti kerralla yhtä paljon kuin on kuljetustilauksella kuormia. Useammassa kyselyn vastauksessa ehdotetaan vuorokauden jakamista neljään kuuden tunnin osaan. Kuljettaja varaisi yhden neljänneksen, jonka aikana toimittaisi kuorman. Tässä mallissa täytyisi olla kuormamäärärajoite joka neljänneksellä, jotta vastaanotto ei taas ruuhkautuisi.

Isoille tehtaille ehdotettiin päiväkohtaisia kuljetuskiintiöitä, mutta ei kellonaikoihin sidottuja kuormia. Esimerkin mukaan yksi yritys saisi viedä yhtenä päivänä tehtaalle viisi kuormaa omaan tahtiin. Talvikaudelle ehdotettiin pidempiä ja joustavampia purkuaikoja ja toimitusaikaikkunoita. Kyselyn tulleen vastauksen mukaan puun vastaanottoa ja autokuormien purkamista pitäisi tehostaa. Kyselyn vastauksessa myös ehdotetaan toimintamallia, jossa tietyn alueen yrittäjät saisivat tuoda kuormia vapaasti määrättyinä päivinä ja toisen alueen yrittäjät toisena päivänä ja niin edelleen.

6.4.2 Purkuaikasovelluksen käytettävyyden kehitysideat

Haastatteluissa ilmeni muutamia purkuaikasovelluksen käytettävyyteen ja helpokäyttöisyyteen liittyviä asioita, joihin toivottiin parannusta. Purkuaikojen historiatietoja ei ole kovin selkeästi saatavilla haastattelukokemusten perusteella. Nykyisessä järjestelmässä ei näe purkuaikojen varausnäkyvässä muuta kuin menneillä olevan päivän purkuajat ja muutaman seuraavan päivän purkuajat. Tähän toivottiin kehitystä, jotta pystyisi nopeasti ja helposti tarkastamaan miten purkuaikoja on varattu menneinä päivinä.

Toinen käytettävyyden kehitystarve purkuaikasovelluksessa olisi purkuaikojen luomisessa. Järjestelmä koettiin hieman kankeaksi näiltä osin, koska kuutiomääriä syötettäessä eri kellonaikoihin ei pysty liikkumaan kätevästi esimerkiksi nuo-

linäppämillä eri kellonaikojen välillä. Lisäksi jo asetettujen purkuaikojen muokkaaminen ei onnistu niin, että pystyisi muokkaamaan kerralla kaikkien toimittajien purkuaikoja, vaan muokkaukset täytyy tehdä toimittajittain erikseen.

Eräässä kehitysideassa ehdotetaan, että puutavara-auton rekisterinumeroa ei tarvitsisi ilmoittaa purkuajan varaamisen yhteydessä. Kuormaa tuova auto saattaa vaihtua syystä tai toisesta, jolloin pitää vaihtaa rekisterinumero myös varatun purkuajan tietoihin. Muutoin purkuaikasovelluksen käytettävyys on kyselyn perusteella hyvällä tasolla. Kyselyssä kysyttiin purkuaikasovelluksen käytettävyydestä yrittäjiltä. Suurin osa vastasi, että sovelluksen käytettävyys on melko hyvällä tasolla ja osan mielestä käytettävyys ylsi jopa erittäin hyvälle tasolle. Kenenkään mielestä käytettävyys ei ollut erittäin huono ja vajaan kolmanneksen mielestä käytettävyys on melko huonoa. Sovelluksen selkeyttä keuhuttiin myös kyselyn kysymyksen 19 vastauksissa.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää raakapuukuljetusten purkuaikataulutuksen tarpeellisuus, hyödyt, käytettävyys ja kehitystarpeet. Selvitys tehtiin haastattelujen ja kyselyn avulla, jotka toteutettiin anonyymisti. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miksi purkuaikataulutusta tarvitaan?
- Mitkä ovat sen hyödyt ja haitat?
- Miten sitä voisi kehittää?

Tutkimuksessa löydettiin tutkimuskysymyksiin vastauksia monesta näkökulmasta. Kysymykseen *miksi purkuaikataulutusta tarvitaan*, sain suoran vastauksen Metsä Groupin purkuaikasovelluksen määrittelydokumenteista. Dokumentteissa mainittiin aikataulutuksen yhtenä merkittävänä tavoitteena vähentää kuormien suunnittelematonta maahan purkua. Lisäksi ideaalitulanteessa purkuajat lisäävät puutavara-autojen työtehoa, kun jonotusajat tehtaalla lyhenevät. Yksi peruste oli myös liikenneturvallisuuden parantuminen paremmin organisoidun kuljetuksen kautta. Tähän saatiin kyselyssä vastaväite, jonka mukaan purkuajat jopa heikentäisivät liikenneturvallisuutta, koska kuljettajat saattavat kiireessä varata purkuaikoja tietokoneella tai puhelimella kesken ajon.

Aikatauluajon haittapuolia tuli runsaasti esille kyselytutkimuksessa. Yrittäjien sanalliset vastaukset kysymyksiin olivat hyvin antoisia tutkimuksen kannalta. Suurimpia esiin nousseita haasteita olivat kisavaraaminen, ylibuukkaus, ajaminen ilman purkuaikaa, sekakuormat sekä mepa-kuormat ja niiden aikataulutus. Kehitysideoita tuli sekä haastatteluista että kyselystä. Niitä tuli sekä purkuaikasovelluksen käytettävyyteen että aikatauluajoon liittyen.

Tutkimuksen vahvuutena kyselyn osalta oli kohtuullisen suuri vastaajamäärä sekä se, että sanallisia vastauksia annettiin paljon. Vastaukset myös vastasivat tutkimuskysymyksiin mielestäni kattavasti. Kysely oli mielestäni hieman liian pitkä 22 kysymyksellä ja se saattoi vaikuttaa vastausten laatuun, jos vastaajalla ei ollut

riittävästi aikaa huolelliseen vastaamiseen. Kyselyn kysymysten muotoiluun olisi voinut käyttää enemmän aikaa ja vastaajarytysten taustoja olisi voinut selvittää enemmän. Haastattelujen vahvuutena oli mielestäni niiden avoimuus, sillä haastatteluissa keskusteltiin avoimesti laajemminkin eikä kysymyksiin haettu yhtä tarkkaa vastausta. Haastattelujen ja kyselyn toteuttaminen anonyymisti takaa mielestäni rehelliset vastaukset kysymyksiin. Avoimien haastattelujen heikkous on se, että keskustelut saattavat ajautua helposti aiheen ulkopuolelle.

Tutkimuksessa mielestäni saavutettiin tavoitteet ja löydettiin useita vastauksia tutkimuskysymyksiin. Aikatauluajo vaatii todellakin kehitystä ja huomiota joka taholta. Ratkaisuna useimpiin ongelmiin voisi olla isommat raakapuuvarastot tehtailla ja tehokkaampi kuormien purku. Purkuaikajärjestelmää ei välttämättä tarvitsisi ollenkaan tai sitä voisi ainakin huomattavasti keventää, jos puuta mahtuisi tehtaan varastoon esimerkiksi 200 tuhatta kiintokuutiota. Puuta jalostavan tahon kannalta tehdasvarastot kannattaisi kuitenkin pitää mahdollisimman pienenä väliavarastoinnista aiheutuvien kustannusten takia. Asiassa täytyykin varmasti tehdä jatkossakin kompromisseja, mikä vaatii jonkinlaista säännöstelyä tehtaalle tulevaan puuvirtaan.

Jatkotutkimusaiheita tälle opinnäytetyölle voisi olla esimerkiksi kuormien purku-tehokkuuteen liittyvä tutkimus, tehdasvastaanoton kehittämistutkimus tai tutkimus liittyen puutavara-autojen automaattiseen opastukseen tehtaalla. Nämä vaikuttavat olennaisesti myös purkuaikoihin ja kuormien aikataulutukseen.

Tutkimuksen toteutuksessa minua auttoi yli vuoden työkokemus puutavaran logistiikan ohjaamisesta Metsä Groupilla. Olin myös samaan aikaan harjoittelussa Metsällä, kun tein tutkimuksen haastatteluja ja kyselyä. Sain apuja työkavereilta tutkimuksen toteutukseen, eikä tutkimus olisi onnistunut ilman sitä. Olin myös yhteydessä muutamiin puutavara-autoyrittäjiin ja sain hyviä vinkkejä heiltä tutkimuksen tekemiseen. Tutkimuksen tuloksista voisi olla hyötyä tulevaisuudessa, kun mietitään uusia ratkaisuja raakapuun autokuljetukseen ja tehdasvastaanottoon. Metsä Groupille tulokset ovat hyödyllisiä ehkä jo lähitulevaisuudessa, kun kuljetusten vastaanottojärjestelmää kehitetään.

LÄHTEET

Alatalo, K., Heikkilä, S., Hirvonen, V., Kärki, E., Lahtela, V., Niemelä, H., Olli, H., Parkkonen, H., Rumpunen, H., Saarentaus, T., Terävä, S., Oijala, T., Hänninen, E., Pennanen, O., Rajamäki, J. & Väkevä, J. 1997. Puutavaran autokuljetus. Metsätehon opas. Metsäteho Oy.

Arene ry. 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 8.10.2024 <https://www.arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>.

Jussila, R. 2018. Puutavararekan kuljettajan työ on kilpajuoksua kellon kanssa – yrittäjä kustantaa myöhästymiset itse. MT Metsä 26.10.2018. Viitattu 22.8.2024 <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/f5b39f8b-8fbd-5e35-8d70-0a7fa074e9ff>.

Lehtinen, M. 2017. Sekunninnopeaa punnitusta biotuotetehtaalla. Metsätrans 9.11.2017. Viitattu 6.7.2024 <https://metsatrans.com/artikkeli/220/>.

Melkas, T. 2018. Puutavaran tehdasvastaanotto. Metsäteho Oy 8.5.2018. Viitattu 8.7.2024 <https://puuhuolto.fi/mittaus-ja-laatu/mittaus-tehtaalla/tehdasmittauksen-ominaispiirteet/puutavaran-tehdasvastaanotto/>.

Metsä Forest 2024. Avainluvut ja toimintamme. Viitattu 5.7.2024 <https://www.metsagroup.com/fi/puunhankinta/yritys/avainluvut-ja-toiminta/>.

Metsä Group 2023. Perehdytysmateriaali logistiikka-asiantuntijan tehtäviin. Sisäinen materiaali.

Metsä Group 2024a. Kemin biotuotetehtaan virtuaalikierrös. Viitattu 22.8.2024 <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/sellun-tuotanto/kemin-biotuotetehtas/virtuaalibiotuotetehtas/>.

Metsä Group 2024b. Yritysrakenne. Viitattu 5.7.2024 <https://www.metsagroup.com/fi/tietoa-metsa-groupista/tietoa-meista/yritysrakenne/>.

Palojärvi, K. 2024. Metsäalan Kuljetusyrittäjät ry. Toiminnanjohtajan haastattelu 1.8.2024.

Pennanen, O. & Mäkelä, O. 2003. Raakapuukuljetusten kelirikkohaittojen vähentäminen. Metsätehon raportti 153 19.8.2003. Viitattu 1.10.2024 https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_raportti_153.pdf.

Puutuoteteollisuus ry. 2023. Puutuoteteollisuuden puunkäyttö ja tuotanto. Viitattu 23.11.2024 <https://puutuoteteollisuus.fi/faktoja-ja-ohjeita/puunkaytto-ja-tuotanto>.

Pöllänen, M., Mäntynen, J., & Laitinen, K. 2007. Tiekuljetukset. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Strandström, M. 2024. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2023. Metsäteho Oy 8/2024. Viitattu 21.8.2024 <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2024-02-Puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2023.pdf>.

Säkkinen, J. 2024. Aikataulutuksen määrittelydokumentit. Yksityinen sähköpostiviesti 4.6.2024. Viestin saaja: Jeremias Sorvari.

TENK = Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 8.10.2024 <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot/HTK-ohje-2012>.

Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Metsälehti.

Venäläinen, P. 2016a. Kuljetusmuodot. Metsäteho Oy 19.10.2016. Viitattu 19.7.2024 <https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/kuljetusmuodot/>.

Venäläinen, P. 2016b. Nosturin jättäminen. Metsäteho Oy 19.10.2016. Viitattu 19.7.2024 <https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/nosturin-jattaminen/>.

Venäläinen, P. 2016c. Ajoneuvokohtainen kuljetussuunnittelu ja reititys. Metsäteho Oy 19.10.2016. Viitattu 19.7.2024 <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/ajoneuvokohtainen-kuljetussuunnittelu-ja-reititys/>.

Venäläinen, P. 2016d. Kuljetusten infrastruktuuriverkko. Metsäteho Oy 19.10.2016. Viitattu 19.7.2024 <https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/kuljetusten-infrastruktuuriverkko/>.

Venäläinen, P. 2016e. Autokuljetuskalusto. Metsäteho Oy 19.10.2016. Viitattu 19.7.2024 <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/autokuljetuskalusto/>.