Clara Rajalehto, Timo Poutiainen, Antto Sakari & Risto Sivonen

Yhdistetyt kuljetukset osaksi Etelä-Pohjanmaan kestäviä ja älykkäitä toimitusketjuratkaisuja

Kirjoittajat Clara Rajalehto https://orcid.org/0000
Antto Sakari
Timo Poutiainen
Risto Sivonen

Julkaisun nimi

Yhdistetyt kuljetukset osaksi Etelä-Pohjanmaan kestäviä ja älykkäitä toimitusketjuratkaisuja

Avainsanat Yhdistetyt kuljetukset, digitalisaatio, kiertotalous, logistiikka

Rahoittaja Hankkeen rahoittava viranomainen on Pirkanmaan liitto (Etelä-Pohjanmaan liitto). Hanke on rahoitettu Kestävää kasvua ja työtä 2014-2020 Suomen rakennerahasto-ohjelmasta.

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Tiivistelmä

Yhdistetyt kuljetukset osaksi Etelä-Pohjanmaan kestäviä ja älykkäitä toimitusketjuratkaisuja -hankkeen yleistavoitteena oli parantaa erityisesti eteläpohjalaisten vientiyritysten kilpailukykyä. Keinoina tähän nähtiin muun muassa kestävämpien, älykkäämpien, monipuolisempien ja tehokkaampien toimitusketjujen kehittäminen, digitalisaation vahvistaminen sekä kiertotalouteen perustuvien liiketoimintamallien kehittäminen.

Selvitystyön lähtökohtana olivat Etelä-Pohjanmaan ja sen yritysten vahvuudet ja tarpeet. Eteläpohjalaisten elintarvike-, teollisuus- ja logistiikkayritysten lisäksi hankkeessa haastateltiin myös rautatieoperaattoreita sekä viranomaisia ja asiantuntijoita. Haastatteluja tehtiin yhteensä yli 40.

Hankkeen ytimessä oli runkokuljetuksia maanteiltä rautateille siirtävän, ja siten hiilineutraalit runkokuljetukset mahdollistavan yhdistettyjen kuljetusten konseptin luominen osaksi nykyisiä toimitusketjuratkaisuja. Tätä siirtymää tukevat ja kiinnostusta yhdistettyjä kuljetuksia kohtaan lisäävät kansainväliset ja kansalliset strategiat päästövähennystavoitteineen sekä konkreettisemmat logistiikka-alan kehityskulut, kuten polttoaineiden hinnannousu, kuljettajapula sekä ympäristöarvojen ja -näkökulman korostuminen ja muuttuminen selkeäksi kilpailukykytekijäksi.

Yhdistettyjen kuljetusten uudelleenkäynnistämiseksi ja edistämiseksi hankkeessa selvitettiin palvelun kysyntää, potentiaalisia käynnistämis- ja järjestämistapoja, parhaita kansainvälisiä käytänteitä ja niiden soveltuvuutta Etelä-Pohjanmaalle, tarvittavia toimijoita ja heidän roolejaan ja vastuitaan, perustamis- ja käyttökustannuksia, rataverkon ja muun liikenneinfrastruktuurin kehittämistarpeita, kalustovaatimuksia, rautatiemarkkinoiden nykytilaa ja kehityssuuntia sekä liikennepoliittisia tuki- ja toimenpidetarpeita. Lisäksi hankkeessa luotiin yleinen malli maantie- ja yhdistettyjen kuljetusten kustannusrakenteen ja kannattavuuden vertailulle, mallinnettiin vaihtoehtoisia kuljetuskäytäviä teoreettisella tasolla sekä luonnosteltiin mahdollisia reitti- ja pilottihanketarpeita, joita suunnitelmat tarvitsevat konkretisoituakseen.

Selvityksen perusteella yhdistettyjen kuljetusten konsepti kiinnostaa toimijoita koko ajan enemmän. Haasteita ja pullonkauloja on kuitenkin sekä paikallisella että kansallisella tasolla, keskeisimpinä infrastruktuuriin ja rautatiemarkkinaan liittyvät tekijät sekä se, että yhdistettyjen kuljetusten edistäminen ei tällä hetkellä kuulu kenellekään. Esteet ovat ylitettävissä, mutta se vaatii järjestelmällistä ja strategista kehittämisotetta, yhteistä tahtotilaa sekä toimiala- ja sektorirajat ylittävää yhteistyötä.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ III

1 JOHDANTO 1
1.1 Hankkeen tavoitteet ja taustat 1
1.2 Toteutus ja menetelmät 4

2 WP1: YHDISTETTYJEN KULJETUSTEN TARPEET, MAHDOLLISUUDET JA RAJOITTEET 6
2.1 Yhdistetyt kuljetukset ja kuljetusmuotosiirtymä 6
2.2 Yhdistetyt kuljetukset osana toimitusketjuja 8
2.3 Haasteet yhdistettyjen kuljetusten vertailussa 9
2.4 Keskeisten suorituskykymittareiden tunnistaminen ja valinta 11
2.4.1 Taloudelliset suorituskyvyn mittarit 11
2.4.2 Ympäristölliset suorituskyvyn mittarit 15
2.4.3 Logistiset suorituskyvyn mittarit 17
2.5 Terminaalien benchmarking 18
2.5.1 Seinäjoen terminaalialue 20
2.6 Kaluston benchmarking 21
2.6.1 Ratainfrastruktuuri 21
2.6.2 Vaunukalusto 24
2.6.3 Lastausteknologiat 29
2.6.4 Veturit 30
2.7 Kansainväliset parhaat käytänteet 31
2.7.1 Yhdistettyjen kuljetusten historia Ruotsissa 32
2.7.2 Yhdistettyjen kuljetusten nykytila Ruotsissa 35
2.7.3 Miten yhdistettyjä kuljetuksia on tuettu Ruotsissa 36
2.7.4 Yhdistetyt kuljetukset Isossa-Britanniassa 37
2.7.5 Yhdistetyt kuljetukset Saksassa 40
2.7.6 Yhdistettyjen kuljetusten liiketoimintamallit 41
2.7.7 Mitä voimme oppia kansainvälisistä käytänteistä ja niiden historiasta? 45
2.8 Kansalliset käytänteet ja toimintaedellytykset 46
2.8.1 Yhdistetyt kuljetukset Suomessa 1991–2014 46
2.8.2 Aiemmat selvitykset yhdistetyistä kuljetuksista Suomessa 49
2.8.3 Selvityksiä edellisestä yhdistettyjen kuljetusten jaksosta 1991–2014 53
2.8.4 Rautatiemarkkinoiden kilpailu Suomessa 57
2.8.5 Yhdistettyjen kuljetusten nykytila Suomessa 60
2.8.6 Yhdistettyjen kuljetusten aikaisempi toimintamalli Suomessa 62
2.8.7 Miten yhdistettyjä kuljetuksia tuetaan Suomessa 63
2.8.8 Yhdistettyjen kuljetusten tukien analyysi 64
2.8.9 Kuljetusten määrät ja terminaalien kysyntä Etelä-Pohjanmaalla 65
2.8.10 Taloudellisten ja ympäristöhyötyjen arvioiminen Etelä-Pohjanmaalla 67

2.8.11 Logistiset rajoitukset ja mahdollisuudet Etelä-Pohjanmaalla 72

3 WP2 & 3: KIERTOTALOUDEN LIIKETOIMINTAMALLIT, MAHDOLLISUUDET JA EDELLYTYKSET SEKÄ DIGITALISAATION NYKYTILA, TARPEET JA MAHDOLLISUUDET 75
3.1 Kiertotalous 75
3.1.1 Kiertotalous logistiikassa 78
3.2 Digitalisaatio 80
3.2.1 Avoin data 81
3.2.2 Automaatio ja robotiikka 82
3.2.3 Esineiden internet 82
3.2.4 Pilvipalvelut 83
3.2.5 Lohkoketjut 83
3.2.6 Eurooppalainen rautatieliikenteen hallintajärjestelmä 84
3.3 Kiertotalous kohtaa digitalisaation 87
3.3.1 CargoBeamer 87
3.3.2 Etelä-Pohjanmaan tilanne: digitalisaatio ja kiertotalous 91
3.3.3 Odotukset 92
3.3.4 Mahdollisuudet 93
3.3.5 Ambivalenssit 94
3.3.6 Esteet 96
3.4 Etelä-Pohjanmaan digitalisaation tason seuranta ja road map edelläkävijäksi 97

4 WP4: SIMULOINTI JA SUORITUSKYVYN ARVIOINTI 99
4.1 Junakuljetus 99
4.1.1 Pääomakustannukset 99
4.1.2 Kunnossapitokustannukset 100
4.1.3 Energiakustannukset 101
4.1.4 Henkilöstökustannukset 102
4.1.5 Verot ja maksut 102
4.1.6 Junan kokonaiskustannusten laskenta 102
4.2 Rekkakuljetus 104
4.2.1 Pääomakustannukset 104
4.2.2 Juoksevat kulut 105
4.2.3 Energian kulutus 106
4.2.4 Henkilöstökustannus 106
4.2.5 Verot ja maksut 107
4.2.6 Rekan kokonaiskustannusten laskenta 107
4.3 Tulokset 108
4.3.1 Junan kustannusjakauma 109
4.3.2 Rekan kustannusjakauma 110
4.3.3 Rekan kustannusten herkkyystarkastelu 111
4.3.4 Junan kustannusten herkkyystarkastelu 113
4.4 Kustannusten vertailua kuljetusmuotojen välillä 115

5 WP5: KONSEPTIN MALLINTAMINEN 117
5.1 Mallinnukseen valitut reitit 117
5.2 Seinäjoen tavaravirrat 117

5.3 Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki 118
5.4 Seinäjoki–Treviso–Seinäjoki 120
5.5 Yleisiä havaintoja ja johtopäätöksiä 123

6 YHDISTETTYJEN KULJETUSTEN PALVELUKONSEPTI- JA OPEROINTIMALLI 124
6.1 Yhdistettyjen kuljetusten palvelujen ja kysynnän vaihtelun hallinta 124
6.1.1 Junien kapasiteetin sovittaminen 124
6.1.2 Lähtöaikojen sovittaminen 125
6.1.3 Tieliikenteen käyttö rinnakkain rautateiden kanssa 125
6.1.4 Junareittien sopeuttaminen 126
6.1.5 Hintakannustimet 126

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET 128
7.1 Yhdistetyt kuljetukset Etelä-Pohjanmaalla: yhteenveto haastatteluista 128
7.1.1 Kuljetusmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä – vertailussa rekka ja juna 129
7.1.2 Yhdistettyjen kuljetusten reitit ja reittioptiot 131
7.1.3 Yhdistetyt kuljetukset käytännössä – mitä tavoitella? 132
7.1.4 Volyymien yhteenkokoaminen ja kuljetusten konsolidointi 133
7.1.5 Oma juna Seinäjoki–Helsinki vai yhteys osana laajempaa kuljetusketjua? 135
7.1.6 Terminaali tarvitaan 136
7.1.7 Kuka toimintaa pyörittää? 137
7.1.8 Kuinka päästä liikkeelle? 138
7.1.9 Miksi yhdistetyt kuljetukset eivät varsinaisesti kuulu kenellekään? 139
7.2 Markkinoilletulon esteet 142
7.2.1 Monopolistinen markkina 142
7.2.2 Infrastruktuuri 142
7.2.3 Hallinnollinen ulottuvuus 143
7.2.4 Kysyntäpotentiaali 143
7.2.5 Tuotantopanosten hankinta 144
7.2.6 Yhteenveto 144
7.3 Keinoja yhdistettyjen kuljetusten käynnistämiseen 146
7.4 Yhdistettyjen kuljetusten käynnistämisen skenaariot 148

LÄHDELUETTELO 151

LIITTEET 166

Kuviot

Kuvio 1 Yhdistetyt kuljetukset verrattuna rekkakuljetuksiin (mukautettu Kim & Van Wee, 2023, s. 3). 7
Kuvio 2 BSC:n soveltamisprosessi logistiikka-alan tarpeisiin (mukautettu Lukinskiy ja muut, 2013). 10
Kuvio 3 Kustannusjärjestelmä, joka näyttää kustannusrakenteen yhdistetylle kuljetukselle (mukautettu Carboni & Dalla Chiara, 2018, s. 5). 12
Kuvio 4 Kokonaiskustannusten vertailu rahtikuljetuksissa terminaalien sijainnin funktiona (mukautettu Carboni & Dalla Chiara, 2018, s. 9). 14
Kuvio 5 Pitkän matkan tiekuljetusten kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali konttien osalta 2017 (mukautettu Eurostat 2020). 16
Kuvio 6 Terminaalitiheys Euroopan maissa (mukautettu UIC, 2020, s. 23).19
Kuvio 7 Kustannuselementtien osuus yhdistettyjen kuljetusten lopullisesta hinnasta (mukautettu Carboni & Dalla Chiara, 2018, s. 10). 19
Kuvio 8 Roveksen teollisuusalue ja kolmioraideyhteys. 21
Kuvio 9 Kuormituskapasiteetti vuonna 2023 (Väylävirasto, 2023). 23
Kuvio 10 Kaaviokuva Sgns-konttivaunusta (VR Transpoint, 2023). 25
Kuvio 11 Kaaviokuva Lgjn-vaunusta (VR Transpoint, 2023). 26
Kuvio 12 Kaaviokuva Rbnqss-vaunusta (VR Transpoint, 2023). 27
Kuvio 13 Kaaviokuva sdggnqss-w-, sdgggqss-w- ja sdgggqqs-w-vaunusta (VR Transpoint, 2023). 28
Kuvio 14 Kaaviokuva Sdggmrss-vaunusta (Ferriere Carraneo, 2012). 29
Kuvio 15 Kuvaus yhdistettyjen kuljetusten kuljetusjärjestelmästä (muokattu Flodén, 2010, s. 6) 32
Kuvio 16 Operaattori-3PL-malli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012). 42
Kuvio 17 Ankkuriasiakasmalli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012). 43
Kuvio 18 Agenttimalli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012). 43
Kuvio 19 3PL-malli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012). 44
Kuvio 20 Rautatieliikenteen viisi voimaa. 59
Kuvio 21 Maantiekuljetusten kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali tonneina Suomessa vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022a). 66
Kuvio 22 Etelä-Pohjanmaan kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali on 15 % vuoden 2017 maantiekuljetusten tonnimäärien perusteella. 67
Kuvio 23 Kahden kuljetusmuotosiirtymäpotentiaaliskenaarion vuotuinen hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Etelä-Pohjanmaalla 2017. 68
Kuvio 24 Vuotuiset kustannussäästöt EU:n päästökaupassa perustuen hiilidioksidihyvitysten hintaan ja 50 % kuljetusmuotosiirtymän toteutumiseen. 69
Kuvio 25 Päästökauppaan perustuvat kustannussäästöt maantieliikenteen rahdin siirtämisestä rautateille junaa kohden suhteessa hiilidioksidipäästöjen hintaan. 70
Kuvio 26 Päästökauppaan perustuvat kustannussäästöt maantieliikenteen rahdin siirtämisestä rautateille yhtä intermodaalikuljetusyksikköä kohden suhteessa hiilidioksidipäästöjen hintaan. 71

Kuvio 27 Liikenteen päästökauppaan perustuvat kustannussäästöt yhtä intermodaalisen kuljetusyksikön kulkemaa kilometriä kohden siirrettäessä maantiekuljetuksia raiteille suhteessa EU:n hiilidioksidipäästökaupan hintaan. 72
Kuvio 28 Etelä-Pohjanmaan vienti tavaratyypeittäin maantiekuljetustonneina vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022b). 73
Kuvio 29 Etelä-Pohjanmaan vienti tavaratyypeittäin maantiekuljetus-tonnikilometreinä vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022b). 74
Kuvio 30 Lineaaritalouden ja kiertotalouden erot (Sitra & Deloitte, 2022, s. 4). 75
Kuvio 31 ETCS-tason 2 toimintaperiaate (Pylvänäinen ja muut, 2020).... 85
Kuvio 32 ETCS-tason 3 toimintaperiaate (Pylvänäinen ja muut, 2020).... 86
Kuvio 33 CargoBeamerin terminaali Ranskan Calais'issa (CargoBeamer, 2023). 88
Kuvio 34 Puoliperävaunujen siirtämiseen tarkoitettuja terminaaliajoneuvoja. 89
Kuvio 35 Puoliperävaunu CargoBeamerin käsittelylavalla. 90
Kuvio 36 Tulosten kategorisointi. 91
Kuvio 37 Junan kustannusjakauma veturityypeittäin (350 000 t/a). 110
Kuvio 38 Rekan kustannusjakauma yhdistelmätyypeittäin (350 000 t/a). 111
Kuvio 39 Kuljetusmäärän vaikutus rekkakuljetuksen vuosihintaan. 112
Kuvio 40 Matkan vaikutus rekkakuljetuksen vuosihintaan. 112
Kuvio 41 Matkan vaikutus rekan kokonaiskustannuksiin (350 000 t/a). 113
Kuvio 42 Kuljetusmäärän vaikutus junakuljetuksen vuosihintaan. 113
Kuvio 43 Kuljetusmäärän vaikutus junakuljetuksen tonnihintaan. 114
Kuvio 44 Matkan vaikutus junan vuosihintaan..... 115
Kuvio 45 Yhden matkan kustannusten vertailu (350 000 t/a). 116
Kuvio 46 Kustannusten vuosihintojen vertailu (350 000 t/a). 116
Kuvio 47 Syöttö- ja jakelukuljetuksien matkojen pituuksien vaikutus tonnihintaan (350 000 tonnia/vuosi). 118
Kuvio 48 Vuosihinta Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi). 119
Kuvio 49 Yhden matkan kustannukset Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi). 119
Kuvio 50 Käytetty aika (min) Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi). 120
Kuvio 51 Vuosihinta Seinäjoki–Vuosaari–Rostock–Treviso–Rostock–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi). 121
Kuvio 52 Yhden matkan kustannukset Seinäjoki–Vuosaari–Rostock–Treviso–Rostock–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 t/a). 121
Kuvio 53 Vuosihinta Seinäjoki–Vaasa–Uumaja–Treviso–Uumaja–Vaasa–Seinäjoki (350 000 t/a). 122
Kuvio 54 Yhden matkan hinta Seinäjoki–Vaasa–Uumaja–Treviso–Uumaja–Vaasa–Seinäjoki (350 000 t/a). 122

Taulukot

Taulukko 1 Sgns-vaunujen ominaisuuksia. 24
Taulukko 2 Lgjn-vaunujen ominaisuuksia. 25

Taulukko 3 Rbnqss-, Rbnqss-v-, Rbnqss-y- ja Rbqss-vaunujen ominaisuuksia. 26
Taulukko 4 Sdggnqss-w-, sdggqss-w- ja sdggqqs-w-vaunujen ominaisuuksia. 27
Taulukko 5 Sdggmrss-vaunujen ominaisuuksia..... 28
Taulukko 6 Maantiekuljetusten määrä Etelä-Pohjanmaalta ja Etelä-Pohjanmaalle vuonna 2017 tonneissa (Tilastokeskus, 2017). 65
Taulukko 7 Lähtevien ja saapuvien maantiekuljetusten määrä Etelä-Pohjanmaalla vuonna 2017 miljoonina tonnikilometreinä (Tilastokeskus, 2017). 68
Taulukko 8 Junahenkilöstökustannusten erittely. 102
Taulukko 9 Rekkahenkilöstökustannusten erittely. 106
Taulukko 10 Pääradan varren seutukuntien tavaravirrat (tuhat tonnia) vuosien 2016-2018 keskiarvoina (Limowa ry / Heikki Lahtinen).118

Abbreviations

YTHS	Ylioppilaiden terveydenhuoltosäätiö

Kaavat

(1) Vuotuinen tasaerä = 1 + p100n* p1001 + p100n-1*N 100
(2) Y = 5,209-0,0161*X2-7,030*10-5*X22 + 0,0128*X1-0,000137*X1*X2 + 2,653*10-6*X22*X1-8,510*10-7*X12 + 3,494*10-8*X2*X12-2,321*10-10*X22*X12 101
(3) Y = 0,649-0,0285* X2-8,708*10-5 * X22 + 0,00769*X1-0,000180*X1*X2 + 1,496 *10-6*X22*X1-9,224*10-7*X12 + 1,1730*10-8*X2*X12 + 9,095*10-11*X22*X12 101
(4) Pääomakustannus = td + ts + tc*Vh*(1 + yleiskustannuslisä) 102
(5) Juoksevat kulut = s*Vm*(1 + yleiskustannuslisä) 103
(6) Energian kulutus = s*Ec*Ep*(1 + yleiskustannuslisä)..... 103
(7) Kokonaishenkilöstökulut = td + ts + tc*Vs*(1 + yleiskustannuslisä) 103
(8) Ratamaksu = s*m*Vt..... 103
(9) Polttoainevero = s*c*Vd 104
(10) Yleiskustannuslisä = laskentakauden välilliset kustannukset (€)laskentakauden välittömät kustannukset (€)*100 104
(11) Vuotuinen tasaerä = Ct-FV1 + in*i*1 + in1 + in-1..... 105

(12) Renkaiden yksikkökustannus = Qt* PtWt 106
(13) Muut juoksevat kulut = It + Iv + Mu + LMo + Da..... 106
(14) Juoksevat kulut = D*Vr*(1 + yleiskustannuslisä) 107
(15) Energian kustannus = D*Vc*Ve*(1 + yleiskustannuslisä) 108
(16) Kokonaishenkilöstökulut = td + ts + tl*Vs*(1 + yleiskustannuslisä) 108
(17) Polttoainevero = D*Vc*Vp 108
(18) Liikennöimismaksut = D*OcDa 108

1 JOHDANTO

Hankkeen toteuttamiseen osallistuivat tämän raportin kirjoittajien lisäksi Hanne Ala-Harja, Tuomo Kaivosoja, Juho Tepsa, James Edema, Ville Tuomi, Hafiz Haq ja Elina Antila.

1.1 Hankkeen tavoitteet ja taustat

Yhdistetyt kuljetukset osaksi Etelä-Pohjanmaan kestäviä ja älykkäitä toimitusketjuratkaisuja -hankkeen yleistavoitteena on parantaa erityisesti eteläpohjalaisten vientiyritysten kilpailukykyä. Keinoina tähän nähdään muun muassa kestävämpien, älykkäämpien, monipuolisempien ja tehokkaampien toimitusketjujen kehittäminen, digitalisaation vahvistaminen sekä kiertotalouteen perustuvien liiketoimintamallien kehittäminen. Hankkeen ja toimitusketjujen kehittämisen ytimessä on runkokuljetuksia maanteiltä rautateille siirtävän, ja siten hiilineutraalit runkokuljetukset mahdollistavan yhdistettyjen kuljetusten konseptin luominen osaksi nykyisiä toimitusketjuratkaisuja. Pelkkä tuotannon kehittäminen hiilineutraaliksi ei ole enää riittävä keino viennin kilpailukyvyn edistämiseksi, vaan koko toimitusketjun, logistiikka mukaan lukien, on oltava kestävä ja suorituskykyinen, jotta globaaleilla markkinoilla voi menestyä.

Hankkeen tavoitetta tukevat ja toisaalta sen taustalla vaikuttavat Euroopan unionin ilmastostrategia ja -tavoitteet sekä niitä tukevat ja toteuttavat kansalliset strategiat ja toimenpiteet. Paikallisella tasolla hanke kiinnittyy Etelä-Pohjanmaan Huomisen Lakeus -maakuntastrategiaan ja liikennejärjestelmäsuunnitelmaan (Mäkinen ja muut, 2020), sekä erityisesti niiden logistiikkaan, vientiin, kilpailukykyyn ja ilmastotoimiin keskittyviin kohtiin.

Euroopan unioni on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Tähän tavoitteeseen unioni pyrkii laajan, kaikki EU-politiikan osa-alueet yhteen sitovan Euroopan vihreän kehityksen ohjelman (Green Deal) avulla. Ympäristö- ja ilmastoystävällisenä kulkumuotona rautatieliikenteellä on keskeinen rooli EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Euroopan sisäisestä rahdista noin 75% kuljetetaan maanteitse, ja Vihreän kehityksen ohjelman eräs tavoite on siirtää tästä merkittävä osa rautateille ja vesiteitse kuljetettavaksi. Rautateiden osuus sisäisestä rahdista ei ole viime vuosina noussut, vaan lukema on säilynyt suunnilleen samana, noin 18 prosentissa (Traficom, 2023). Liikennesektorin ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi komissio esitteli joulukuussa 2020 Kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategian, jolla pyritään vastaamaan vihreän siirtymän ja digitaalisen murroksen haasteisiin. Strategian tavoitteena on kaksinkertaistaa rautateiden tavarankuljetuksen määrä vuoteen 2050, ja keskeisenä keinona kuljetusten siirtämiseen

rautateille nähdään juuri intermodaalisuus sekä sen olosuhteiden ja edellytysten kehittäminen (Euroopan komissio, 2019, luku 2.1.5.).

Suomen ilmastotavoitteet ovat Euroopan unionin tavoitteita kunnianhimoisemmat. Hallitusohjelman mukaan Suomi on hiilineutraali vuonna 2035, ja liikenteen päästövähennystavoitteiden on vastattava tähän tavoitteeseen. Tämä tarkoittaa kotimaan liikenteen päästöjen puolittamista vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä, ja vuoteen 2045 mennessä tavoitellaan kokonaan nollapäästöistä liikennettä. Liikenne- ja viestintäministeriössä on valmisteltu liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi fossiilittoman liikenteen tiekartta (Jääskeläinen, 2021), jossa esitellään konkreettiset keinot hallituksen tavoitteeseen pääsemiseksi.

Itse tiekartassa on kolme eri vaihetta, joista ensimmäisessä hallitus panee toimeen erilaisia liikenteen päästöttömyyttä kohti vieviä tukia ja kannustimia. Näitä ovat esimerkiksi sähkö- ja kaasuautojen hankintoihin ja niihin liittyvään infraan liittyvät tuet, biokaasun ja sähköpolttoaineiden sisällyttäminen jakeluvelvoitelakiin, kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen tuet, infran kunnosta huolehtiminen sekä logistiikan digitalisaatiostrategian toimeenpano (Jääskeläinen, 2021, s. 34). Toisessa vaiheessa esitellään lisäkeinoja, joiden vaikutuksista päästöihin tarvitaan kuitenkin vielä lisää tietoa ennen päätöksentekoa.

Näistä keinoista tämän selvityksen kannalta oleellisin on yhdistetyt kuljetukset, joka nähdään potentiaalisena keinona nimenomaan tavaraliikenteen päästöjen vähentämisessä. Yhdistettyjen juna-kuorma-autokuljetusten käynnistäminen uudelleen vaatisi kuitenkin aktiivisia toimenpiteitä ja yhteistyötä ainakin valtiolta, kunnilta, maantiekuljetusyrityksiltä, rautatieoperaattoreilta ja terminaalitoiminnoista vastaavilta yrityksiltä, sekä merkittäviä panoksia tavaraliikenteen solmupisteisiin ja niiden infrastruktuuriin. Tiekartta ehdottikin käynnistettäväksi hanketta, jossa selvitettäisiin yhdistettyjen kuljetusten päästövähennyspotentiaali Suomessa ja tarvittavat toimet yhdistettyjen kuljetusten uudelleenkäynnistämiseksi, sekä tarkasteltaisiin erilaisia yhdistettyjen kuljetusten toteutustapoja ja niiden sopivuutta Suomen elinkeinoelämän tarpeisiin. (Jääskeläinen, 2021). Tiekartan valmistumisen jälkeen tarpeeseen on vastattu kahdella hankkeella: Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) tilaaman Yhdistettyjen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Suomessa (Salanne ja muut, 2021) raportin keskiössä oli yhdistettyjen kuljetusten päästövähennys- ja kuljetuspotentiaali. Traficomin tilaama Selvitys toimenpiteistä yhdistettyjen kuljetusten käynnistymisen mahdollistamiseksi (Sirkiä ja muut, 2023) taas keskittyi yhdistettyjen kuljetusten uudelleen käynnistämisen vaatimien konkreettisten toimenpiteiden määrittämiseen.

Yhdistetyt kuljetukset eivät ole uusi keksintö, ja niitä on toteutettu Suomessa jo aiemminkin, viimeksi vuosina 1991–2014. Tällöin yhdistettyjä kuljetuksia ajettiin pääasiassa Oulu–Helsinki-välillä, ja niitä operoi VR Transpoint. Viime vuosina yhdistetyt kuljetukset ovat nousseet uudelleen esiin, ja niiden uudelleen käynnistämiselle on löytynyt kiinnostusta

niin yritysten, viranomaisten kuin päättäjienkin taholta. Kiinnostusta ovat lisänneet mainittujen kansainvälisten ja kansallisten strategioiden ja niiden päästövähennystavoitteiden lisäksi myös konkreettisemmat logistiikka-alan kehityskulut, kuten esimerkiksi polttoaineiden hinnannousu, kuljettajapula, yleinen ympäristötietoisuuden lisääntyminen sekä ympäristöarvojen ja -näkökulman korostuminen ja muuttuminen selkeäksi kilpailukykytekijäksi.

Hanketta ja sen tavoitteita määrittävät paikalliset lähtökohdat ja vahvuudet: Seinäjoen liikenteellinen asema on erinomainen. Kaupunki sijaitsee päätieverkon ja rataverkon solmupisteessä, ja kaupungista lähtee rautatieyhteys viiteen suuntaan. Seinäjoki ja Etelä-Pohjanmaan maakunta ovat tunnettuja erityisesti elintarviketuotannostaan, joka suuntautuu niin kotimaahan kuin vientiinkin. Alueella toimii myös huomattava määrä logistiikkayrityksiä. Yhdistettyjen kuljetusten mahdollisuuksia on selvitetty Seinäjoella aiemmin (Pöyskö & Harvio, 2010) ja aihe on senkin jälkeen ollut mukana esimerkiksi Roveksen logistiikka-aluetta ja alueen elintarviketuotannon ja -logistiikan toimijoiden yhteistä keskittymää, elintarvikehubia, koskevissa suunnitelmissa (mm. SEEK & Etelä-Pohjanmaan liitto, 2012; Aarnikko ja muut, 2015), mutta mitään konkreettista ei ole vielä tapahtunut.

Vaikka mukana on vienti- ja tuontikuljetuksia, keskitytään tässä selvityksessä toimitusketjujen Suomen rajojen sisällä tapahtuvaan osuuteen. Yhdistetyillä kuljetuksilla tarkoitetaan tällöin juna-kuorma-auto- ja juna-irtoperävaunu-/konttikuljetuksia. Junassa voidaan siis kuljettaa kontteja, irtoperävaunuja eli trailereita, tai kokonaisia yhdistelmäajoneuvoja.

Rajauksesta huolimatta yhdistetyt kuljetukset on kompleksinen kokonaisuus, jossa on monta toimijaa ja osa-aluetta, ja johon vaikuttaa lukuisia tekijöitä. Kun puhutaan yhdistetyistä kuljetuksista ja niiden uudelleenkäynnistämisestä, on tarpeen selvittää muun muassa palvelun kysyntää, potentiaalisia järjestämistapoja ja järjestäjiä, perustamis- ja käyttökustannuksia, rataverkon ja muun liikenneinfrastruktuurin kehittämistarpeita, kalustovaatimuksia, tarvittavia toimijoita ja heidän roolejaan ja vastuitaan, sekä liikennepoliittisia tuki- ja toimenpidetarpeita. Lopuksi on tärkeää tunnistaa mahdollisia reitti- ja pilottihanketarpeita, joita suunnitelmat tarvitsevat konkretisoituakseen. Nämä edellä mainitut tekijät, Etelä-Pohjanmaan ja sen yritysten vahvuuksista ja tarpeista käsin tarkasteltuna, muodostavat tämän tutkimushankkeen ja -raportin ytimen.

Hankkeessa pureudutaan myös kiertotalouteen ja digitalisaatioon. Globaalisti on muodostunut ja muodostumassa uusia, etenkin kiertotalouteen perustuvia liiketoimintamalleja, jotka luovat yrityksille uusia liiketoimintamahdollisuuksia, mutta ne vaativat vielä selvittämistä ennen käyttöönottoa. Digitalisaation saralla esimerkiksi rautateiden Euroopan laajuinen ohjausjärjestelmän digitalisoituminen (ERTMS) mahdollistaa muun muassa intermodaalikuljetusten kehittymisen, kuljetuskapasiteetin kasvamisen ja ohjauksen paranemisen. Digitalisaatio on muutenkin keskeisessä roolissa esimerkiksi logistiikan ja toimitusketjujen tehostamisessa ja optimoinnissa.

Digitalisaatio ja kiertotalous tarjoavat Etelä-Pohjanmaan yrityksille työkaluja, joiden avulla ne pystyvät tuottamaan enemmän arvoa, vähentämään kuluja, pienentämään riskejä ja muuttamaan liiketoimintaansa kestävämpään ja kannattavampaan suuntaan. Digitalisaatio luo edellytyksiä kiertotalouden toteutumiselle ja on jopa välttämättömyys, kun halutaan parantaa muun muassa materiaalivirtojen jäljitettävyyttä, tuotannon resurssitehokkuutta sekä dataan perustuvaa päätöksentekoa ja liiketoimintaa. On kuitenkin vain vähän tutkimusta siitä, miten digitalisaatio käytännössä mahdollistaa siirtymisen kiertotalouteen, ja tätä vajetta hanke pyrkii osaltaan paikkaamaan.

1.2 Toteutus ja menetelmät

Hanke koostui kaikkiaan viidestä työpaketista, ja sitä toteuttaneet toimenpiteet jakautuivat kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin nykytilaa, tarpeita, edellytyksiä ja mahdollisuuksia niin yhdistettyjen kuljetusten (työpaketti 1), kiertotalouden ja sen liiketoimintamallien (työpaketti 2) sekä digitalisaation (työpaketti 3) osalta. Hankkeen toisessa vaiheessa mallinnettiin ja arvioitiin – ensimmäisessä vaiheessa kerättyjen tietojen pohjalta – konseptin suorituskykyä (työpaketti 4) sekä hahmoteltiin kaikkien edeltävien vaiheiden pohjalta nimenomaan eteläpohjalaisten yritysten tarpeita vastaava yhdistettyjen kuljetusten konsepti ja pohdittiin toimenpiteitä sen toteuttamiseksi (työpaketti 5). Tämän raportin rakenne pohjautuu mainittuihin työpaketteihin (luvut 3–7).

Hankkeessa hyödynnettiin lukuisia eri tutkimusmenetelmiä. Käytössä olleita menetelmiä olivat muun muassa kirjallisuuskatsaus (luvut 2 ja 3), benchmarking (luku 2), simulointi ja mallintaminen (luvut 4 ja 5) sekä tärkeimpänä aineistonkeruumenetelmänä puolistrukturoidut teemahaastattelut (luvut 2,3, 6 ja 7), joita tehtiin yksilöhaastatteluina sekä Teamsin välityksellä, että kasvotusten. Teemahaastattelu valittiin menetelmäksi siksi, että se antaa mahdollisuuden käyttää haastattelutilanteessa joustavuutta käsiteltävien kysymysten ja aiheiden suhteen, mutta auttaa myös teemojen myötä varmistamaan, että kaikki ilmiöön liittyvät keskeiset teemat tulevat haastattelussa esiin. Haastatteluaineisto analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin keinoin.

Tehdyt haastattelut voidaan jakaa kahteen osaan: digitalisaatiota ja kiertotaloutta koskeviin haastatteluihin sekä haastatteluihin, joissa keskityttiin lähinnä yhdistettyihin kuljetuksiin, mutta keskusteltiin myös digitalisaatiosta ja kiertotaloudesta. Haastattelut toteutettiin kesäkuun 2022 ja kesäkuun 2023 välisenä aikana, ja niitä tehtiin yhteensä yli 40. Määrä jakautui suunnilleen tasan digitalisaatio ja kiertotalous -painopisteen ja yhdistettyihin kuljetuksiin keskittymisen välillä.

Digitalisaatioon ja kiertotalouteen keskittyvässä osuudessa haastateltiin Etelä-Pohjanmaan pk-yrityksiä. Tarkoituksena oli selvittää yritysten kiertotalouden ja digitalisaation liiketoimintamahdollisuuksia, niiden hyödyntämisen tasoa ja ennakointia sekä

kiertotalouden ja digitalisaation nykytilaa ja potentiaalia. Yrityksen toimialaa tai sektoria ei rajattu etukäteen, ja haastateltaviksi pyrittiin löytämään ihmisiä, joilla olisi tietoa toimitusketjusta, sen virroista, siihen liittyvistä projekteista ja päätöksenteosta.

Yhdistettyihin kuljetuksiin liittyen haastateltiin elintarvike-, teollisuus- ja logistiikkayrityksiä, rautatieoperaattoreita sekä viranomaisia ja asiantuntijoita. Tämän lisäksi tehtiin yksittäisiä, täydentäviä täsmähaastatteluja tiettyyn teemaan tai aiheeseen liittyen. Tärkeän osa aineistoa muodostaa hankkeen tiimoilta pidetyissä työpajoissa sekä hankkeen sidosryhmien edustajien kanssa tehdyillä tutustumis- ja benchmarkingmatkoilla kerätty aineisto teema- ja ryhmäkeskusteluineen. Hankkeen puitteissa käytiin tutustumassa Ranskan Calais'n ja Ruotsin Uumajan yhdistettyjen kuljetusten terminaalien toimintaan. Kiinnostuksen kohteena matkoilla olivat varsinkin terminaalien lastausteknologiat sekä erilaiset yhdistettyjen kuljetusten toimintamallit. Kävimme tutustumassa myös vasta avattuun Kouvolan RRT-terminaaliin sekä Vuosaaren satamaan Helsingissä.

2 WP1: YHDISTETTYJEN KULJETUSTEN TARPEET, MAHDOLLISUUDET JA RAJOITTEET

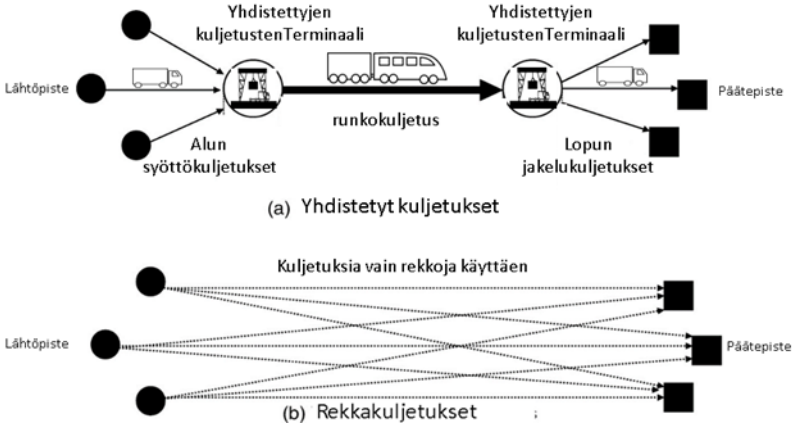
2.1 Yhdistetyt kuljetukset ja kuljetusmuotosiirtymä

Multimodaalisten liikenneratkaisujen kehittäminen on osa Euroopan komission laatimaa kestävän ja älykkään liikkumisen strategiaa. Strategian tarkoituksena on siirtää suuri osa Euroopan sisäisestä rahdista pois maanteiltä, rauta- ja vesiteitse kuljetettavaksi. Tämä edellyttää toimenpiteitä, joiden avulla rautatie- ja vesiliikenteen kapasiteettia voidaan hallita paremmin ja kasvattaa. Myös paine suhteuttaa liikenteen hinnat sen ympäristö- ja terveysvaikutuksiin kasvaa, ja unionin tasolla mietitään koko ajan ratkaisuja tähän muun muassa erilaisten tukien, rajoitusten tai päästökaupan kehittämisen muodossa. (Euroopan komissio, 2019, luku 2.1.5.). Suomessa kotimaan tavarakuljetuksista noin 90 prosenttia kuljetetuista tonneista kuljetetaan edelleen maanteitse. Näin ollen erilaiset fossiilisten polttoaineiden käytön vähennyskeinot kohdistuisivat suureen osaan Suomen kuljetuksia (Traficom, 2021a). Markkinatilanteet ovat muutoksessa, ja kasvavat vaatimukset kestävyydelle ja tehokkuudelle luovat kysyntää uusille ratkaisuille erityisesti kuljetusalalla.

Yleisesti ottaen kuljetusjärjestelmissä voidaan käyttää yksittäisiä kuljetusmuotoja, kuten maantie-, rautatie, vesi- tai ilmakuljetuksia tai näiden eri kuljetusmuotojen yhdistelmiä, jolloin puhutaan multimodaalisista kuljetuksista (Janić, 2017, s. 4; UNECE, 2001, s. 16). Multimodaalisissa kuljetuksissa käytetään siis vähintään kahden eri kuljetusvälineen, esimerkiksi junan ja rekan, yhdistelmää. Intermodaalisilla kuljetuksilla tarkoitetaan puolestaan hyödykkeiden kuljetusta samassa rahtiyksikössä, kuten kontissa, kahta tai useampaa kuljetusmuotoa käyttäen (UNECE, 2001, s. 17). Hyödykkeet pysyvät samassa kuljetusyksikössä, johon ne on alun perin lastattu, ja tämä alkuperäinen kuljetusyksikkö siirretään tarvittaessa toisen kuljetusmuodon kyytiin. Aiemmin mainitussa multi-modaalisessa kuljetuksessa kuljetusyksikkö voidaan purkaa ja siirtää sen sisältö kuljetusmuotoa vaihdettaessa toiseen kuljetusyksikköön. Intermodaalisten ja multimodaalisten kuljetusten perusajatus on kuitenkin sama: yhdistetään kaksi tai useampi eri kuljetusmuotoa, jotta voitaisiin hyödyntää eri kuljetusmuotojen vahvuuksia ja karsia niiden heikkouksia.

Euroopan talouskomission (2001) määritelmän mukaan yhdistetyt kuljetukset on intermodaalisen kuljetuksen muoto, jossa suurin osa matkasta tapahtuu rauta- tai meri-teitse, ja maanteitse tapahtuvat syöttö- ja jakelukuljetukset ovat mahdollisimman lyhyitä. Yhdistettyjen kuljetusten käsitteen on alunperin kehittänyt Euroopan komissio, jotta tavaraliikenneliiketoiminta sisällytettäisiin Euroopan unionin kestävän kehityksen politiikkaan (Reis, 2015). Tässä tutkimuksessa yhdistetyt kuljetukset on kestävä inter-modaalisen liikenteen muoto, jossa yhdistyvät maantieliikenteen ovelta-ovelle palvelu ja rautateitse tapahtuva runkokuljetus. Vaikka mukana on vienti- ja tuontiliikenteen kuljetuksia, tässä

selvityksessä keskitytään nimenomaan toimitusketjujen Suomen rajojen sisällä tapahtuvaan osuuteen. Tällöin yhdistetyillä kuljetuksilla tarkoitetaan juna-kuorma-auto- ja juna-irtoperävaunu-/konttikuljetuksia. Junassa kyydissä voi siis kulkea kokonaisia yhdistelmäajoneuvoja, irtoperävaunuja eli trailereita, tai kontteja (Kuvio 1).



Kuvio 1 Yhdistetyt kuljetukset verrattuna rekkakuljetuksiin (mukautettu Kim & Van Wee, 2023, s. 3).

Rautateitä pidetään usein ympäristöystävällisenä kuljetusvaihtona, ja rautatiekuljetusten skaalaetu kasvaa etäisyyksien pidentyessä (Mindur, 2021; Rotaris ja muut, 2022). Tieliikenne on kuitenkin pysynyt eniten käytettynä liikennemuotona. Tälle on useita syitä: Tieinfrastruktuuri on ylivoimaisesti laajin verrattuna muihin liikennemuotoihin, ja tämä kattavuus tuo kuljetuksiin joustavuutta. Erityisesti lyhyillä etäisyyksillä toimitusta ei usein voida kuljettaa nopeammin muita kuljetusmuotoja käyttämällä, mikä tekee tiekuljetuksesta useimmissa tapauksissa nopeimman vaihtoehdon (Reis ja muut, 2013). Lisäksi teiden ylläpidosta vastaavat yleensä hallitukset, mikä tekee teistä yritysten näkökulmasta erittäin kustannustehokkaan vaihtoehdon.

Markkinaolosuhteet ovat muuttuneet viime aikoina nopeasti etenkin EU:ssa muun muassa covid-19-pandemian ja Ukrainan sodan aiheuttaman taloudellisen epävakauden vuoksi. Esimerkiksi polttoaineiden hinnat ovat olleet nousussa, liikenne on lisääntynyt aiheuttaen ruuhkia ja ympäristönäkökohdista on tullut tärkeä osa uutta liikennesääntelyä. Lisäksi monessa EU-maassa on jo pitkään ollut pula ammattitaitoisista kuljettajista varsinkin tieliikenteessä. Kaikki tämä kehitys vaikuttaa tieliikenteeseen, erityisesti sen kustannus- ja nopeusnäkökohtiin, heikentäen siten tieliikenteen kilpailukykyä ja houkuttelevuutta.

Yhdistettyjen kuljetusten avulla voidaan siirtää kuljetuksia teiltä raiteille ja vähentää kuljetuksien aiheuttamia päästöjä siten, että rekkakuljetuksille ominainen joustava ovelta ovelle -tyyppinen palvelu säilyy. Viime vuosina myös Suomessa on havahduttu yhdistettyjen kuljetusten potentiaaliin tehokkaana keinona rahtiliikenteen hiilidioksidipäästöjen

vähentämisessä, ja mahdollisuuksia käynnistää yhdistetyt kuljetukset uudelleen on ryhdytty jälleen selvittämään.

Viime vuosina EU on puhunut voimakkaasti yhdistettyjen kuljetusten puolesta esimerkiksi sääntelyn ja ympäristötavoitteiden kautta. Yhdistetyissä kuljetuksissa hyödynnetään sekä maantieliikenteen joustavuutta että rautatieliikenteen energiatehokkuutta ja pientä hiilijalanjälkeä (Rotaris ja muut, 2022). Monissa EU-maissa kuljetusalaa verotetaan tai tullaan tulevaisuudessa verottamaan sen kielteisten vaikutusten mukaan. Koska kumipyöräliikenne on rautatieliikennettä saastuttavampaa, siitä on maksettava enemmän veroja. Yhdistetyt kuljetukset voivat siis olla tulevaisuudessa yksi keskeinen tekijä kilpailuedun luomisessa.

2.2 Yhdistetyt kuljetukset osana toimitusketjuja

Yhdistettyjen kuljetusten vähäinen hyödyntäminen tai alhainen kysyntä johtuu monista tekijöistä. Yksi tärkeimmistä tekijöistä on infrastruktuuri-investointien aiheuttamat lisääntyneet kustannukset, mikä tunnistetaan jossain määrin myös poliittiseksi kysymykseksi (Agamez-Arias & Moyano-Fuentes, 2017; Altuntaş Vural ja muut, 2020; Russo & Gronalt, 2021). Yhdistettyjen kuljetusten kysyntä on melko hintajoustamatonta ja hinta vaihtelee etäisyyden sekä kuljetettavan hyödyketyypin mukaan, laskien pidemmillä etäisyyksillä ja raskaammilla hyödykkeillä (Beuthe ja muut, 2014; Reis ja muut, 2013). Yhdistettyjen kuljetusten käytön pitäisi luoda kustannussäästöjä, tai ainakin vastata kumipyöräliikenteen kustannuksiin, jotta yhdistetyt kuljetukset olisivat kilpailukykyinen vaihtoehto (Holm & Tyynilä, 2020).

Toinen tekijä on kuljetustoimintojen ja sidosryhmäverkoston koordinoinnin monimutkaisuus, joka vaikuttaa yhdistettyjen kuljetusten laadun, luotettavuuden ja kuljetusaikojen suorituskykyyn (Demir ja muut, 2019; Eng-Larsson & Kohn, 2012; Rotaris ja muut, 2022; Russo & Gronalt, 2021). Yhdistettyjen kuljetusten muodostamien toimitusketjujen on oltava erittäin laadukkaita, luotettavia ja toimivia kuljetusaikojen suhteen ennen kuin kustannustekijät voidaan täysin ottaa huomioon. Harvemmin mainittuja tekijöitä taas ovat nykyinen kilpailutilanne, liiketoimintamallien joustamattomuus ja niiden soveltumattomuus yhdistettyihin kuljetuksiin, kuljetusmuotojen yhteensovittamisen aiheuttamat haasteet, sekä aikataulujen ja hintastrategioiden joustamattomuus (Demir ja muut, 2019; Minárik, 2021; Rotaris ja muut, 2022). Yhdistetyt kuljetukset kärsivät myös heikosta tunnettavuudesta: yritysten kuljetussuunnittelijat suosivat usein kuljetusmuotoja, joista heillä on jo kokemusta (Demir ja muut, 2019).

Tehokas kuljetusinfrastruktuuri ja -suunnittelu ovat avainasemassa yhdistettyjen kuljetusten onnistumisessa. Arvo voidaan luoda teknisten tai toiminnallisten parannusten kautta. Näiden tulisi näkyä myös palvelutarjonnan jatkuvina parannuksina, jotta

kuluttajat tunnistavat lisäarvon (Altuntaş Vural ja muut, 2020; Russo & Gronalt, 2021). Integroidut tietovirrat, volyymi, arvo, kuljetusajat, aikataulujen luotettavuus ja kustannustoimenpiteet ovat keskeisiä toimitusketjujen osatekijöitä, ja niitä voidaan skaalata tilannekohtaisesti teknologian avulla. Yhdistettyjen kuljetusten verkoston toimijoiden välisen horisontaalisen yhteistyön lisäksi tarvitaan myös vertikaalista yhteistyötä liikennemuotojen välillä (Altuntaş Vural ja muut, 2020). Yhdistettyjen kuljetusten kilpailukyky riippuu suuresti koko toimitusketjuun kohdistuvista vaatimuksista, joten yhdistettyjen kuljetusten käyttö edellyttää huolellista suunnittelua.

Kuljetussuunnittelu tapahtuu kolmella päätöksenteon tasolla: strategisella, taktisella ja operatiivisella. Yhdistetyt kuljetukset vaativat enemmän ennakkosuunnittelua ja koordinointia kuin vain yhtä kuljetusmuotoa hyödyntävä kuljetus. Luotettavuuteen vaikuttavat lisäksi muun muassa etäisyys, siirtojen määrä, kuljettamistoimet, konttien lastaus, paikallinen toimitus, ennustettavuuden taso ja saapumisajan varmuus. Yleisesti kuljetusten luotettavuuteen vaikuttavat infrastruktuurin kunto ja ylläpito, liikenneruuhkat sekä onnettomuudet, samoin kuin sää- ja luonnonolosuhteet. Tältä osin on jo olemassa lukuisia matemaattisia malleja, joita voidaan hyödyntää kuljetusten suunnittelussa.

2.3 Haasteet yhdistettyjen kuljetusten vertailussa

Intermodaalisen kuljetuksen suorituskyvyn mittaaminen on vaikeaa johtuen yhdistettyjen kuljetusten kuljetusketjujen monimutkaisuudesta (OECD, 2002). Yhdistettyjen kuljetusten kuljetusketjujen suorituskykyä vertailtaessa suorituskykymittareita voidaan luoda joko koko kuljetusketjulle tai sen osille. Esimerkiksi toimituksesta kuljetuksen saapumiseen kulunut aika on suorituskykymittari koko kuljetusketjulle, kun taas hiili-dioksidipäästöt tonnikilometriä kohden kuvaavat yksittäisen kuljetustavan tehokkuutta kuljetusketjussa.

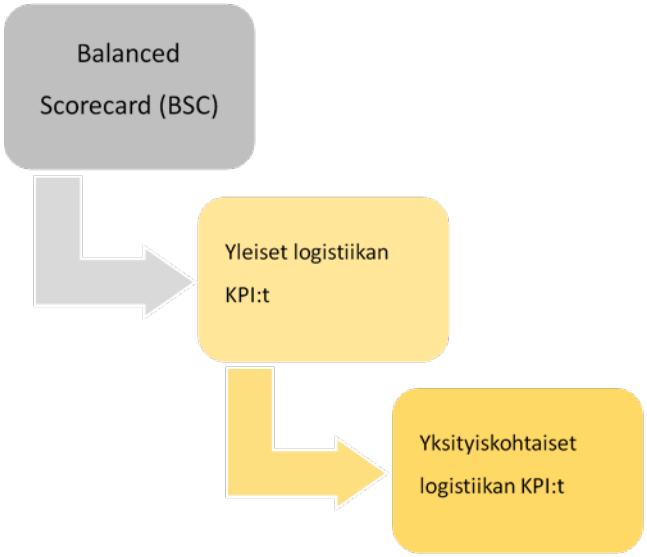
Yksittäisen kuljetusketjun osan vertailu eri kuljetusmuotojen välillä tai saman kuljetusmuodon sisällä on hyödyllistä (OECD, 2002). Esimerkiksi junakuljetusta voidaan verrata toiseen vastaavanlaiseen junakuljetusreittiin tai reittiin, jolla on myös rekkakuljetusvaihtoehto. Vaihtoehtoisten kuljetusmuotojen vertailu korostaa jokaisen kuljetusmuodon etuja ja haittoja, kun taas vertailu saman kuljetusmuodon sisällä auttaa arvioimaan suorituskykyä johtavien toimijoiden suorituskykyä vastaan.

Yhdistettyjen kuljetusten toimijoita arvioitaessa tiettyjä suorituskykymittareita voidaan muodostaa useista pienemmistä mittareista. Yleisen tason mittareita, kuten vuosittaisia tonnikilometrejä, voidaan käyttää vertailuun. Ne eivät kuitenkaan ilmaise miten mittari on muodostunut useiden pienempien tekijöiden kautta (OECD, 2002). Siksi yhdistettyjen kuljetusten arvioiminen yleisellä tasolla voi antaa käsityksen siitä, mitä tuloksia kuljetusjärjestelmän tulisi saavuttaa, mutta ei välttämättä siitä, miten ne saavutetaan. Jotta

voidaan ymmärtää, miten yhdistettyjen kuljetusten kuljetusjärjestelmä voi saavuttaa tavoitellut tulokset, tarvitaan tarkempaa tutkimusta eri kuljetusjärjestelmän osa-alueilla. Vertailututkimuksia on usein rajoittanut tietojen saatavuus ja erityisesti tietojen standardoidun mittausmenetelmän puuttuminen (OECD, 2002).

Liikennejärjestelmien saavutettuja tuloksia ja odotettua suorituskykyä seuraavien makrotason mittareiden kehittäminen on tärkeää myös tulevaisuuden liikenneverkkojen ja politiikan kehittämisessä (OECD, 2002). Vaikka liikenneketjun eri toimijat ovat kiinnostuneita eri asioista, modernit ketjut ovat globaalisti yhteydessä toisiinsa, ja toimijoiden on noudatettava kansainvälisiä säädöksiä. Siksi maailmanlaajuisesti sovellettavien mittareiden tunnistaminen on tärkeää tulevaisuuden politiikan ja kestävän kehityksen kannalta (Islam ja muut, 2013; OECD, 2002).

Yleistä standardia kuljetusjärjestelmien tehokkuuden mittaamiselle useiden kuljetusmuotojen yli ei ole. Lukinskiy ja muut (2013) kuitenkin ehdottavat, että logistiikka-alan ammattilaiset voivat käyttää kuljetusjärjestelmien arviointiin tasapainotettua tuloskorttia (engl. balanced scorecard, BSC), jos se mukautetaan logistiikka-alan tarpeisiin (Kuvio 2). Tällöin on keskeistä määrittää logististen toimintojen KPI:t. Lisäksi jokaisen kuljetusketjun osan kannalta merkittävien, yksityiskohtaisempien KPI:den tunnistaminen on vertailun onnistumiseksi tärkeää (OECD, 2002).



Kuvio 2 BSC:n soveltamisprosessi logistiikka-alan tarpeisiin (mukautettu Lukinskiy ja muut, 2013).

2.4 Keskeisten suorituskykymittareiden tunnistaminen ja valinta

Logistiikka-alaa ja kuljetusketjuja voidaan arvioida erilaisilla suorituskykymittareilla, arviointikriteereillä ja sidosryhmänäkökulmilla. Vertailututkimuksia suoritettaessa sopivan mittarin valitseminen voi olla haastavaa (OECD, 2002). Mittarin valinnan tulisi heijastaa sidosryhmien tarpeita ja vertailututkimuksen määriteltyjä tavoitteita. Mittarin valintaan voi vaikuttaa myös saatavilla oleva data.

Eri kuljetusmenetelmien tehokkuutta tietyn tuotteen kuljettamisessa tutkittaessa kuljetusmenetelmiä voidaan kirjallisuuden mukaan arvioida kolmen arviointikriteerin, eli ympäristö-, logistisen ja taloudellisen suorituskyvyn mukaan (Jahn ja muut, 2020). Stoilova ja Kunchev (2017) puolestaan listaavat tärkeimmiksi arviointikriteereiksi ympäristö-, taloudelliset, teknologiset ja sosiaaliset kriteerit. Suorituskykymittarit voidaan luokitella myös niitä vastaavien sidosryhmien mukaan. Sidosryhmien näkökulmat voidaan jakaa kolmeen luokkaan: kuluttajan, logistiikka-alan palveluntarjoajien ja hallituksen näkökulmaan (OECD, 2002).

Lukinskiy ja muut (2013) listasivat viisi suorituskykymittaria logistiikkajärjestelmien tehokkuudelle. Nämä ovat kokonaislogistiikkakustannukset, logististen palvelujen laatu, prosessin läpimenoaika, kapasiteetti sekä tuotto logistisen infrastruktuurin investoinneista. Islam ja muut (2013) tunnistivat kuusi suorituskykymittaria kuljetusketjuille: kuljetuskustannukset, kuljetusaika, joustavuus, luotettavuus, laatu ja kestävyys. Kuljetusjärjestelmän sidosryhmien tärkeimmät tarpeet voidaan luokitella samalla tavalla kuin suorituskykymittarit.

2.4.1 Taloudelliset suorituskyvyn mittarit

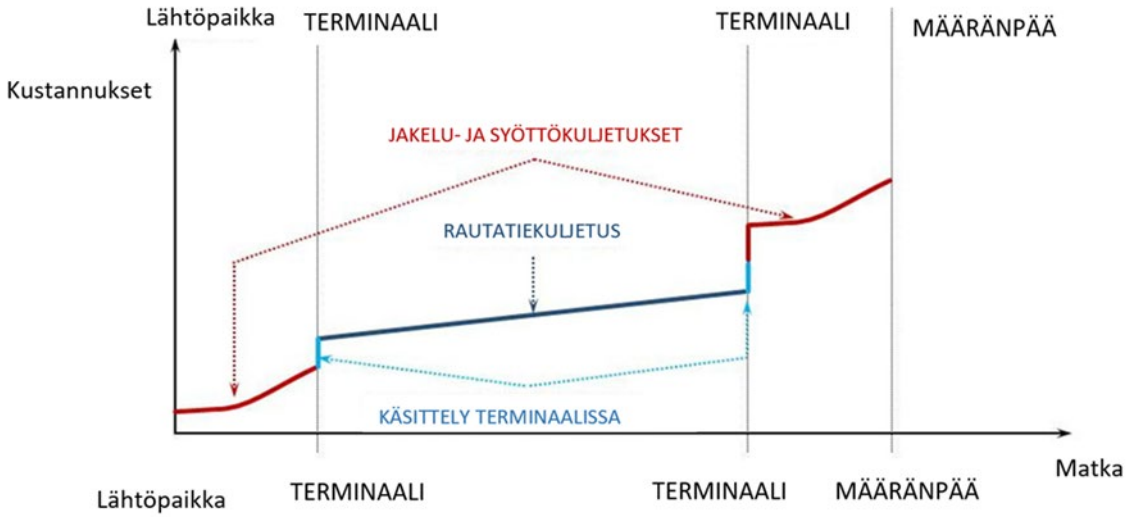
Organisaatiot ovat usein perehtyneitä taloudelliseen vertailuun, koska talousdataa on helposti saatavilla ja taloudellisia tunnuslukuja käytetään yleisesti organisaatioiden suorituskyvyn arvioinnissa. Ihannetapauksessa yhdistettyjen kuljetusten kuljetusketjun taloudellinen vertailu tehdään sekä palveluntarjoajan että palvelun käyttäjän näkökulmasta (OECD, 2002). Taloudellisen tiedon saatavuus yhdistettyjen kuljetusten kuljetusketjuissa vaihtelee sidosryhmän mukaan (OECD, 2002). Tiedot ovat yleensä helpommin saatavilla valtion omistamista organisaatioista kuten satamista, terminaaleista ja rautatieoperaattoreista, kuin tyypillisesti yksityisistä tai julkisista yrityksistä, kuten tiekuljetus- ja merenkulkuoperaattoreista.

Kuljetuskustannukset ovat logistiikkapalveluntarjoajien suurin kustannuserä (OECD, 2002). Logistiikkakustannuksiin sisältyy kuljetuskustannusten lisäksi myös muita logistiikkaan liittyviä kustannuksia, kuten esimerkiksi pakkaus- ja varastointikustannukset. On

tärkeää huomata logistiikkakustannusten ja kuljetuskustannusten välinen suhde, sillä kuljetuskustannusten vähentäminen ei aina johda kokonaislogistiikkakustannusten vähenemiseen (OECD, 2002). Logistiikkakustannuksiin vaikuttavat myös varastointi-, pakkaus- ja lajittelukustannukset. On mahdollista, että joissakin tilanteissa kuljetuskustannusten vähentäminen kompensoidaan muiden logistiikkakustannusten lisääntymisellä.

Pienemmät lähetysmäärät johtavat yleensä useammin tapahtuviin tilauksiin ja lyhyempiin läpimenoaikoihin, mikä luo tarpeen kuljetuskaluston lisäämiselle ja johtaa kuljetuskustannusten kasvuun (OECD, 2002). Suuremmilla lähetysmäärillä taas on usein harvemmat toimitukset, mutta pidemmät läpimenoajat ja suuremmat varastointikustannukset.

Rautatie-maantieyhdistelmäkuljetusketjuilla on erilaisia sisäisiä kustannuksia, jotka syntyvät tavaroiden lähetyksen ja toimituksen välillä (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Kuvio 3 havainnollistaa yhdistetyn kuljetuksen erilaisia, lähtöpaikan ja määränpään välillä syntyviä kustannuksia.



Kuvio 3 Kustannusjärjestelmä, joka näyttää kustannusrakenteen yhdistetylle kuljetukselle (mukautettu Carboni & Dalla Chiara, 2018, s. 5).

Ensimmäiset kustannukset syntyvät tavaroiden ensimmäisestä tiekuljetusosuudesta eli syöttökuljetuksesta lähettäjältä terminaaliin. Syöttökuljetuksen kustannukset ovat pääosin kuljetusyritysten suoria kustannuksia. Tämän jälkeen seuraa kustannuksia yhdistetyn kuljetuksen terminaalissa (Carboni & Dalla Chiara, 2018).

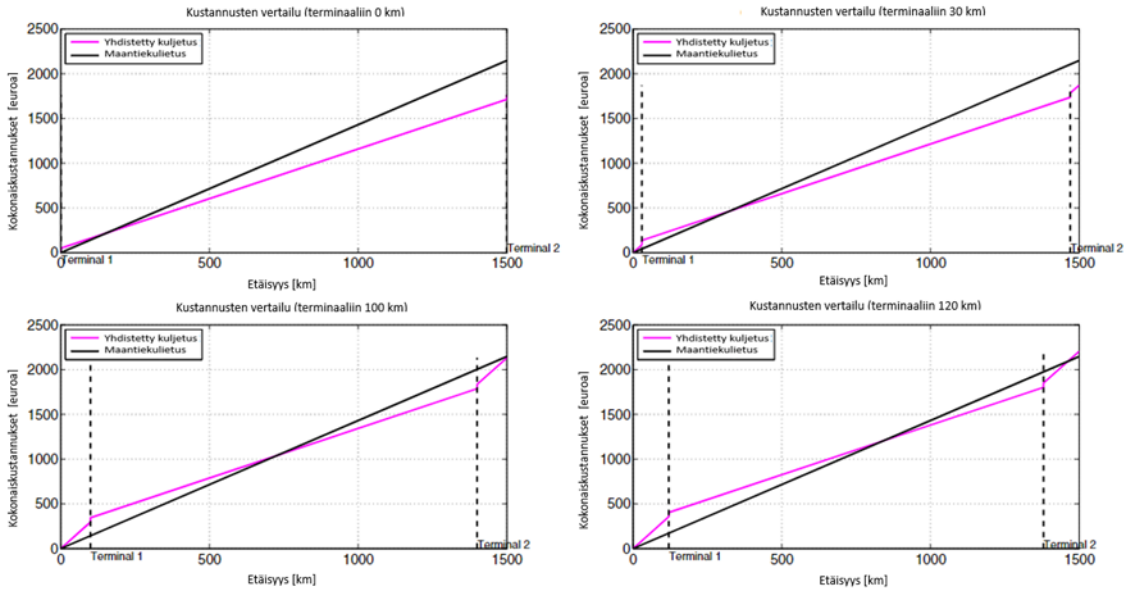
Suurimman osan raide-tiekuljetusten kokonaiskustannuksista muodostavat yleensä rautatiekuljetuskustannukset (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Rautatiekuljetuskustannukset ovat kuitenkin kuljetuskustannuksia kilometriä kohti tarkasteltaessa alhaisia, ja ne ovat

tärkeässä roolissa yhdistetyn kuljetuksen kannattavuuden kannalta. Kokonaiskustannusten osuus on riippuvainen terminaalikustannusten vaihtelusta sekä tie- ja rautatiekuljetusosuuksien pituuksista.

Rautatiekuljetusosuuden jälkeen kustannuksia syntyy vielä viimeisestä tiekuljetusosuudesta eli jakelukuljetuksesta (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Intermodaalisten kuljetusyksiköiden ja rautatievaunujen käyttö- tai vuokrakustannukset vaikuttavat myös intermodaalisen kuljetuksen kokonaiskustannuksiin, samoin kuten rautatieoperaattorin hallinnolliset kustannukset.

Intermodaalinen kuljetus muuttuu tiekuljetukseen verrattuna sitä kannattavammaksi, mitä pidempi rautatiekuljetusosuus on (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Syynä tähän ovat rautatiekuljetuksen tiekuljetuksia alhaisemmat kuljetuskustannukset. Rautatiekuljetus on tiekuljetusta kustannustehokkaampi kilometriä kohti sen alhaisemman energiankulutuksen ja junien korkeampien kapasiteettien vuoksi. Keskimääräinen rautatiekuljetusosuus Euroopassa on kotimaisessa yhdistetyssä kuljetuksessa 480 kilometriä ja kansainvälisessä 860 kilometriä (UIC, 2020).

Yhdistetty kuljetus edellyttää tavaroiden kuljettamista alkuperäisestä paikasta yhdistettyjen kuljetusten terminaaliin ja toisesta yhdistettyjen kuljetusten terminaalista toimituspaikkaan. Sen kannattavuus verrattuna tiekuljetukseen riippuu suuresti syöttö- ja jakelukuljetusosuuden sekä rautatiekuljetusosuuden pituudesta (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Yhdistetty kuljetus on tiekuljetusta halvempi silloin, kun yhdistettyjen kuljetusten terminaalit ovat riittävän lähellä lähettäjän ja vastaanottajan sijainteja, ja rautatiekuljetusosuus on riittävän pitkä kompensoidakseen syöttö- ja jakelukuljetusten kustannukset. Kuvio 4 esittää neljä erilaista skenaariota kokonaiskuljetuskustannuksista etäisyyden suhteen eri terminaalipaikoille.



Kuvio 4 Kokonaiskustannusten vertailu rahtikuljetuksissa terminaalien sijainnin funktiona (mukautettu Carboni & Dalla Chiara, 2018, s. 9).

Yhdistettyjen kuljetusten terminaalikustannukset muodostuvat terminaalin ylläpidosta, tavarankäsittelystä, energiankulutuksesta, tonttikustannuksista, vakuutuksista ja henkilöstön palkoista (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Myös nämä kustannukset on kompensoitava rautatiekuljetusosuudella. Yhdistettyjen kuljetusten terminaalit ovat kalliita investointeja, ja pääomakustannukset, kuten korkokulut ja poistoerät, on kompensoitava terminaalin elinkaaren aikana.

Yhdistettyjen kuljetusten terminaalit kannattaa rakentaa paikkoihin, jotka minimoivat mahdollisten käyttäjien syöttö- ja jakelukuljetusten kuljetusetäisyydet (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Huolellisesti valittujen terminaalipaikkojen avulla yhdistettyjen kuljetusten maantiekuljetuskustannukset voidaan minimoida, jolloin niiden kompensoimiseksi riittää lyhyempikin rautatiekuljetusosuus. Sen sijaan huono terminaalipaikka voi kasvattaa syöttö- ja jakelukuljetusten kustannuksia, jolloin ne kompensoivan rautatiekuljetuksen pituus kasvaa (Carboni & Dalla Chiara, 2018).

Mainituista syistä pienten, lyhyempien rautatiekuljetusmatkojen maiden on haastavaa tehdä yhdistetyistä kuljetuksista kilpailukykyisiä kotimaan kuljetuksissa. Pienemmissä maissa yhdistettyjä kuljetuksia tulisi joko käyttää kansainvälisiin kuljetuksiin tai lisätä terminaalitiheyttä, jotta terminaalit olisivat riittävän lähellä tavaroiden lähettämis- ja vastaanottopaikkoja. Terminaalitiheyden kasvattaminen on keskeinen tekijä yhdistettyjen kuljetusten kehittämisessä (UIC, 2020), mutta terminaalien määrän kasvaessa lisääntyvät myös terminaalitoimintoihin liittyvät kustannukset ja uusien terminaalien

investointikustannukset. Uusilla terminaaleilla tulisi olla riittävä käyttöaste, jotta takaisinmaksuaika olisi kohtuullinen.

2.4.2 Ympäristölliset suorituskyvyn mittarit

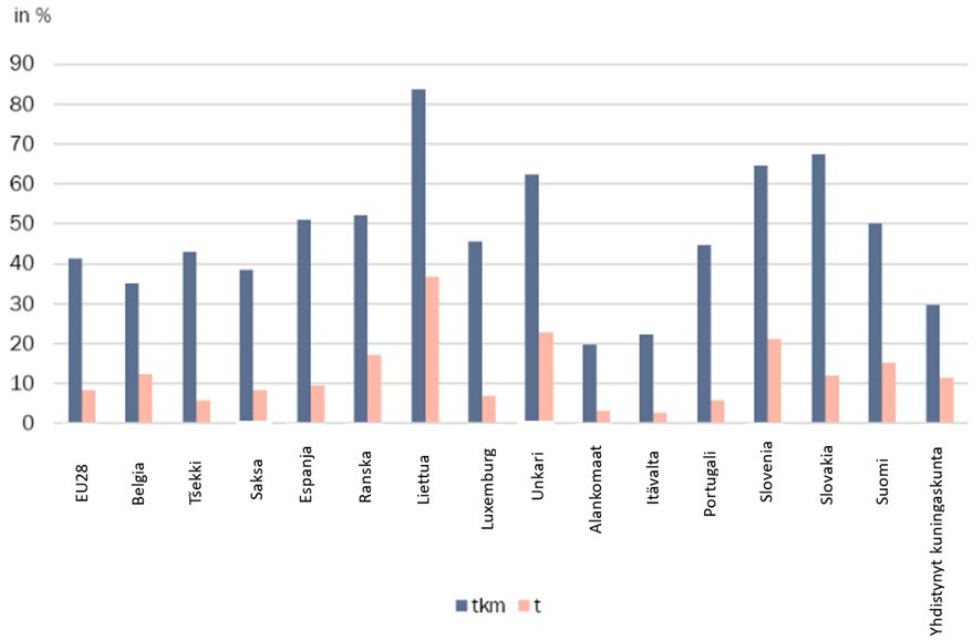
Kestävyys on yksi keskeisistä ajureista yhdistetyissä kuljetuksissa, joten ympäristöindikaattorit ovat tärkeitä yhdistettyjen kuljetusten suorituskykyä arvioitaessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on yksi kestävän kehityksen keskeisistä tavoitteista myös kuljetusalalla. Kasvihuonekaasupäästöjä mitataan usein hiilidioksidiekvivalenttipäästöinä tai yksinkertaisesti hiilidioksidipäästöinä. Yhdistetty kuljetus voi oikeissa olosuhteissa vähentää kuljetusalan kasvihuonekaasupäästöjä, sillä rautatiekuljetukset tuottavat kasvihuonekaasupäästöjä maantiekuljetuksia vähemmän kuljetettua tonnikilometriä kohden (Carboni & Dalla Chiara, 2018; EEA, 2022).

Carboni ja Dalla Chiara (2018) viittaavat kuljetuksen ympäristötekijöihin ulkoisina kustannuksina. Yhdistetty kuljetus aiheuttaa vähemmän ulkoisia kustannuksia kuin maantiekuljetus. Rautatiekuljetus on energiatehokkaampaa kuin maantiekuljetus, sillä junien energiankulutus on pienempi kuin maantiekuljetuksissa. (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Kun maantiekuljetukset liikkuvat pääasiassa öljystä peräisin olevalla dieselillä, rautatiet ovat usein sähköistettyjä. Kuljetusten siirtäminen maanteiltä rautateille vähentää kuljetusten itsensä aiheuttamia päästöjä. Jos rautatiekuljetuksissa käytetty energia tuotetaan uusiutuvista energialähteistä, kasvihuonekaasupäästöjen kokonais-vähennyspotentiaali kasvaa vielä suuremmaksi. Taloudellisesti ja ympäristön kannalta onkin järkevää suosia lyhyitä maantie- ja pitkiä rautatiekuljetusjaksoja.

Yhdistettyjen kuljetusten kustannus- ja päästövähennyspotentiaalit korostuvat entisestään, kun päästökauppaa sovelletaan maantiekuljetuksiin. EU suunnittelee laajentavansa päästökauppajärjestelmäänsä (ETS) koskemaan maantiekuljetuksia vuodesta 2026 alkaen (Euroopan komissio, 2021a). ETS-järjestelmä asettaa hinnan kuljetuksissa käytetyn polttoaineen hiilidioksidipäästöille. Kun huomioidaan erityisesti EU:n rautateiden korkea sähköistysaste, polttoaineen hiilidioksidipitoisuuteen kohdistuvan sanktion vaikutus on maantiekuljetuksissa merkittävämpi kuin rautatiekuljetuksissa. ETS-järjestelmän käyttöönotto kuljetusalalla parantaisi huomattavasti rautatiekuljetusten taloudellista kilpailukykyä.

On tärkeää seurata ja ymmärtää myös muita kuljetusalaa koskevia indikaattoreita. Yhdistyneissä kuningaskunnissa kerätään tietoa muun muassa kuljetusten jakautumisesta eri kuljetusmuotojen kesken sekä tiekuljetusten energiankulutuksesta ja energiatehokkuudesta (OECD, 2002). Eurostat puolestaan kerää eurooppalaisille maille tietoa erilaisista indikaattoreista, kuten kulkumuotojakaumasta ja kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalista (Jahn ja muut, 2020).

Eurostatin kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali-indikaattori on teoreettinen kuvaus siitä, kuinka suuri osa maantiekuljetuksista voitaisiin siirtää rautateille (Jahn ja muut, 2020). Kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali ilmaisee yli 300 kilometriä ajetun konttirahdin osuutta. Eurostat arvioi, että 300 kilometrin kuljetusetäisyyden ylittyessä rautatiekuljetusten hiilidioksidipäästöt ovat maantiekuljetusten päästöjä pienemmät. Kuvio 5 esittää kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin eri Euroopan maiden osalta prosentteina niistä tieliikenteen tonnikilometreistä ja tonneista, jotka täyttävät kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin kriteerit.



Kuvio 5 Pitkän matkan tiekuljetusten kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali konttien osalta 2017 (mukautettu Eurostat 2020).

Carbonin ja Dalla Chiaran (2018) mukaan yhdistettyjen kuljetusten terminaalien sijainnilla kuljetusreitillä on merkittävä vaikutus päästö- ja kustannussäästöjen saavuttamiseksi tarvittavaan kuljetusmatkaan. 300 kilometrin kuljetusmatka voi tarjota kustannus- ja päästövähennyksiä, jos yhdistettyjen kuljetusten terminaalit ovat 30 kilometrin etäisyydellä syöttö- ja jakelupisteistä. On tärkeää huomata, että kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali-indikaattori ei sisällä tietoa rautatieliikenneverkostoista (Jahn ja muut, 2020). Rautatieverkon kapasiteetti on merkittävä määrittelijä sille, kuinka paljon tieliikennettä voidaan siirtää raiteille.

2.4.3 Logistiset suorituskyvyn mittarit

Logistiset suorituskykymittarit, kuten toimitusaika ja joustavuus, ovat tärkeitä eri kuljetusmuotojen arvioinnissa. Maantiekuljetus on kuljetusmuodoista joustavin ja usein ainoa kuljetustapa, joka pystyy toimittamaan lähetykset ovelta ovelle. Kuorma-autot voivat käyttää teitä missä tahansa maassa, ja niiden kuljetussäännöt ovat erityisesti EU:ssa varsin yhtenäiset. Rautatieliikenteessä taas on käytössä useita raideleveyksiä jopa EU:n sisällä. Rautatievaunut eivät siten ole vaihdettavissa yhtä helposti kuin kuorma-autot ja niiden perävaunut.

Yksi merkittävimmistä junien logistisista eduista on niiden kyky kuljettaa suuria tavaramääriä tehokkaasti. Hiilen tai öljyn kaltainen raskas irtolasti voidaan kuljettaa paljon suuremmissa erissä junilla (Reis ja muut, 2013). Junakuljetusten nopeuden ja joustavuuden parantaminen on tärkeää raideliikenteen houkuttelevuuden kannalta (Reis ja muut, 2013). Kuljetettavan tavaran odotus- eli paikallaanoloajat ja myös läpimenoajat ovat rautatiekuljetuksissa usein pidempiä kuin tiekuljetuksissa, mikä heikentää rautateiden kilpailukykyä kuljetusasiakkaiden silmissä. Tämä korostuu erityisesti aikaherkkien tuotteiden, kuten esimerkiksi elintarvikkeiden tai kalliiden tavaroiden kuljetuksissa.

Junakuljetusten tiekuljetuksia pidemmille toimitusajoille on lukuisia syitä, joista tärkeimpiä on tieverkoston kattavuus. Tiekuljetuksia on usein käytettävä syöttö- ja jakelukuljetuksissa, joten junakuljetukseen sisältyy usein siirtyminen tiekuljetuksesta junaan, ellei junakuljetusta ole saatavilla suoraan teollisuusalueelta tai satamasta (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Lisäksi useimmissa tapauksissa tavaroiden noutaminen ja niiden toimittaminen lopulliseen kohteeseen vaatii tiekuljetuksia.

Junakuljetukset ovat myös joustavuudeltaan heikompia kuin tiekuljetukset (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Tietkin voivat ruuhkautua, mutta rautatiet ovat ruuhkautumiselle vieläkin alttiimpia, koska monissa tapauksissa kahta paikkaa yhdistää vain yksi rautatie. Siksi samaan suuntaan menevän liikenteen ohittaminen ja vastaan tulevan liikenteen kohtaaminen on vaikeampaa raiteilla kuin teillä, ja junakuljetusten aikataulut onkin suunniteltava huolellisesti. Lisäksi rautatieyhteys on tieliikennettä alttiimpi erilaisille häiriöille: jos ratayhteys menee tilapäisesti poikki tai esimerkiksi kaluston suhteen on ongelmia, on korvaavien vaihtoehtojen löytäminen haastavampaa kuin tieliikenteessä.

Junakuljetus tai yhdistetty kuljetus sopii siis parhaiten raskaille tavaroille, jotka eivät ole aikaherkkiä ja vaativat vähemmän joustavuutta (Reis ja muut, 2013). Useimmat raskaat hyödykkeet, kuten hiili, öljy tai metallit, eivät ole erityisen aikaherkkiä, koska ne eivät pilaannu nopeasti. Lisäksi ne ovat suhteellisen halpoja kilogrammaa kohden, eli ne eivät sido liikaa pääomaa. Ottaen huomioon yhdistettyjen kuljetusten taloudelliset, ympäristölliset ja logistiset reunaehdot, yhdistettyjen kuljetusten sopivin skenaario vaikuttaa tällä hetkellä olevan pitkän matkan raskaslastikuljetus. Jotta yhdistetyt kuljetukset soveltuisivat

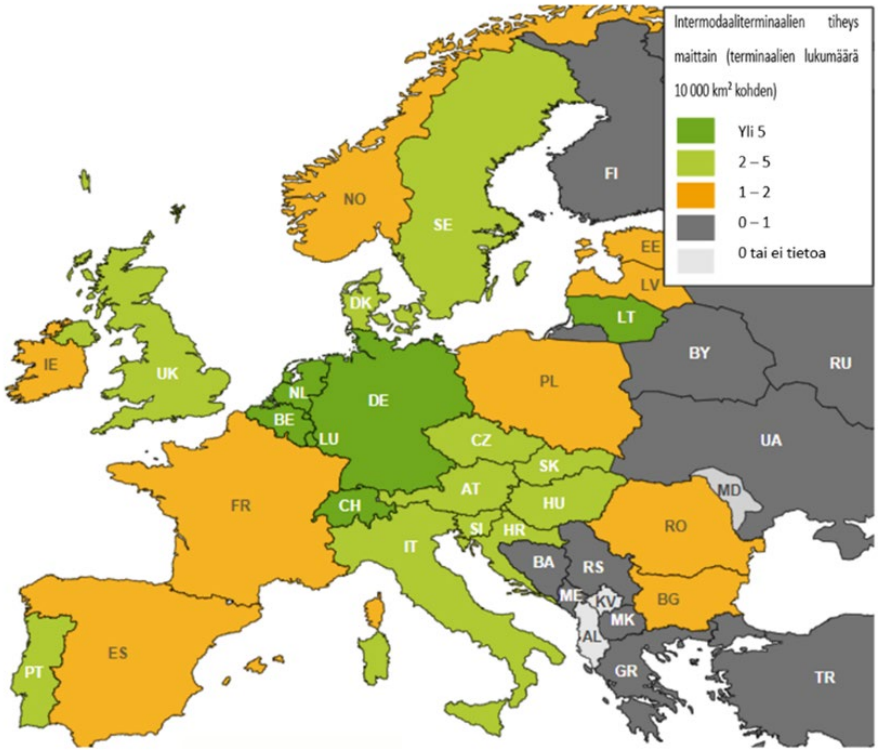
paremmin muille teollisuudenaloille ja tuotteille, on niiden läpimenoaikoja lyhennettävä (Reis ja muut, 2013).

Yhdistettyjen kuljetusten läpimenoaikoja voidaan lyhentää pääasiassa kolmella tavalla. Terminaalitoimintoja voidaan nopeuttaa investoimalla terminaaleihin ja niiden infrastruktuuriin, sekä optimoimalla intermodaalisten kuljetusyksiköiden lastausta ja purkamista (Reis ja muut, 2013). Yhdistettyjä kuljetuksia voisi priorisoida muuhun tavara- ja raideliikenteeseen nähden, jolloin niiden ei tarvitsisi aina odottaa muita. Junakuljetusta voidaan myös nopeuttaa käyttämällä tavaraliikenteessä nopeampia junia. Suur-nopeusjunat ovat usein kuitenkin tarkoitettu ensisijaisesti matkustajaliikenteelle (Car-boni & Dalla Chiara, 2018).

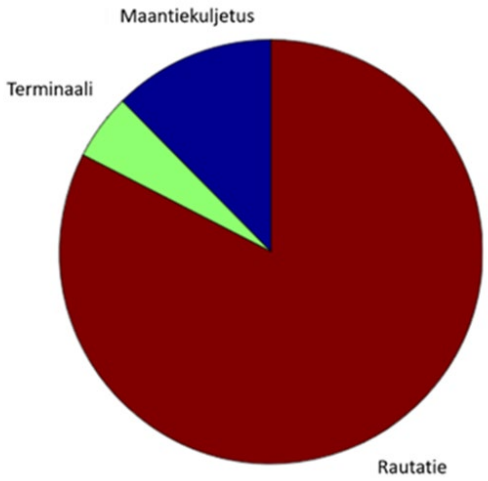
2.5 Terminaalien benchmarking

Terminaalit eli kuivasatamat ovat yhdistettyjen kuljetusten infrastruktuurin keskeinen osa. Varsinkin terminaalitiheys on tärkeä yhdistettyjen kuljetusten menestys- ja kilpailukykytekijä (UIC, 2020), koska korkeampi terminaalitiheys auttaa lyhentämään yhdistetyn kuljetuksen maantieliikenneosuutta. Tämä puolestaan vähentää yhdistetyn kuljetuksen kokonaiskustannuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä (Carboni & Dalla Chiara, 2018).

Kuvio 6 esittää eri Euroopan maiden yhdistettyjen kuljetusten terminaalien tiheyttä. Tiedot on esitetty terminaalien lukumääränä 10 000 neliökilometriä kohden. Terminaalitoiminnot ovat yksi yhdistettyjen kuljetusten kustannuselementeistä yhdessä tie- ja raideliikenteen kanssa. Kuvio 7 esittää, miten yhdistettyjen kuljetusten koko-naiskustannukset yleensä jakautuvat maantie- ja rautatiekuljetusosuuden ja terminaalitoimintojen kesken. Terminaalikustannusten suhteellinen osuus on lyhyillä matkoilla korkea, koska matkan pituus ei vaikuta niiden suuruuteen (Carboni & Dalla Chiara, 2018). Islam ja muut (2016) toteavat, että terminaalitoimintojen on oltava sekä nopeampia että halvempia, jotta yhdistetyt kuljetukset olisivat houkuttelevampia. Tämä voidaan saavuttaa suunnittelemalla terminaalit moderneilla lastauslaitteilla ja käyttämällä tehokkaita lastaus- ja purkukäytäntöjä. Esimerkiksi vaakasiirtoteknologialla junien pysähdysajat voidaan saada 20–30 minuuttiin (ks. luku 3.3.1).



Kuvio 6 Terminaalitiheys Euroopan maissa (mukautettu UIC, 2020, s. 23).



Kuvio 7 Kustannuselementtien osuus yhdistettyjen kuljetusten lopullisesta hinnasta (mukautettu Carboni & Dalla Chiara, 2018, s. 10).

OECD (2002) luettelee useita suorituskykymittareita yhdistetyille liikenneterminaaleille. Suorituskykymittarit voidaan jakaa teihin ja raideliikenteeseen liittyviin mittareihin. Teihin liittyviä mittareita ovat esimerkiksi kuorma-auton läpimenoaika, sisääntulon odotusaika, kontin varastointiaika ja lähetysten jäljitysmahdollisuudet. Raideliikenteen

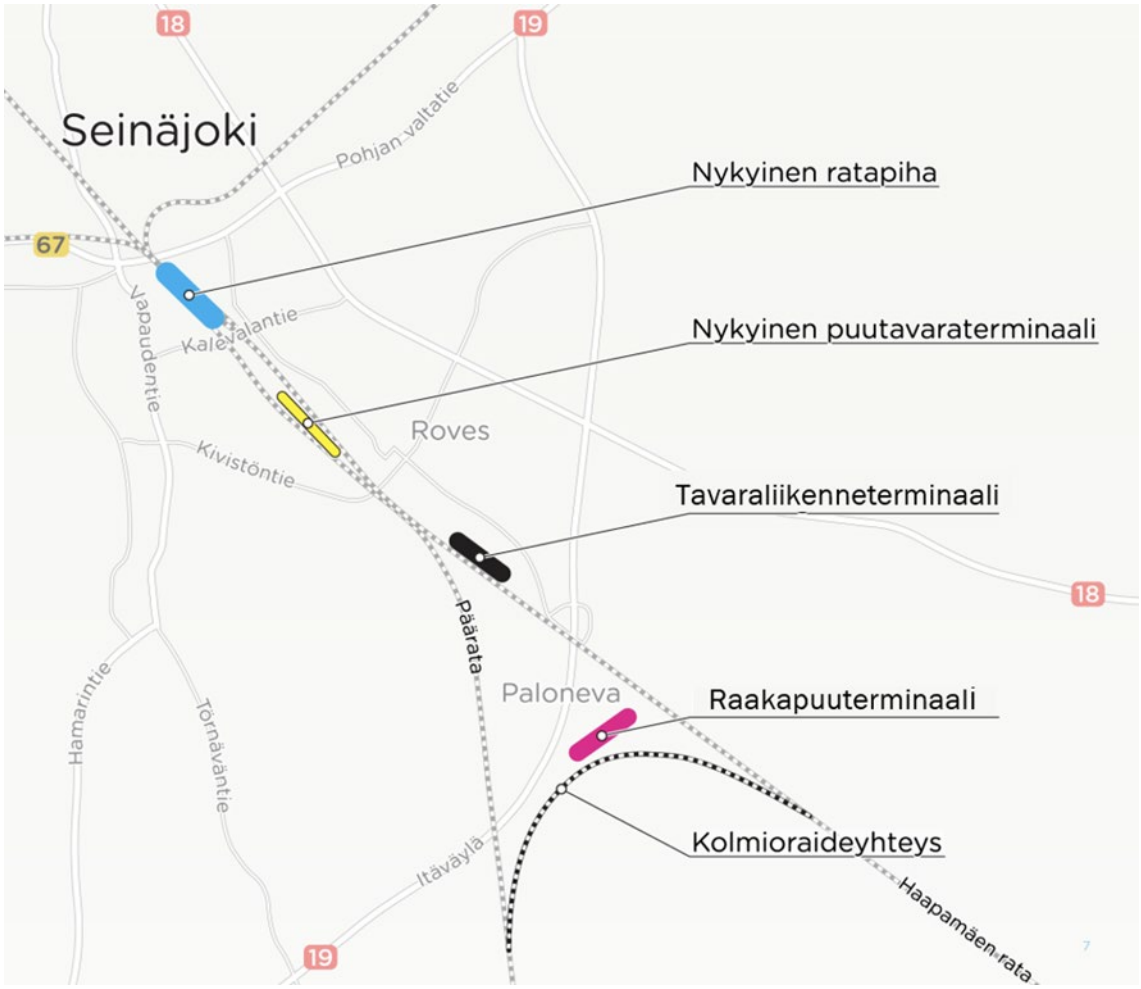
suorituskykymittareita ovat muun muassa lähtöaikojen tarkkuus, vaihtoaikojen kesto, kontin varastointiaika sekä lähetysten jäljitysmahdollisuudet.

2.5.1 Seinäjoen terminaalialue

Noin 675 kilometriä pitkä Oulun ja Helsingin välinen rata on yksi Suomen tiheimmin liikennöidyistä rataosista. Rataa käyttää valtaosa Etelä- ja Pohjois-Suomen välisestä rautatieliikenteestä ja se on osa Euroopan laajuista rautatieverkkoa (TEN-T). Maantieteellisesti ja liikenteellisesti Seinäjoen sijainti on hyvä, sillä kaupunki sijaitsee niin ratojen kuin pääteidenkin solmukohdassa. Seinäjoella risteävät viiden suunnan ratayhteydet eli kaksisuuntainen päärata, Vaasan rata, Suupohjan rata ja Haapamäen rata. Maanteitä pitkin tavaraa on mahdollista kuljettaa jokaiseen ilmansuuntaan. Sijainnillisesti Seinäjoki tarjoaa myös yhteydet keskeisiin kuljetusten solmupisteisiin sekä pääverkolla että poikittaisliikenteessä, kuten esimerkiksi Kaskisten, Vaasan ja Vuosaaren satamiin sekä Oulun Oritkarin yhdistettyjen kuljetusten terminaaliin. Seinäjoella on myös oma lentokenttä, jolla pilotoidaan tällä hetkellä drone-rahtiliikennettä.

Roveksen kaupunginosasta on jo kaavoitettu noin 350 hehtaarin teollisuusalue ja noin 600 hehtaarin laajennusosa on myös suunnitteilla (Aarnikko ja muut, 2015). Alue sijaitsee viiden eri suunnan rautatieyhteyksien sekä valtateiden 18 ja 19 varrella. Tavoitteena on ollut keskittää toimintaa ja saavuttaa sitä kautta synergia- ja mittakaavaetuja kustannuksissa ja palveluissa. Toiminnan keskittämisellä on toivottu olevan myös myötä-vaikutusta maakunnan kansainväliseen vetovoimaisuuteen ja kilpailukykyyn. Roveksen alueella ja sen läheisyydessä toimii jo noin 500 yritystä, joista logistiikka-alan yrityksiä on yli sata (Etelä-Pohjanmaan liitto, 2023). Lisäksi alueelle on rakennettu uusi raaka-puuterminaali Haapamäen radan varteen, minkä odotetaan lisäävän päivittäistä junaliikennettä.

Yhdistettyjen kuljetusten terminaalialuetta varten on Seinäjoelta Roveksen alueelta kaavoitettu oma alueensa tavaraliikenneterminaalille (Kuvio 8). Mikäli uusi yhdistettyjen kuljetusten tavaraliikenneterminaali rakennettaisiin Roveksen alueelle, tulisi sinne rakentaa kolmioraide sujuvan liikenteen takaamiseksi. Kolmioraideyhteyden avulla (ns. tennismaila) terminaali saataisiin myös kytkettyä pääradalle. Kolmioraide vähentäisi ylimääräistä liikennettä raiteelta toiselle ja parantaisi ratapihan toiminnallisuutta, koska junia ei tarvitsisi kääntää erikseen.



Kuvio 8 Roveksen teollisuusalue ja kolmioraideyhteys.

2.6 Kaluston benchmarking

2.6.1 Ratainfrastruktuuri

Euroopan maissa raideleveys on yleisesti 1435 mm. Poikkeuksia tähän ovat Suomi (1524 mm) Espanja ja Portugali (1668 mm), Irlanti (1600 mm), Viro (1524 mm ja 1520 mm) sekä Latvia, Liettua, Valko-Venäjä, Ukraina, Moldova ja Venäjä (1520 mm) (LVM, 2023). Suomalaista rautatiekalustoa ei voida käyttää muualla kuin 1520–1524 mm leveällä raiteella, mutta suomalaisilla rautateillä voi kuitenkin käyttää 1520 mm leveälle raiteelle tarkoitettua kalustoa. (Sainio, 2021)

Yli 90 prosenttia Euroopan rautatiekalustosta on tarkoitettu eurooppalaiselle raideleveydelle (Lonka ja muut, 2023). Suomen poikkeava raideleveys 1524 mm vaikuttaa sekä kaluston saatavuuteen että hintaan, sillä Suomeen ei voi ostaa muualla Euroopassa käytössä

olevaa kalustoa ilman kalustoon tehtäviä muutostöitä. Eriävä raideleveys aiheuttaa vaikeuksia myös kaluston jälkimarkkinoille: kalustoa ei voi myydä Euroopan markkinoilla ilman muutoksia, joten Suomeen hankittava kalusto käytetään yleensä koko elinkaarensa ajan Suomen markkinoilla. Kaluston jälkimarkkinoiden puute nostaa kynnystä markkinoille tuloon (ks. luku 2.8.4.). (Lonka ja muut, 2023)

Suurin käytössä oleva nopeus tavarajunille on 120 km/h. 80 km/h nopeusrajoitus on pääosin voimassa rataosuuksilla, joissa junien kulunvalvonta (JKV) ei ole käytössä. Eri akselipainoille on määritelty ratainfrastruktuuriin perustuen omat nopeusrajoituksensa. Rajoitukset kohdistuvat pääosin 3 000 tonnin bruttopainon ylittäviin raskaisiin juniin. Lisäksi nopeusrajoituksia saattaa olla tietyillä kalustotyypeillä. TEN-T-verkkoon kuuluvalla Helsinki–Seinäjoki–Oulu-reitillä nopeus on pääosin 120 km/h, mutta käytössä olevan kaluston kunnon vuoksi tämän hetken realistinen maksiminopeus on 100 km/h.

Akselipainorajoitus määrittyy rautatien ominaisuuksien mukaan. Suomessa yleisin akselipainorajoitus on 22,5 tonnia vaunun akselia kohti. Esimerkiksi Sgns-vaunulle tämä tarkoittaa 90 tonnin maksimipainoa. Koska vaunu itsessään painaa 19,5 tonnia, sen maksimikuljetuspaino on noin 70 tonnia. Suomessa on myös rataosuuksia, kuten esimerkiksi päärata välillä Oulu–Helsinki, joissa akselipainorajoitus on 25 tonnia. (Korhonen ja muut, 2018) Kuvio 9 havainnollistaa Suomen rautateiden akselipainorajoitukset vuodelta 2023.

Kuvio 9 Kuormituskapasiteetti vuonna 2023 (Väylävirasto, 2023).

Junien ajolanka rajaa kuorman korkeutta. Suomessa ratalangan minimikorkeus on 5,6 metriä, ja suurin sallittu kalustoulottuma on 5,3 metriä. Tällä tarkoitetaan korkeutta raiteiden päältä kuorman korkeimpaan kohtaan. Suurin osa yhdistettyihin kuljetuksiin soveltuvista vaunuista on 1,1 metriä korkeita, joten niihin voidaan kuormata maksimissaan 4,2 metriä korkea kuorma.

Suomessa on sallittu 4,4 metriä korkeat trailerit vuodesta 2014 lähtien. Rekan keskimääräinen elinkaari on 5–10 vuotta, joten käytössä on vielä vanhaa, maksimissaan 4,2 metriä korkeaa kalustoa. Kansainvälisiin kuljetuksiin tarkoitetut eurooppalaiset trailerit puolestaan ovat 4 metriä korkeita, joten ne sopivat korkeutensa puolesta kaikkiin Suomessa käytössä oleviin yhdistettyjen kuljetusten vaunuihin. (Sirkiä ja muut, 2023)

Raideleveyttä ja kuormaulottumaa enemmän rautatiekaluston hankintaan vaikuttaa kuitenkin kaluston talviolosuhdevaatimukset, kuten komponenttien pakkaskestävyys, riittävä lämmitys ja korroosiosuojaus. Suomen talvi luo haastavat olosuhteet eurooppalaiselle kalustolle: junan liike synnyttää kitkasta johtuvaa lämpöä sen rakenteissa, ja sulava lumi kertyy jääksi junan rakenteisiin. Tämän vuoksi Suomessa suositaan talviolosuhteet kestävää, toiminnaltaan yksinkertaista ja varmaa kalustoa. Näin pyritään minimoimaan junien aikatauluihin vaikuttavat toimintahäiriöt. Suomen haastavat sääolosuhteet lisäävät vaatimuksia hankittavaa kalustoa kohtaan, ja sen myötä kaluston hintaa.

Junien maksimipituus vaihtelee rataosuuden mukaan. Lain mukaan maksimipituus junille on Suomessa 1100 metriä, mutta esimerkiksi pääradalla enimmäispituus on 750 metriä. Suurin osa junista on pituudeltaan 400–600 metriä, ja niissä on 20–30 vaunua. Ainoa terminaali Suomessa, joka pystyy tehokkaasti purkamaan 1100-metrisiä junia, on Kouvolan uusi RRT-terminaali. Tämä on yksi syistä, miksi junat ovat yleensä lyhyempiä. Yleensä junat halutaan pitää sen pituisina, että niiden lastaaminen on mahdollista ilman että junaa joudutaan jakamaan moneen osaan. Osiin jakaminen vie enemmän aikaa ja vaatii useamman veturin käyttöä. (Korhonen ja muut, 2018)

2.6.2 Vaunukalusto

Suomessa on yhä kalustoa, jota käytettiin yhdistettyihin kuljetuksiin vuoteen 2014 asti. VR:n lopetettua yhdistetyt kuljetukset kalustolle on löydetty muita käyttötarkoituksia, ja osa kalustosta on esimerkiksi puolustusvoimien käytössä. On myös kalustoa, jonka käyttöönotto vaatisi vaunujen peruskorjauksen. Tämän hetken tiedoilla osan vanhasta kalustosta voisi ottaa uudelleen käyttöön yhdistettyihin kuljetuksiin noin kuukauden varoajalla.

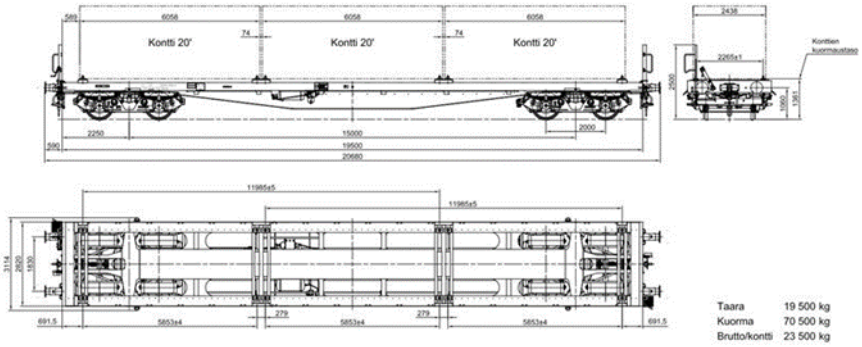
2.6.2.1 Sgns-vaunut

Sgns-vaunut on tarkoitettu 20-jalkaisten merikonttien kuljetukseen. Vaunut ovat varustettu konttitapein, joiden avulla kontti saadaan kiinnitettyä vaunuun. Yhteen vaunuun mahtuu kolme 20-jalkaista konttia (Taulukko 1 ja Kuvio 10). (VR Transpoint, 2023)

Taulukko 1 Sgns-vaunujen ominaisuuksia.

Ominaisuus	Tieto

Kuormatila (pituus × leveys)	19,5 m × 2,82 m
Kuorman maksimikorkeus	4,0 m
Taara	19,5 t
Kuorma	70,5 t



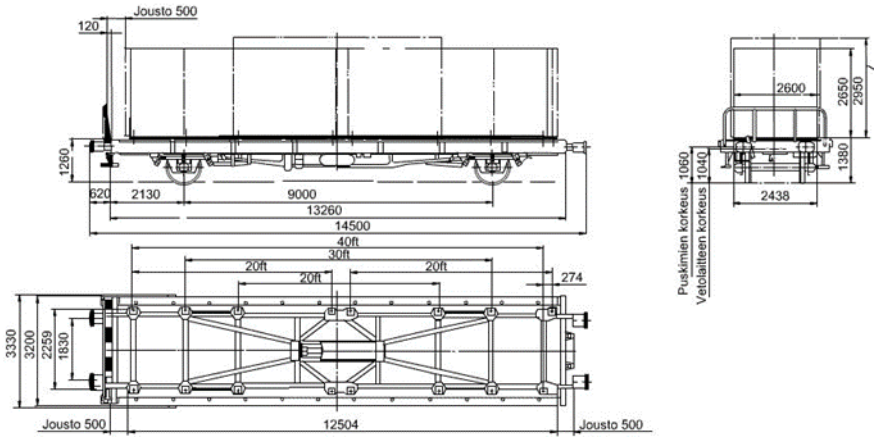
Kuvio 10 Kaaviokuva Sgns-konttivaunusta (VR Transpoint, 2023).

2.6.2.2 Lgjn-vaunut

Lgjn-vaunuilla voi kuljettaa kaksi 20 jalan konttia, tai yhden 30 jalan tai 40 jalan kontin. Vaunuissa on mahdollista kuljettaa myös ISO-kontin mukaisilla kulmapaloilla varustettuja vaihtokoreja. Kyseisissä vaunuissa on iskuvaimennettu liukukehikko, joka vaimentaa vaihtotöiden aikana kontteihin tai vaihtokoreihin kohdistuvia iskuja (Taulukko 2 ja Kuvio 11). (VR Transpoint, 2023)

Taulukko 2 Lgjn-vaunujen ominaisuuksia.

Ominaisuus	Tieto
Kuormatila (pituus × leveys)	12,62 m × 2,6 m
Kuorman maksimikorkeus	4,0 m
Taara	12,7 t
Kuorma	32,0 t



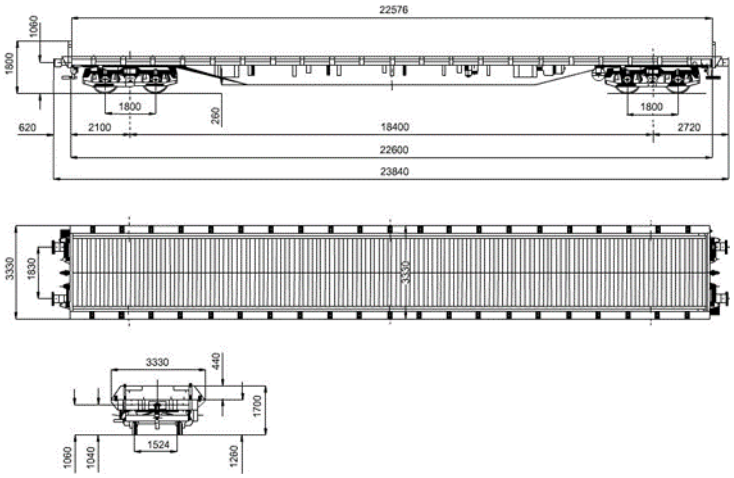
Kuvio 11 Kaaviokuva Lgjn-vaunusta (VR Transpoint, 2023).

2.6.2.3 Rbnqss-, Rbnqss-v-, Rbnqss-y- ja Rbqss-vaunut

Rbnqss-v-, Rbnqss-y- ja Rbqss-vaunut soveltuvat trailereiden ja pyörällisten ajoneuvojen kuljetukseen. Tätä varten vaunuissa on alumiiniset pyöräesteet, jotka ovat kiinnitettävissä vaunun reunapalkin reikiin. Rbqss-vaunut on varustettu dieselaggregaatilla, jolla voidaan tuottaa sähköä muihin vaunuihin. Vaunuilla voidaan kuljettaa kahta 20-jalkaista konttia, yhtä 40-jalkaista konttia tai irtoperävaunua (Taulukko 3 ja Kuvio 12). (VR Transpoint, 2023)

Taulukko 3 Rbnqss-, Rbnqss-v-, Rbnqss-y- ja Rbqss-vaunujen ominaisuuksia.

Ominaisuus	Tieto
Kuormatila (pituus × leveys)	22,57 m × 3,3 m
Kuorman maksimikorkeus	4,0 m
Taara	28,5 t – 34,0 t
Kuorma	56,0 t – 61,5 t



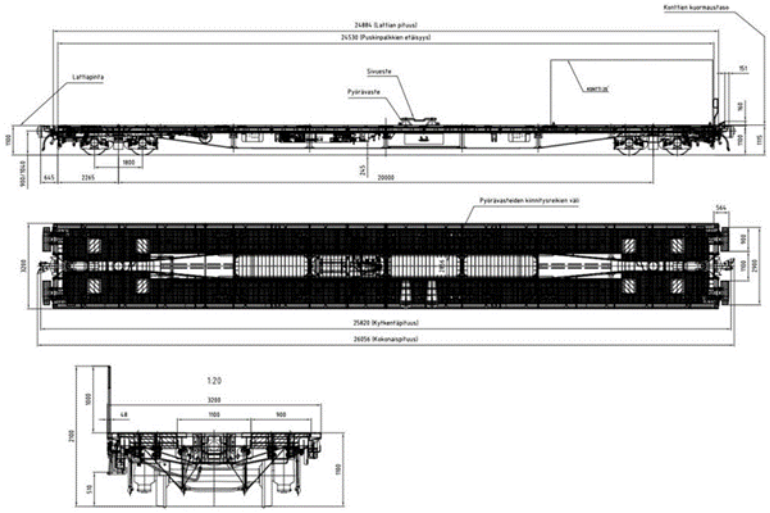
Kuvio 12 Kaaviokuva Rbnqss-vaunusta (VR Transpoint, 2023).

2.6.2.4 Sdggnqss-w-, Sdggqss-w- ja Sdggqqs-w-vaunut

Sdggnqss-w-, Sdggqss-w- ja Sdggqqs-w-vaunut on varustettu vaunujen läpi menevillä 230/400 voltin ja 63 ampeerin sähköjohdoilla ja niihin soveltuvilla liittimillä. Vaunuissa voidaan näin kuljettaa ja käyttää sähköenergiaa vaativia kuormia, kuten lattialämmityksellä tai kylmäkoneilla varustettuja ajoneuvoja. Sdggqss-w- ja Sdggqqs-w-vaunut on lisäksi varustettu dieselaggregaatilla, jonka teho on 102 kilowattia. Näillä vaunuilla voidaan kuljetuksen aikana tuottaa sähköä enintään 10 muuhun vaunuun aggregaattivaunun molemmin puolin. Vaunuilla voidaan kuljettaa kahta 40-jalkaista konttia tai irtoperävaunua (13,6 m) ja vaihtokuormakoria (7,7 m) (Taulukko 4 ja Kuvio 13). (VR Transpoint, 2023)

Taulukko 4 Sdggnqss-w-, sdggqss-w- ja sdggqqs-w-vaunujen ominaisuuksia.

Ominaisuus	Tieto
Kuormatila (pituus × leveys)	24,88 m × 3,2 m
Kuorman maksimikorkeus	4,2 m
Taara	31,2 t – 36,3 t
Kuorma	53,5 t – 68,5 t



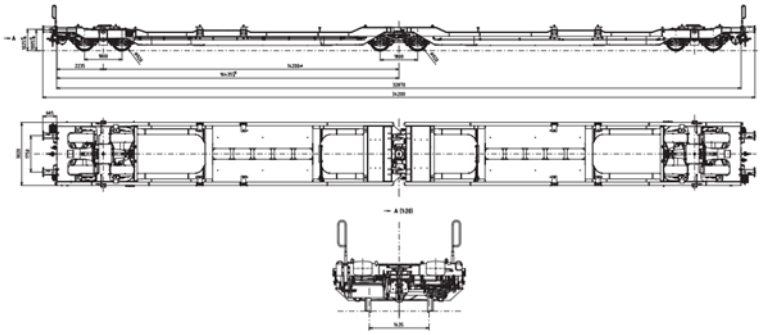
Kuvio 13 Kaaviokuva sdggnqss-w-, sdggqss-w- ja sdggqqs-w-vaunusta (VR Transpoint, 2023).

2.6.2.5 Sdggmrss-vaunut

Suomessa olisi mahdollista käyttää myös Keski-Euroopassa jo käytössä olevia Sdggmrss-vaunuja. Vaunut on suunniteltu erityisesti yhdistettyihin kuljetuksiin, ja ne on mitoitettu vastaamaan standardikuormatiloja: vaunuilla voidaan kuljettaa kahta 40 jalan konttia, kahta 45 jalan konttia tai puoliperävaunua, neljää 7,82-metristä kuormakoria tai neljää 20 jalan konttia. Vaunu voi kuljettaa yhteensä 100 tonnia kuormaa. Huomionarvoista on, että osa Suomen rataverkosta on rajattu 90 tonnin akselipainorajoituksella (ks. Kuva 9). Vaunujen taskurakenteen vuoksi kuorman maksimikorkeus voi olla sama kuin Suomessa maantieliikenteessä sallittu maksimi, eli kyytiin mahtuvat myös 4,4 metriä korkeat trailerit. Vaunuissa on myös integroituna tuki irtoperävaunuille, jolloin muita lisäkiinnikkeitä ei tarvita (Taulukko 5 ja Kuvio 14). (Sirkiä ja muut, 2023)

Taulukko 5 Sdggmrss-vaunujen ominaisuuksia

Ominaisuus	Tieto
Kuormatila (pituus × leveys)	34,2 m × 2,7 m
Kuorman maksimikorkeus	5 m
Taara	34,3 t
Kuorma	51,7 t



Kuvio 14 Kaaviokuva Sdggmrss-vaunusta (Ferriere Carraneo, 2012).

2.6.2.6 Uuden vaunukaluston hankinta

Normaalin tavaravaunun hankinta maksaa arvioiden mukaan noin 100 000–200 000 euroa, ja erikoisvaunujen hankintakustannukset voivat nousta jopa 300 000 euroon asti. Uudet vaunut pitää myös sertifioida Suomen rautateille, mikä lisää vaunun hintaa. Tämän vuoksi vaunuja ei ole järkevää tilata pieniä määriä kerrallaan. Erään arvion mukaan skaalaetu saavutetaan, kun tilataan yli 40 vaunun eriä.

2.6.3 Lastausteknologiat

Vaunut voidaan lastata usealla eri menetelmällä. Valtaosassa näistä kuorma joko nostetaan tai ajetaan vaunun päälle. Kussakin menetelmässä on omat hyötynsä ja haittansa. Suomalaisista trailereista puuttuu nostoon tarvittavat lisäosat eli trukkiholkit, toisin kuin Huckepack-trailereista. Trukkiholkit lisäävät trailerin painoa 600 kilogrammalla, mikä vähentää maksimikuorman määrää. Lisäosan avulla on mahdollista nostaa trailereita perinteisillä nostomenetelmillä, esimerkiksi siltanosturilla. Trailereita kuormatessa pitää huomioida myös niiden tekniset vaatimukset, kuten alleajosuojat. Nämä ovat teräksisiä rakenteita trailerin takaosassa, jotka estävät törmäystilanteessa ajoneuvon päätymisen trailerin alle. Suurinta osaa Suomessa käytössä olevasta trailerikalustosta ei voida nostaa vaunuun ilman investointeja nostokoreihin.

Jos rekka ajetaan kokonaisena yhdistelmänä junaan, ei rekkaan tarvitse tehdä muutoksia tai vaihtaa vetotapaa. Näin rekka voi lähteä liikkeelle heti kun se saadaan ajettua pois vaunusta. Toinen vaihtoehto trailereiden ajamalla lastaamiseen on vetomestarin käyttö. Kun trailereita liikutetaan vetomestarien avulla, voidaan vetoauto vapauttaa muuhun käyttöön irrottamalla traileri heti terminaalialueella. Vetomestarit ovat jo yleisessä käytössä Suomen satamaterminaaleissa.

Konttien lastaamiseen käytetään yleensä kuormaajia tai erilaisia nostureita. Nostureita käytetään erityisesti satamissa, ja niiden avulla konttien kuormaaminen on kaikkein nopeinta. Kuormaajilla voidaan lastata paikoissa, joissa ei ole nosturien vaatimaa infrastruktuuria. (Euroopan komissio, 2022)

2.6.3.1 Uuden nostokaluston hankinta

Uuden kuormaajan tai kurottajan hinta on noin 480 000 euroa. Jotta kuormaajaa voidaan käyttää konttien tai perävaunujen nostamiseen, tarvitaan nostettava lava tai levittäjä (engl. spreader), joka kiinnittyy nostettavan kontin tai perävaunun yläosaan mahdollistaen yksikön nostamisen. Tällainen lisälaite maksaa noin 100 000 euroa.

Siltanosturin eli lukin heikkous on korkea hankintahinta, sillä uuden nosturin hankinta maksaa tällä hetkellä (2023) noin 3 500 000 euroa. Toisaalta käyttökustannukset ovat nosturin pitkän elinkaaren ansiosta edulliset. Jotta nosturilla voidaan kuljettaa kontteja tai puoliperävaunuja pitää käyttää levittäjiä tai nostokiinnikkeillä varustettuja perävaunuja. Tämä vaatii noin 100 000 euroa maksavan lisäosan hankinnan. Koska siltanosturi kulkee kiskoilla, pitää alueelle rakentaa myös raiteita. Toinen vaihtoehto on ostaa pyörillä kulkeva, pienempi nosturi. (Euroopan komissio, 2022)

2.6.4 Veturit

VR käyttää Suomessa pääasiassa kuutta eri veturityyppiä: Sr1-, Sr2- ja Sr3-sähkövetureita sekä Dr16-, Dr19- ja Dv12-dieselvetureita. Sr1-sarja on vanhin käytössä oleva sähkövetosarja: veturit on otettu käyttöön vuosina 1977–1985, ja niitä on 112 kappaletta. Näistä osa on kuitenkin poistettu käytöstä onnettomuuksien seurauksena tai varaosiksi. Sr2-sarja on otettu käyttöön vuosina 1996–2013, ja niitä on 46 kappaletta. Uusimman Sr3-sarjan veturit on otettu käyttöön vuonna 2017, ja ne on varustettu last mile -ominaisuudella, joka mahdollistaa lyhyiden matkojen liikennöinnin myös sähköistämättömillä rataosuuksilla. Sr3-vetureita on tällä hetkellä käytössä 52 kappaletta, ja jo tilatut 28 lisäveturia ovat käytössä viimeistään vuonna 2026. Sr1-veturit ovat suuressa roolissa Suomen tavaraliikenteessä, mutta uudet Sr3-veturit syrjäyttävät niitä vähitellen. Sr2-veturit toimivat suurimmaksi osaksi henkilöliikenteessä. Lisäksi VR on tilannut 60 Dr19-dieselveturia, jotka otetaan käyttöön vuosina 2023–2026. (Sirkiä ja muut, 2023)

Vetureita on VR:n lisäksi myös Fenniarail Oy:llä, jolla on käytössä kuusi Dr18-sarjan dieselveturia. Yhtiö on ilmoittanut hankkivansa Siemensiltä sähköveturin, joka vastaisi teknisesti Sr3-veturia. (Fenniarail, 2023) Lisäksi Suomessa operoi North Rail Holding, jolla on käytössä yhdeksän Dr20-sarjan veturia ja yksi Dr21-sarjan dieselveturi. North Rail

Holding on ilmoittanut saavansa kaksi Dr21-veturia lisää vuoden 2023 aikana. (Nurminen Logistics Oyj, 2023)

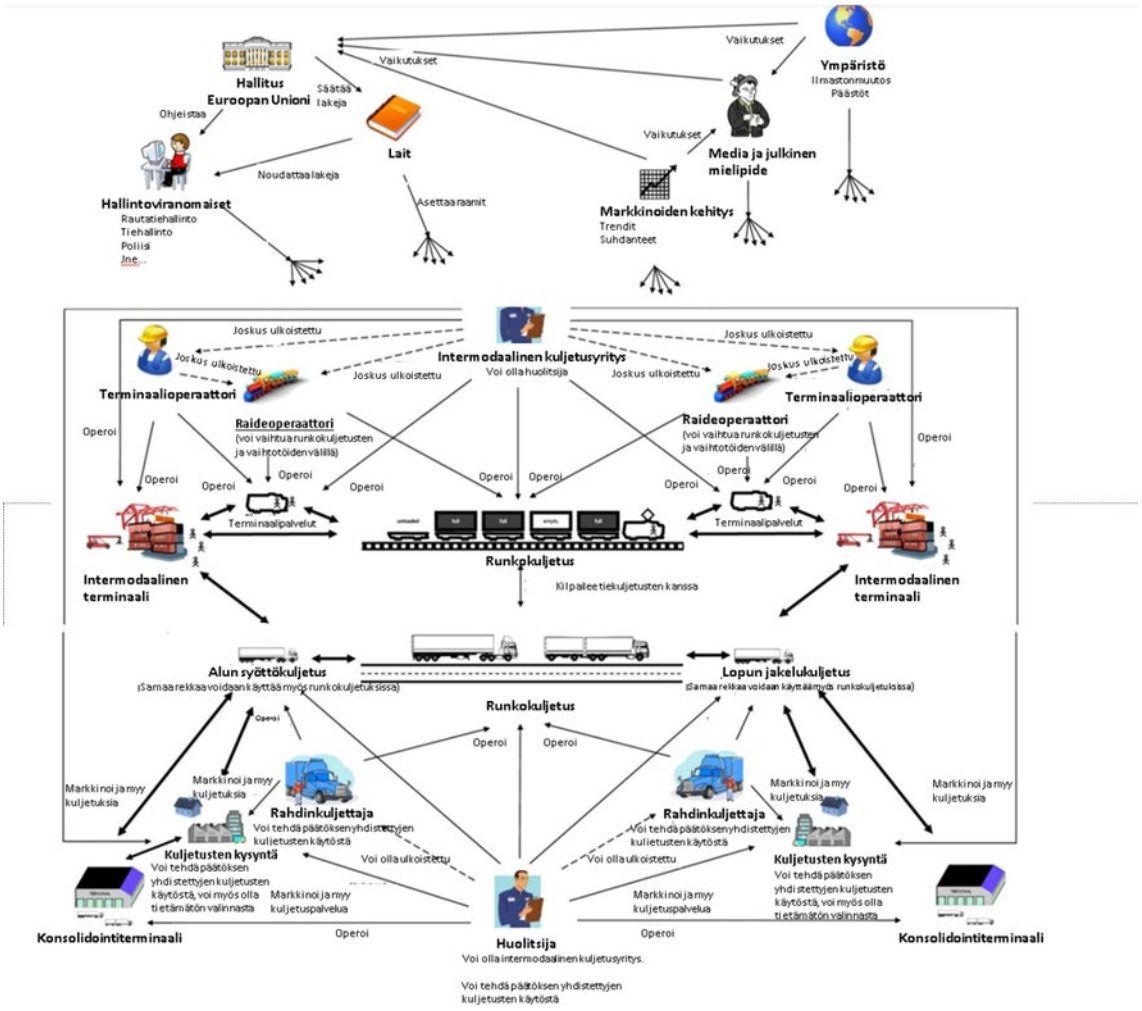
Lastaukseen tarvitaan usein veturi, joka voi toimia sähköttömällä ratapihalla. Jos rahti lastataan vaunuun nostamalla, ei raiteen päällä voi olla ratajohtoa. Kuormaamisprosessin tehostamiseksi tavaraliikenteessä olisi optimaalisinta käyttää joko diesel- tai hybridimalleja, jolloin vältytään veturinvaihdolta. VR:n valikoimasta esimerkiksi Sr3- tai Dr19-veturit sopivat tällaiseen tarkoitukseen. (Sirkiä ja muut, 2023)

2.7 Kansainväliset parhaat käytänteet

Kuljetusmuodoista juuri rautatiekuljetukset ja niiden palveluntarjonta ovat eniten sidoksissa infrastruktuuriin, sen laajuuteen ja kattavuuteen. Rautatiet ovatkin perinteisesti osa kansallista ja valtiollista toimintaa. (Pöllänen ja muut, 2015, s. 41) Tämä osio painottuu valtion ja julkisten organisaatioiden mahdollisuuksiin ja keinoihin kehittää sekä tukea etenkin yhdistettyjä kuljetuksia, mutta myös rautatiemarkkinoita yleisesti. Koska rautatiemarkkinat nähdään merkittävänä osatekijänä tehokkaan ja kestävän tavarankuljetuksen järjestämisessä, se on kriittinen tekijä myös yhdistettyjen kuljetusten kannalta.

Valtio ja julkiset organisaatiot ovat yhdistettyjen kuljetusten kuljetusjärjestelmän keskeisiä vaikuttajia. Tässä osiossa keskitytään pääasiassa niiden keinoihin tukea, edistää ja kehittää yhdistettyjä kuljetuksia ja rautatiemarkkinoita. Lisäksi käydään läpi muita yhdistettyjen kuljetusten tärkeitä elementtejä, kuten infrastruktuurin omistusrakennetta ja markkinoiden kilpailutilannetta. Kuvio 15 havainnollistaa yhdistettyjen kuljetusten toimintaympäristöä, toimijoita ja valtion keskeistä roolia vaikuttajana. Valtiolla voi olla myös kuvassa esitettyä suurempi rooli infrastruktuurin omistajana tai itse kuljetusketjuun osallistujana.

Analyysin osalta rajaus tehdään Euroopan maihin vertailukelpoisuuden ja tulosten yleistettävyyden parantamiseksi. Tarkemmin tarkastellaan Suomen lisäksi Ruotsia, Isoa-Britanniaa ja Saksaa, jotka nostetaan usein rautatiemarkkinoiden edelläkävijöiksi Euroopassa. Nämä maat ovat myös markkinoiden avautumista mittaavan indeksin kärkipäässä. (Pöllänen ja muut, 2015, s. 42)



Kuvio 15 Kuvaus yhdistettyjen kuljetusten kuljetusjärjestelmästä (muokattu Flodén, 2010, s. 6)

2.7.1 Yhdistettyjen kuljetusten historia Ruotsissa

Ruotsin yhdistettyjen kuljetusten terminaaliverkosto perustettiin 1960-luvun lopulla, jolloin hankittiin kuormauskalustoa yhdistettyjä kuljetuksia varten noin 40 terminaalille. (Woxenius ja muut, 2003, s. 45). Ennen rautatiemarkkinoiden avaamista 1996 valtionyhtiö Statens Järnvägar (SJ, tarkemmin SJ Kombi) toimi intermodaalisena raideoperaattorina ja tarjosi terminaalista terminaaliin -palvelua kuljetusyrityksille. Kuljetusyritykset eivät kuitenkaan olleet tyytyväisiä palvelun laatuun ja nouseviin hintoihin, ja uhkasivat nostaa syytteitä kilpailulain rikkomisesta. (Flodén & Woxenius, 2017, s. 22) Myös 1960-luvun suuri terminaalimäärä laski 1980- ja 1990-luvuilla noin viiteentoista pienempien terminaalien kärsiessä asiakaspuutteesta (Bergqvist & Monios, 2014, s. 25). Ratkaisuna asiakkaiden tyytymättömyyteen SJ erotettiin valtionyhtiöstä, ja syntyi uusi yhtiö, Rail Combi.

Vuonna 2002 Rail Combi yhdistettiin Norjan valtion rautatieyritykseen, ja nimeksi tuli Cargo Net. Cargo Net oli aluksi Norjan ja Ruotsin yhteisomistuksessa, mutta siirtyi vuonna 2010 kokonaan Norjan valtionyhtiölle Ruotsin valtion myytyä loput osuudestaan. (Flodén & Woxenius, 2017, s. 22)

Ruotsissa markkinoiden avaamisella ja tehdyillä uudistuksilla on ollut vaikutusta myös yhdistettyihin kuljetuksiin. Ensimmäinen askel markkinoiden avaamiseen otettiin jo vuonna 1988, kun valtionyhtiö SJ jaettiin kahtia. Infrastruktuurin omistus ja vastuu siitä siirtyi Ruotsin rautatiehallinto Banverketille. Operointi jäi SJ:lle, ja siltä alettiin perimään ratamaksuja rautateiden käytöstä (Flodén & Woxenius, 2017, s. 22; Alexandersson & Hultén, 2008, s. 23). Rautatiemarkkinat avattiin lopulta vuonna 1996. Tarkoituksena oli tehdä alasta asiakaslähtöisempi, ja lisätä rautateiden käyttöä rahtikuljetuksissa (Alexandersson & Rigas, 2013, s. 90). Kilpailua syntyi nopeasti, sillä ensimmäinen uusi kilpailija tuli markkinoille jo vuonna 1997 (Van de Voorde & Vanelslander, 2014, s. 15).

Toinen vaihe markkinoiden avaamisessa tapahtui 2001, jolloin jaettiin valtionyhtiö SJ:n toiminnot: matkustajaliikenteestä huolehti edelleen SJ, mutta kiinteistöjen omistus siirrettiin Jernhusenille, ylläpito jaettiin EuroMaintin ja SweMaintin kesken ja tavaraliikenne siirrettiin Green Cargolle. (Vierth, 2011, s. 1) Markkinoiden avaamisen seurauksena pitkään jatkunut raideliikenteen kuljetusmuoto-osuuden lasku tavaraliikenteessä loppui, ja 2000-luvulla kasvua on tapahtunut etenkin intermodaalisissa kuljetuksissa (Buri ja muut, 2022, s. 39).

Markkinoiden avaamisen yhteydessä ja sen jälkeen toteutettiin myös paljon muita keinoja markkinoilletulon esteiden vähentämiseksi: ratamaksuja alennettiin ja lakien avulla pyrittiin turvaamaan kaikille yhtäläiset mahdollisuudet hyödyntää eri palveluja (Ale-xandersson & Hultén, 2008, s. 24).

2000-luvun alussa terminaalioperaattoreina toimivat usein raideoperaattorit, joista muutama hallitsi lähes koko alaa (Pöyskö ja muut, 2011, s. 16). Jernhusen omisti valtionyhtiöltä siirretyt yhdistettyjen kuljetusten terminaalit, mutta päämiehenä toimi raideoperaattori CargoNet, joka lupasi tarjota syrjimättömästi terminaalipalveluja kaikille (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24; Vierth, 2011, s. 1). Tämä kuitenkin aiheutti ongelmia, sillä terminaalioperaattorina toimiva raideoperaattori saattoi asettaa kilpailijoille kovemmat hinnat ja siten häiritä markkinoita. Uudet yhdistettyjen kuljetusten raideoperaattorit eivät halunneet käyttää kilpailijoidensa Green Cargon tai CargoNetin hallinnoimia terminaaleja (Bergqvist ja muut, 2010, s. 290; Pöyskö ja muut, 2011, s. 16). Terminaalioperaattoreina toimivat raideoperaattorit jättivät infrastruktuurin sekä palvelun kehittämiseen tarvittavat investoinnit tekemättä ja hankkeet toteuttamatta, joiden seurauksena raidekuljetusten kilpailukyky heikkeni (Pöyskö ja muut, 2011, s. 16).

Jernhusenin vuonna 2009 aloittamassa terminaaliuudistuksessa raideoperaattorit halutiin eristää terminaalioperoinnista. Tämän seurauksena markkinoille alkoi tulla terminaalioperointiin erikoistuneita yrityksiä, terminaalipalvelujen hinnat laskivat noin 40 prosentilla ja avoimen pääsyn periaate toteutui aiempaa paremmin (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24; Vierth, 2011, s. 13). CargoNetin valta-asema yhdistettyjen kuljetusten terminaalioperaattorina katosi terminaaliuudistuksen myötä, ja se operoi tämän jälkeen vain kahta yhdistettyjen kuljetusten terminaalia Ruotsissa (Flodén & Woxenius, 2017, s. 25). Entinen yhdistettyjen kuljetusten markkinajohtaja ja pääasiallinen terminaalioperaattori CargoNet vetäytyi markkinoilta vuonna 2012 syyttäen pääasiallisesti terminaaliuudistusta (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24–25). Vetäytymisen ajatellaan olleen viimeinen palanen entisen valtion monopolin kaatumisessa, mutta myös askel kohti pirstaloituneita markkinoita (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24).

Terminaaliuudistus, CargoNetin vetäytyminen ja näistä seurannut markkinoiden pirstaloituminen aiheutti myös tyytymättömyyttä asiakkaiden keskuudessa (Flodén & Woxenius, 2017, s. 31). Asiakkaat halusivat yhdistettyjen kuljetusten käytön olevan yksinkertaista ja asiakaslähtöisempää sekä hoituvan yhtä helposti kuin tiekuljetusten, eli vain yhden varaamisesta ja hallinnoimisesta vastaavan kontaktin avulla (Flodén & Woxenius, 2017, s. 31). CargoNetin vetäytymisen jälkeen asiakkaat kuitenkin kokivat, ettei selkeää vastuutahoa enää ole (Flodén & Woxenius, 2017, s. 31). Vetäytyminen näkyi myös tarkasteltaessa rautateillä kuljetettavien puoliperävaunujen ja muiden tieajoneuvojen vuosittaisia määriä. Vuonna 2012 CargoNetin vetäytyessä markkinoilta määrä väheni selkeästi, noin 15 prosentilla, mutta nousi jo vuonna 2015 yli vuoden 2011 tason (Trafik Analys, 2019, s. 29).

Markkinoiden vapautumisen myötä toimijoita on tullut niille lisää, ja markkina on jakautunut entistä pienempiin kokonaisuuksiin. Markkinoiden pirstaloituminen on aiheuttanut huolta tehokkuudesta, kun yhä useampi tekijä on mukana tavoittelemassa omaa voittoosuuttaan (Flodén & Woxenius, 2017, s. 31). Selvän markkinajohtajan puuttuessa markkinoilletulo kuitenkin helpottui. Kritiikistä huolimatta Jernhusen vakuutteli uudistuksen hyödyttävän pitkällä aikavälillä kaikkia (Flodén & Woxenius, 2017, s. 25–26 & 31).

Ruotsissa asenne ja teot kestävämpiä kuljetustapoja kohtaan ovat edenneet nopeasti positiivisempaan suuntaan: vuonna 2012 vain kolme prosenttia ilmoitti maksavansa ylimääräistä puhtaammista kuljetuksista, kun vuonna 2016 luku oli jo 21 prosenttia (Trafik Analys, 2019, s. 32). Yhdistettyjen kuljetusten kasvun esteenä ovat kuitenkin olleet suuret ja harvaan sijoitetut terminaalit: kuljetukset eivät ole kannattavia, jos kuorma-autojen on ajettava liian pitkälle tai väärään suuntaan päästäkseen terminaaliin (Bergqvist ja muut, 2010, s. 290). Bergqvistin ja muiden (2010, s. 290) mukaan tarvittaisiin suuri määrä älykkäästi sijoitettuja pienempiä terminaaleja, jotta yhdistetyt kuljetukset olisivat houkutteleva vaihtoehto tiekuljetuksille.

Ruotsissa on noteerattu kilpailun merkitys myös oheispalveluissa. Esimerkiksi kaluston huoltokustannukset vastaavat jopa kolmasosaa raidekuljetusten kustannuksista, ja monet raideoperaattorit ovat riippuvaisia kyseisistä palveluista. Myös muihin oheispalveluihin on kiinnitetty huomiota. Esimerkiksi lajittelupihoilla suoritettavista lajittelupalveluista vastasi ennen Green Cargo, jonka palveluita myös muut raideoperaattorit joutuivat käyttämään. Vuodesta 2005 lähtien Ruotsin liikennehallinto on ollut mukana lajittelu- ja vaihtotyöpalvelujen tarjoamisessa Ruotsin suurimmalla lajittelupihalla. Liikennevirasto ja kilpailuvirasto ovat ehdottaneet myös uuden itsenäisen ja neutraalin yhtiön perustamista näitä palveluja varten. (Vierth, 2011, s. 13).

2.7.2 Yhdistettyjen kuljetusten nykytila Ruotsissa

Ruotsissa rautatiemarkkinat ovat kehittyneet niiden avaamisen jälkeen merkittävästi. Markkinoille on tullut yhteensä ainakin 34 uutta raideoperaattoria, joista iso osa on kuitenkin jo lopettanut (Buri ja muut, 2022, s. 39). Kaikki uudet raideoperaattorit ovat tulleet nimenomaisesti yhdistettyjen kuljetusten ja järjestelmäkuljetusten markkinoille, Green Cargon ollessa ainoa toimija perinteisissä vaunukuljetuksissa (Vierth, 2011, s. 16). Trafikanalysin (2017, s. 44) mukaan vuonna 2016 Ruotsissa toimi yhteensä 13 raideoperaattoria (Buri ja muut, 2022, s. 39). Nykyään rautatiekuljetukset muodostavat noin kolmanneksen tavaraliikenteen kuljetussuoritteista, joka on EU:n keskiarvoa (noin 21 %) huomattavasti suurempi osuus.

Tarkkaa selvitystä yhdistettyjä kuljetuksia tarjoavista raideoperaattoreista ei ole saatavilla, mutta uudet toimijat ovat myös tulleet markkinoille yhdistettyjen kuljetusten sektorille. Pöyskön ja muiden (2011, s. 15) mukaan Ruotsissa oli vuonna 2011 noin kymmenen yhdistetyistä kuljetuksista vastaavaa raideoperaattoria. Näistä ainakin yksi, CargoNet, on vetäytynyt markkinoilta liikenne- ja viestintäministeriön julkaisun jälkeen. Flodénin ja Woxeniuksen (2017, s. 25 & 30) mukaan markkinoilla ei ole enää CargoNetin poistumisen jälkeen selvää intermodaalisten operaattoreiden markkinajohtajaa. Tämän seurauksena markkinoilletulo on helpottunut. Markkinoiden avaamisen ja erilaisten toimenpiteiden, kuten terminaaliuudistuksen, seurauksena myös muita uusia yrityksiä on tullut markkinoille. Ne ovat erikoistuneet esimerkiksi vaunujen liisaukseen ja terminaalitoimintaan. (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24)

Trafikverketin mukaan erityisesti yhdistettyihin kuljetuksiin tarkoitettuja terminaaleja on Ruotsissa 27 (Trafikanalys, 2019, s. 18). Terminaaleja omistavat monet eri tahot, esimerkiksi valtionyhtiö Jernhusen, liikennevirasto, kunnat, raideoperaattorit ja kuljetusyritykset (Vierth, 2011, s. 12–13). Trafikanalysin (2019, s. 60) mukaan yhdistettyjen kuljetusten terminaalit ovat suurelta osin kuntien tai valtionyhtiö Jernhusenin omistuksessa. Valtion omistuksessa olevan yhtiön kahtalainen rooli sekä tasavertaisen kilpailun mahdollistajana

että voittoa tavoittelevana yrityksenä on nähty ongelmallisena ja nämä roolit keskenään ristiriitaisina (Vierth, 2011, s. 13).

Pöyskön ja muiden (2011, s. 16) mukaan Ruotsissa on noin viisi merkittävää terminaalitoimijaa. Omistus ja operointi voi olla erotettua. Esimerkiksi useita terminaaleja omistava Jernhusen ei itse toimi terminaalioperaattorina, vaan kilpailuttaa jokaisen hakijan terminaalin operoinnin puolueettomuuden takaamiseksi ja perii terminaalioperaattorilta provisiota terminaalin volyymin mukaan (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24). Jernhusen haluaa myös tehdä tiivistä yhteistyötä ja kehittää toimintaa yhdessä terminaalioperaattoreiden kanssa. Yhtiö vaatii terminaalioperaattoreita esittämään julkisesti palveluidensa hinnoittelun, jonka tulee olla sama kaikille asiakkaille. Paljousalennukset ovat kuitenkin mahdollisia. (Pöyskö ja muut, 2011, s. 119).

2.7.3 Miten yhdistettyjä kuljetuksia on tuettu Ruotsissa

Ruotsissa valtakunnallinen tavoite on siirtää kuljetuksia maanteiltä rautateille, mikä näkyy muun muassa valtion haluna tukea terminaalien perustamista. Valtion rahoituksen ehtona on kuitenkin, että hanke on yhteiskuntataloudellisesti kannattava Trafikverketin mallien mukaan. Terminaalien rahoitukseen voivat osallistua myös kunnat, joille terminaalit ovat tärkeitä vetovoimatekijöitä. Kunnat saattavat myös tukea terminaalioperaattorien toimintaa alentamalla vuokramaksuja. (Pöyskö ja muut, 2011, s. 18–19).

Vuoden 2009 terminaaliuudistuskin oli keino kannustaa kuljetusten siirtymistä teiltä raiteille. Uudistuksen tarkoituksena oli puuttua terminaalioperaattoreina toimivien raideoperaattorien jopa monopolistiseen, kilpailua häiritsevään asemaan, jonka seurauksena terminaalien ja terminaalitoiminnan kehittäminen oli jäänyt toissijaiseksi ja rautatiekuljetusten kilpailukyky oli laskenut (Pöyskö ja muut, 2011, s.16). Tuolloin käynnistettiin laaja investointiohjelma terminaalien kehittämiseksi. Ohjelman tarkoituksena oli luoda suuria ja kustannustehokkaita terminaaleja sekä taata toiminnan puolueettomuus (Flodén & Woxenius, 2017, s. 24).

Raideoperaattorit sen sijaan ovat jääneet pitkälti ilman julkista tukea ainakin vielä 2000-luvulla. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, etteivät raideoperaattoreilta perityt ratamaksut kattaneet todellisia kustannuksia (Pöyskö ja muut, 2011, s. 19). Nykyään erilaisia tukia annetaan myös raideoperaattoreille. Ruotsin hallitus myönsi 389 miljoonaa kruunua vuodelle 2018 ja 174 miljoonaa kruunua vuodelle 2019 rautateiden kilpailukyvyn parantamiseksi ja tavaraliikenteen teiltä raiteille siirtymisen nopeuttamiseksi (Trafikanalys, 2019 s. 82). Käytännössä rautatiekuljetuksia järjestävät toimijat voivat hakea tukea, joka maksetaan takautuvasti Ruotsissa suoritetuista kuljetussuorituksista (Trafikanalys, 2019, s. 82). Ehtona on kuitenkin, että korvaus näkyy myös tavaraliikenteen ostajan maksamassa hinnassa. Tuen suuruus voi olla enintään 30 prosenttia rautatiekuljetusten

kokonaiskustannuksista ja enintään 50 prosenttia tukikelpoisista kustannuksista (Trafikanalys, 2019, s. 82). Tukea kutsutaan nimellä ekobonus ja sen on tarkoitus olla voimassa vuosina 2018–2022.

Ruotsin liikenneviraston analyysissä todettiin kuitenkin vuosien 2018 ja 2019 tukien kannustaneen ennemmin rahtia raiteilta teille kuin päinvastoin. Operaattorien haastattelujen perusteella todettiin, että tukijärjestelmän vaikutuksien kannalta tärkeimmät edellytykset ovat tukien jatkuvuus, pitkäaikaisuus ja ennakoitavuus. Nämä eivät tuolloin toteutuneet; kompensaation määrä oli vuonna 2018 yli kaksinkertainen vuoden 2019 tukeen nähden, eikä tukea maksettu ollenkaan vuonna 2020. Edellä mainitulle ympäristökompensaatiotuelle on myönnetty jatkoaika vuosille 2021–2025 noin 400 miljoonaan kruunun vuosittaisella budjetilla. (Björk & Vierth, 2021, s. 19–20)

2.7.4 Yhdistetyt kuljetukset Isossa-Britanniassa

Isossa-Britanniassa markkinoita ei vain avattu uusille halukkaille, vaan vuonna 1994 valtionyhtiö British Rail jaettiin osiin ja myytiin yksityisille toimijoille (Buri ja muut, 2022, s. 40–41; Merkert, 2005, s. 3). Yksityistämisen takana oli uusliberalistinen ajatus, jonka mukaan valtion tulee vähentää osallisuuttaan markkinoilla ja rohkaista kohti vapaita, kilpailun ohjaamia markkinoita (Gibb ja muut, 1996, s. 37). Iso-Britannia on Euroopan ensimmäinen ja ainoa maa, joka on täysin yksityistänyt rautatiemarkkinansa – aina infrastruktuuria myöten: British Railin jaon myötä Railtrack syntyi aluksi valtion omistukseen, kun rautatieinfrastruktuurin kiinteä omaisuus erotettiin raideoperoinnista vuonna 1994 (Cowie, 2012, s. 1). Vuonna 1996 Railtrack yksityistettiin, mutta yhtiö ajautui konkurssiin jo vuonna 2001 (Pollitt & Smith, 2002, s. 468–469; Kyriakidi ja muut, 2015, s. 127).

British Railin yksityistämisen ja jaon tarkoituksena oli käynnistää markkinaehtoinen, tulorahoituksinen toimintamalli, jossa ratainfrastruktuurin ylläpito olisi rahoitettu radan käytöstä perityillä todellisia kuluja vastaavilla ratamaksuilla (Bowman ja muut, 2013, s. 70). Todellisuudessa ratamaksuilla kerätyt varat eivät riittäneet infrastruktuurin ylläpitoon, ja todellisia kuluja vastaavien ratamaksujen periminen olisi tehnyt raideoperoinnista kannattamatonta, joten valtion tuki oli joka tapauksessa pakollista (Bowman ja muut, 2013, s. 70–71). Yksityistämisestä johtuneet onnettomuudet ja niiden kriittiset arvostelut johtivat paniikkiin, ja Railtrack ajautui konkurssiin vuonna 2002 (Bagwell, 2004, s. 117–118; Kyriakidis ja muut, 2015, s. 127).

Vuonna 2002 luotiin uusi, voittoa tavoittelematon infrastruktuuriyhtiö Network Rail, joka on juridisesti yksityinen osakeyhtiö, mutta käytännössä valtion omistama. Samalla tehtiin muutoksia yhtiön ja alan toimintaan. Ratamaksuja alennettiin: aiemmin yhtiön budjetista 85 prosenttia tuli kerätyistä ratamaksuista, nyt niiden osuus oli enää 25 prosenttia. Valtion

rahamääräinen osuus budjetista oli 2010-luvun alussa lähes 4 miljardia puntaa. (Bowman ja muut, 2013, s. 71 & 73)

Raideinfrastruktuuri on nykyään Network Railin kautta pitkälti julkisessa omistuksessa, ja yhtiön tehtävänä on myös huolehtia infrastruktuurista, esimerkiksi opastinjärjestelmistä ja maatöistä (MDS Transmodal, 2019, s. 54; Power ja muut, 2016, s. 727). Yksityistämisprosessissa myös terminaalit ja muut rahdinkäsittelypaikat yksityistettiin, myytiin raideoperaattoreille tai siirrettiin Railtrackille (ORR, 2011, s. 9). Railtrackille jääneistä rahdin käsittelypaikoista ja 465 terminaalista valtaosa liisattiin, osa jopa 125 vuodeksi (ORR, 2011, s. 9–10). Liisattujen terminaalien tulee ottaa myös kilpailijoiden kuljetuksia vastaan, mikäli terminaali ei operoi täydellä kapasiteetilla. Tämän valvonta on kuitenkin vaikeaa (Bergqvist & Monios, 2014, s. 31). Terminaalien on väitetty olevan täynnä, ylimääräisiä maksuja on peritty herkästi ja muun muassa raideoperaattori EWS, nykyään DB Schenker, on saanut 2000-luvun alussa 4 miljoonan punnan sakon petollisesta hinnoittelusta (Monios, 2019, s. 301–302).

Reilun kilpailun varmistamiseksi ORR (Office of Rail and Road) on tutkinut rahtipaikkojen avoimen pääsyn todellista tilaa. Mikäli kilpailulle haitallista käytöstä on ilmennyt, on rahtipaikkoja otettu takaisin julkisen hallinnon vastuulle (Bergqvist & Monios, 2014, s. 31). Network Rail on myöhemmin hankkinut rahtipaikkoja takaisin hallintaansa avoimen pääsyn ja kilpailun takaamiseksi, edistänyt muuten rautatiekuljetusten kilpailua, sekä auttanut uusia alalle tulijoita kasvamaan (Monios, 2019, s. 301; Woodburn, 2014, s. 26 & 30; Network Rail, n.d.).

Pitkään laskussa ollut rautatieliikenteen osuus tavaraliikenteen kuljetussuoritteista lähti markkinoiden avaamisen seurauksena, vaikeuksista huolimatta, kasvuun merkittävien investointien ja kasvaneen tehokkuuden seurauksena, ja rautateillä kuljetettu tonnimäärä kasvoi yli 70 prosenttia vuoteen 2013 mennessä. Vuoden 2014 jälkeen kuljetusmäärät ovat kuitenkin kääntyneet laskuun, muun muassa kivihiilen kuljetusten vähentyessä (Buri ja muut, 2022, s. 41). Hyvänä esimerkkinä investointien kasvusta on EWS, joka 1990-luvun lopulla liisasi noin 2 500 vaunua sekä 280 dieselveturia. Tämä vastasi määrällisesti British Railin viimeisen 30 vuoden investointeja (Kain, 1998, s. 256).

Yksi tärkeä yksityistämisen jälkeen kehittynyt sektori onkin leasing-palvelut. ORR:n (n.d. a) julkaisussa listataan kymmenen Isossa-Britanniassa toimivaa leasing-yhtiötä. ORR (n.d. b) toteaa sekä vetureiden että vaunujen leasing-markkinan toimivan hyvin: kalustoa on saatavilla pieninä määrinä ja riittävän lyhyillä toimitusajoilla, mikä helpottaa markkinoilletuloa, mutta myös tarpeeksi suuria määriä, jotta raideoperaattorit voivat laajentua. Leasing-palvelujen kehittyminen on edesauttanut rautatiekuljetusten osuuden kasvua. Isossa-Britanniassa rautatiekuljetusten kasvua selittää myös intermodaalisten kuljetusten kasvu. (Cowie, 2015, s. 6; Monios, 2019, s. 301). Kasvusta huolimatta uusia raideoperaattoreita on tullut markkinoille vain muutamia. Näistä esimerkiksi DRS (Direct Rail

Services) on kuitenkin laajentunut onnistuneesti juuri intermodaalisille markkinoille (Cowie, 2015, s. 5).

Isossa-Britanniassa on myös annettu julkista avustusta kannustamaan rahdin siirtymistä teiltä raiteille (Secretary of State for Transport, 2021, s. 27). Aina näin ei ole ollut, sillä Ison-Britannian raiderahtiliikenteen odotettiin pystyvän toimimaan ilman hallituksen myöntämiä tukia. Hallitus kuitenkin huomasi, että rahdin siirtämistä teiltä raiteille tulisi edistää, ja ryhtyi myöntämään rahallista tukea myös rautateiden rahtikuljetuksille (Woodburn, 2007, s. 312). Valtion rooli ja suora osallistuminen rahtikuljetuksissa on kuitenkin kohtalaisen pientä, ja Ison-Britannian, Skotlannin sekä Walesin hallitusten rooli painottuu poliittisen suunnan ja julkisen rahoituksen tason asettamiseen (Woodburn, 2014, s. 22). Lisäksi raideoperaattorit ovat voineet hakea valtiolta tukea esimerkiksi ratamaksuihin (Woodburn, 2014, s. 22). Intermodaalisia kuljetuksia varten annettavat tuet maksetaan yleisesti raideoperaattoreille, mutta ne voidaan maksaa myös logistiikkapalvelujen tarjoajille ja asiakkaille (Woodburn, 2014, s. 22).

Tukea on mahdollista saada myös terminaaleja ja kalustoa varten. Esimerkiksi multimodaalisiin kuljetuksiin erikoistunut Stobart sai tukea noin 200 tuhatta puntaa Tescon käyttämiin erikoiskontteihin (Woodburn, 2014, s. 22; Monios, 2015, s. 360 & 362, Monios, 2018, s. 19). Myös suurin osa intermodaalisista terminaaleista on saanut rahallista tukea (Monios, 2015, s. 360). Vuosina 1997–2005 käytössä olleen FFG-rahoitusjärjestelmän ansiosta terminaalien rakennuskustannuksista noin kaksi kolmasosaa maksettiin avustuksilla tilanteissa, joissa näitä tiloja ei välttämättä olisi muutoin rakennettu. (Monios, 2018, s. 19). Etenkin Skotlannissa iso osa rahoituksesta meni juuri intermodaalisiin terminaaleihin (Monios, 2018, s. 19–20).

Kokonaisuudessaan raidekuljetusten tukia annettiin 17 miljoonaa puntaa vuonna 2012. Määrä ei itsessään ole suuri, mutta infrastruktuurista vastaava Network Rail saa vuosittain valtiolta noin 4 miljardia puntaa. Tästä rahtikuljetusten osuudeksi arvioidaan 215–428 miljoonaa puntaa vuodessa, josta ratamaksujen jälkeen netto-osuudeksi jää noin 130–311 miljoonaa puntaa vuodessa (Woodburn, 2014, s. 23). Vaikka yksityistettyä rautatiemarkkinaa tuetaan, raidekuljetukset eivät silti pysty kilpailemaan tehokkaasti tierahtien kanssa Ison-Britannian lyhyillä matkoilla (Monios, 2019, s. 301). Isossa-Britanniassa on myös yksityisiä terminaaleja, jotka tarvitsevat investointeja. Tällä hetkellä keskustellaan siitä, kuuluuko näihin uudistuksiin käyttää julkista rahoitusta – ja kannustaa ja tukea siirtymistä teiltä raiteille – vai tulisiko yksityisten omistajien maksaa investoinnit itse (Monios, 2019, s. 301).

Toimivasta vähittäistavarakauppaan liittyvästä yhdistettyjen kuljetusten kuljetusketjusta esimerkkinä toimii Tescon, DRS:n ja Stobartin muodostamat kuljetusketjut, joissa korostuu niin vertikaalinen kuin horisontaalinenkin yhteistyö (Monios, 2015, s. 365–366). Tarkkaa selvitystä työnjaosta ei ole tehty, mutta todennäköinen roolijako voidaan rakentaa

useista eri palasista havainnollistamaan markkinoiden pirstaloituneisuutta ja hyvin toimivaa yhteistyötä. Tyypillisesti Tescon käyttämissä kuljetuksissa Stobart hoitaa kuljetusketjun hallinnoinnin, DRS vastaa runkokuljetuksista, ja terminaalioperoinnista voi vastata Stobart itse tai JG Russell, joka osallistuu myös lopun jakelukuljetuksiin (Monios, 2012, s. 11; Monios, 2015, s. 357 & 364–366). Ison-Britannian pirstaloituneilla markkinoilla on siis normaalia, että kolmannen osapuolen logistiikkayritykset, kuten Stobart ja JG Russell, jakavat resurssejaan tarvittaessa. Stobartin, DRS:n ja Tescon tiivis yhteistyö on kaikkia osapuolia hyödyttävää myös tietotaidon kehittymisen osalta (Monios, 2015, s. 365–366).

Yhdistettyjen kuljetusten historia Isossa-Britanniassa on hieman suppeampi kuin Ruotsissa. Tähän on ainakin osittain syynä se, että maantieliikenteessä hallitseva kuljetusyksikkö on puoliperävaunu. Ainakaan vielä 1990-luvulla puoliperävaunuja ei voitu lastata raiteille raiteiden kuormausrajan estäessä tämän (Woxenius, 1997, s. 12). Woodburn (2008, s. 447–448) toteaakin kotimaan yhdistettyjen kuljetusten olleen vielä 2000-luvulla suhteellisen uusi asia. Intermodaaliset kuljetukset, pois lukien satamien ja sisämaan väliset kuljetukset, ovat lähes täysin vähittäiskauppaan liittyviä kuljetuksia Englannin ja Skotlannin välillä. Nämä kuljetukset ovat kuitenkin kasvaneet etenkin 2000-luvun alusta lähtien (Cowie, 2015, s. 6; Woodburn, 2008, s. 448–449).

Yhdistettyjen kuljetusten osalta Iso-Britannia antaa hyvän esimerkin pirstaloituneista, mutta toimivista markkinoista. Keskeisessä roolissa ovat logistiikkapalveluja tarjoavat toimijat, jotka vuokraavat junia junaoperaattoreilta ja operoivat niitä ikään kuin ominaan tarjoten asiakkailleen myös ovelta ovelle -tyyppisiä kuljetusketjuja (Monios, 2012, s. 3).

2.7.5 Yhdistetyt kuljetukset Saksassa

Saksassa rautatiemarkkinat avattiin kilpailulle vuonna 1994, ja ensimmäinen uusi toimija tulikin markkinoille jo seuraavana vuonna (Buri ja muut, 2022, s. 40; Van de Voorde & Vanelslander, 2014, s. 15). Saksan raiteiden tavaraliikennemarkkina on myös tutkituista maista suurin: Saksassa on 163 kaupallista raideoperaattoria sekä yli 1000 rahdin purkuja lastauspaikkaa. Näistä 860 on terminaaleja, joita operoi noin 270 eri toimijaa (Bundesnetzagentur, 2023, s. 14 & 86). Osasyynä kilpailun nopeaan kasvuun pidetään intermodaalisten kuljetusten tarjonnan lisääntymistä, jonka uudet toimijat ovat aiheuttaneet (Buri ja muut, 2022, s. 40). Markkinoiden kehitys jatkuu edelleen, ja vuonna 2021 Saksassa tehtiin uusi ennätys kuljetuspalveluiden suorituskyvyssä (Bundesnetzagentur, 2023, s. 18).

Markkinoiden avaamisprosessissa valtionyhtiö koki paljon muutoksia, mutta muodostuneen Deutsche Bahn Aktiengesellschaftin (DB AG) osakekannan omistaa kokonaisuudessaan Saksan valtio (Nikitinas & Dailydka, 2014, s. 81). Myöhemmin valtionyhtiö koki lisää muutoksia, kun rakennetta muutettiin konsernimaisemmaksi ja eri toiminnot, kuten rautatieinfrastruktuurin hallinta, eriytettiin omiksi yhtiöikseen (Nikitinas & Dailydka, 2014,

s. 81–82). Vuonna 2008 piti tapahtua DB AG:n osittainen yksityistäminen, mutta tämä markkinoiden liberalisointiprosessin kolmas vaihe laitettiin kuitenkin tauolle finanssikriisin aiheuttaman hintojen laskun takia (Nikitinas & Dailydka, 2014, s. 82). Osittaisessa yksityistämisessä rautatieinfrastruktuurin hallinta olisi pysynyt DB AG:n tytäryhtiöillä, koska suuria investointeja tarvitseva ratainfrastruktuuri nähtiin tärkeänä osana tavoitetta siirtää rahtia teiltä rautateille. Rautatieviestintä- ja logistiikkapalvelut olisi yksityistetty osittain siten, että DB AG olisi kuitenkin pysynyt yhä pääomistajana (Nikitinas & Dailydka, 2014, s. 82; Rentsch & Finger, 2015, s. 629). Osittaisesta yksityistämisprosessista on kuitenkin ilmeisesti luovuttu (Reuters staff, 2014).

Kokonaisuudessaan markkinoiden liberalisoinnilla on ollut merkittävä positiivinen vaikutus. Se lisäsi huomattavasti investointien määrää, mikä puolestaan johti tuottavuuden kasvamiseen sekä hintojen laskuun (Profillidis, 2004, s. 272). Uusien kilpailijoiden markkinoilletulon myötä DB AG:n selvä markkinajohtajuus 2000-luvun alussa on hiipunut tasaisesti lähes 100 prosentin tavaraliikennemarkkinoiden osuudesta alle 50 prosenttiin. Vuonna 2022 DB AG -konserniin kuuluvien yritysten markkinaosuus rautateiden tavarakuljetuksista oli 42 prosenttia. (Buri ja muut, 2022, s. 40; Bundesnetzagentur, 2023, s. 18) Reilu kilpailu on pyritty takamaan lainsäädännöllä: Saksassa kaikkien infrastruktuurioperaattorien on tarjottava kaikille tasavertainen pääsy hallinnoimaansa infrastruktuuriin. Lisäksi palveluiden tarjoajien tulee julkistaa palveluidensa hinnat (Bundesnetzagentur, 2023, s. 86 & 93).

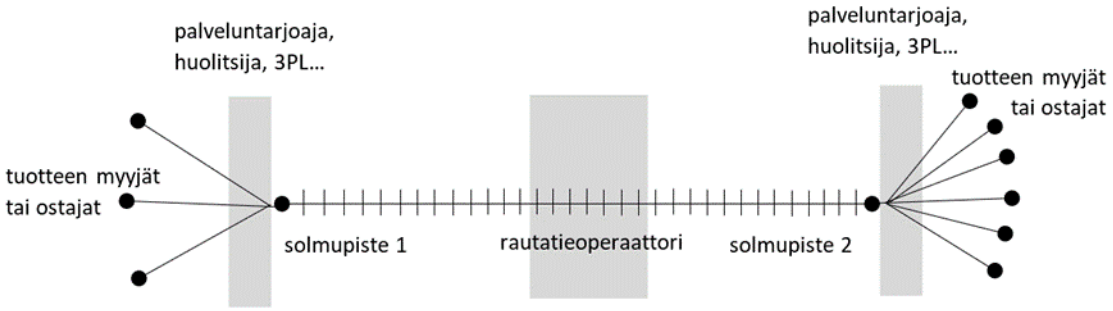
Saksan rautatiemarkkinan suuruus heijastuu myös tukimääriin: vuonna 2021 infrastruktuurioperaattorit saivat 4,5 miljardia euroa olemassa olevan infrastruktuurin investointeihin (Bundesnetzagentur, 2023, s. 12). Liittohallitus on myös kannustanut raideliikenteeseen siirtymistä muun muassa maksamalla ratamaksuja takaisin ja rahoittamalla yhdistettyjen kuljetusten terminaaleja (Bundesnetzagentur, 2023, s. 72–73 & 81–82). Terminaalien osuutta havainnollistaa, että 50:stä ei-liittovaltio-omisteisesta yhdistettyjen kuljetusten terminaalista 35 oli saanut tukea, ja yhdistettyjen kuljetusten terminaalien määrä on kasvanut vuoden 1997 25:stä ainakin 71:een (Stoll & Nießenin, 2019, s. 8–9). Rahallisten tukien lisäksi Saksan lainsäädännössä on yhdistettyjä kuljetuksia tukevia lakipykäliä, kuten alku- ja loppupään syöttö- ja jakelukuljetuksien vapautus viikonloppu- ja juhlapyhäajokiellosta, painorajan nosto 40 tonnista 44 tonniin alku- ja loppupään alle 200 kilometrin syöttö- ja jakelukuljetuksissa sekä yhdistetyissä kuljetuksissa käytettävien puoliperävaunujen vapautus tieliikenneverosta (Elbert & Seikowsky, 2017, s. 1099; Truschkin ja muut, 2014, s. 85).

2.7.6 Yhdistettyjen kuljetusten liiketoimintamallit

Erilaisista eduista huolimatta yhdistettyjen kuljetusten on oltava myös taloudellisesti kannattavia. Menestyvän liiketoimintamallin luominen on haastavaa, koska se vaatii

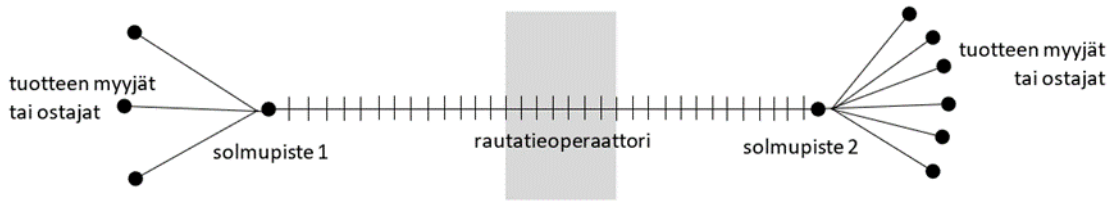
yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Se on kuitenkin välttämätöntä taloudellisesti kannattavien ratkaisujen saavuttamiseksi. Liiketoimintamalleja tutkitaan harvoin yhdistettyjen kuljetusten tai intermodaalisten kuljetusten sektorilla. Lehtinen & Bask (2012) esittelevät neljä intermodaalisen liikenteen liiketoimintamallivaihtoehtoa, joissa voidaan hyödyntää enintään kolmea eri liikennemuotoa. Perusteet ovat kuitenkin samat, kun käytössä on vain kaksi liikennemuotoa.

Operaattori–3PL-mallissa (Kuvio 16) strateginen allianssi muodostuu toimijoiden, eli kolmannen osapuolen logistiikkapalvelun (3PL) ja rautateiden tavaraliikenteen palveluntarjoajan välille (Lehtinen & Bask, 2012; Perego et al., 2011). Tässä mallissa johtajuus on jokseenkin tasapainossa: 3PL neuvottelee kuljetusehdoista tuotteen myyjien ja/tai ostajien kanssa. Rautatieoperaattori vastaa palveluntoimitusprosessissa rautatietoiminnan koordinoinnista, esimerkiksi huolehtimalla junaliikenteestä solmukohtien välillä. Tätä mallia hyödyntävät esimerkiksi Green Cargo (Ruotsi) ja NSB (Norja).



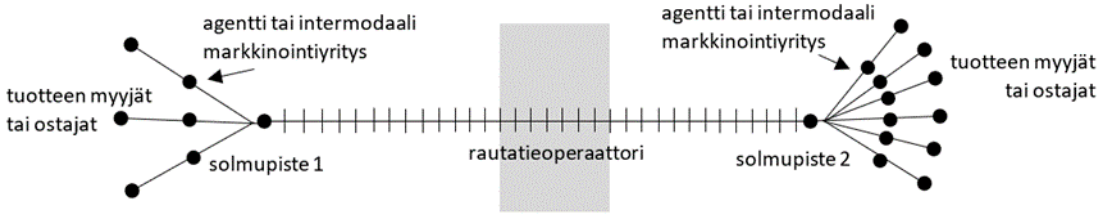
Kuvio 16 Operaattori–3PL-malli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012).

Ankkuriasiakasmallissa (Kuvio 17) on havainnollistettu, miten junarahti ja muut toimijat ovat suorassa yhteydessä asiakkaaseen, ja rautatieoperaattori on ketjun johtaja. Tässä tilanteessa on tyypillisesti mukana yksi tai muutama asiakas, joista jokainen toimittaa huomattavan määrän rahtia kuljetuskäytävälle. Tavallisesti asiakas vastaa ovelta ovelle palvelun valvonnasta. Rautateiden tavaraliikenteen harjoittaja puolestaan koordinoi solmukohtaista palvelua, eikä sillä siksi ole erityistä vuorovaikutusta muiden liikenteenharjoittajien kanssa, koska koordinoinnista vastaa asiakas. Toisin sanoen erityistä yhteistyötä ei ole, vaan kukin toimija keskittyy omiin palveluihinsa. Kuljetettavia tavaroita ovat usein teollisuuden tuotteet ja irtotavarat. Esimerkiksi huonekalu-, teräs- ja paperiteollisuuden yritykset tekevät suoria sopimuksia rautatieliikenteenharjoittajien kanssa kokojunien kuljetuksista Euroopan läpi. Ankkuriasiakasmalli on myös Suomessa käytössä ollut malli.



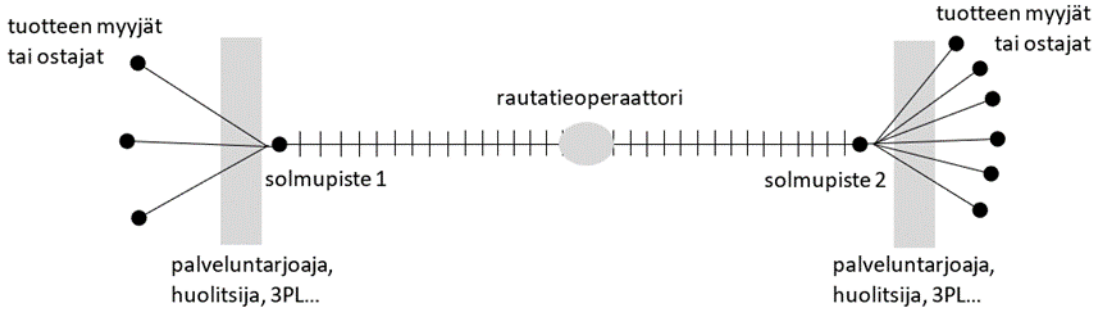
Kuvio 17 Ankkuriasiakasmalli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012).

Agenttimallissa (Kuvio 18) rautatieoperaattori kokoaa agenttiverkoston tarjotakseen paikallisia palveluita asiakkailleen. Rautatieoperaattori hoitaa kuljetuskäytävää, kun taas agentit tarjoavat paikallisia palveluita ja neuvottelevat operaattorin puolesta. Tämä malli on itse asiassa muunnelma ankkuriasiakasmallista. Agentit keskittyvät tiettyyn kuljetusmuotoon tai ketjuun ja tuottavat siihen palveluja. Rautatieoperaattori sekä sen agenttiverkosto vastaavat tässä tilanteessa ovelta ovelle -palvelun tarjoamisesta. Tällainen malli on käytössä esimerkiksi satamissa.



Kuvio 18 Agenttimalli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012).

3PL-malli (Kuvio 19) on neljäs yhdistettyjen kuljetusten liiketoimintamalli. Tässä mallissa 3PL:n rooli on kriittinen ja rautatieoperaattori keskittyy junien operointiin osana 3PL-palveluntarjoajien verkostoa. Asiakkaat ovat suorassa yhteydessä 3PL-palvelu-operaattoreihin, jotka järjestävät koko ovelta ovelle -kuljetusketjun. Olennainen ero operaattori–3PL-mallin ja 3PL-mallin välillä on, että 3PL- mallissa palveluntarjoajat eivät ole sidottuja mihinkään intermodaaliseen kuljetusmuotoon, vaan voivat valita kaikista käytettävissä olevista mahdollisuuksista. 3PL:t joko toimivat yhdessä tai kilpailevat keskenään. He voivat käyttää käytävää rajoitetusti rautateiden tavaraliikenteen harjoittajien kanssa, jos he tekevät yhteistyötä. Tarvitaan kuitenkin lisää rahtiliikenteen harjoittajia, jotta kilpailua syntyisi riittävästi. Agentti- ja 3PL-mallit puolestaan eroavat toisistaan siinä, että 3PL-mallissa huolitsija on yleensä itsenäisempi ja tarjoaa laajemman valikoiman palveluita ja mahdollisuuksia.



Kuvio 19 3PL-malli (mukautettu Lehtinen & Bask, 2012).

Lehtisen ja Baskin (2012) mukaan näistä neljästä yleisimmin käytetty liiketoimintamalli EU-alueella on ensimmäisenä esitelty operaattori–3PL-malli. He tutkivat myös mahdollisia palvelunkäyttäjiä ja -tarjoajia Itävallassa, Bulgariassa, Tšekissä, Suomessa, Kreikassa, Norjassa, Puolassa ja Romaniassa. Johtopäätöksenä operaattori–3PL-malli nähtiin potentiaalisimpana yhdistettyjen kuljetusten aloittamisen kannalta, kun taas 3PL-malli nähtiin puolestaan sopivana mallina viiden toimintavuoden jälkeen. Ankkuriasiakas- ja agenttimallit nähdään sopivimpina isommille asiakkaille, jotka ovat kiinnostuneita oman kuljetuskäytävän rakentamisesta.

Macharis ja muut (2014) kuvaavat myös neljä intermodaalisen liikenteen liiketoimintamallia. Klassista intermodaalista liiketoimintamallia edustaa alihankkijamalli, jossa intermodaalinen toimija on rautatieliikenteen harjoittaja, joka toimii alihankkijana kohdeasiakkaina oleville maantiekuljetus-/huolitsijatoimijoille. Loppuasiakasvuorovaikutuksessa maantiekuljetus-/huolitsijatoimijat ovat puolestaan kanavajohtajia. Kokonainen kuljetusyritysmalli kuvaa skenaariota, jossa multimodaalinen toimija ottaa johtajan aseman ja on kohdeasiakkaana suoraan yhteydessä loppuasiakkaisiin. Malli sisältää täyden kuljetuspalvelun: juna- ja maantiekuljetukset sekä satamiin että niistä pois. Paikallisessa yhteistyömallissa intermodaalinen kuljetus järjestetään yhden tai useamman paikallisen toimijan yhteistyönä, usein paikallisten viranomaisten tuella, paikallisiin vaatimuksiin keskittyen. Usein tällaisen mallin taustalla on tilanne, jossa paikkakunta on liian pieni kiinnittääkseen suurten kaupallisten toimijoiden huomiota. Omaan käyttöön tarkoitetussa kuljetusmallissa suuren volyymin omaava toimija käyttää intermodaalisia kuljetuksia suljetussa järjestelmässä vain omiin tarpeisiinsa. Tässä mallissa iso yritys tai huolitsija, jolla on suuri rahtivolyymi, aloittaa oman intermodaalisen kuljetuspalvelunsa. Yritys hallinnoi ja koordinoi intermodaalista kuljetusta itse, esimerkiksi asettamalla vaatimukset ja todennäköisesti hoitamalla varsinaiset kuljetustoiminnot alihankintana.

Yhteistyön tehostaminen on avainasemassa koko kuljetusketjun volyymien turvaamisessa ja kustannusten vähentämisessä. Uusissa kehittyvissä kuljetuskäytävissä palvelujen käynnistäminen on keskeinen haaste, joten liiketoimintamallin muotoilu on tärkeää.

Huomioon tulisi ottaa, ettei yhdistetyissä kuljetuksissa ole ainoastaan kyse eri kuljetusmuotojen yhdistelemisestä, vaan myös kuljetusten konsolidoinnista. Jonkun on otettava liiketoiminnan johtaminen vastuulleen – mikä ei ole itsestään selvää ottaen huomioon olemassa olevat käytännöt – ja yhdisteltävä eri toimijoiden kuljetustarpeita tehokkaimman mahdollisen kuljetuksen järjestämiseksi. Ristiriidat voitaisiin ratkaista esimerkiksi selkeällä vastuusopimuksella, toteuttamalla liiketoimintamallia ja ottamalla käyttöön palvelutasosopimukset vastuualueista ja laatutasosta.

2.7.7 Mitä voimme oppia kansainvälisistä käytänteistä ja niiden historiasta?

Ruotsin esimerkkiä tarkastelemalla voidaan nähdä, miten markkinoiden avaaminen ja sen jälkeiset kilpailua edistävät toimenpiteet ovat edistäneet yhdistettyjä kuljetuksia. 1960-luvulla Ruotsissa oli 40 yhdistettyjen kuljetusten terminaalia, 1980- ja 1990-luvuilla niiden määrä väheni vain viiteentoista asiakkaiden puutteen takia. Valtionyhtiön hoitaessa yhdistettyjä kuljetuksia asiakkaat eivät olleet tyytyväisiä palvelun laatuun eikä nouseviin hintoihin. Nykyään terminaalimäärä on kasvanut takaisin noin 30:een, ja raideoperointimarkkinoilta löytyy kilpailua. Selvää markkinajohtajaa ei ole, mikä tekee markkinoilletulosta helpompaa. Rautatiemarkkinat ovat kehittyneet myös muilla tavoin, ja nykyään Ruotsissa on esimerkiksi leasing- ja terminaalipalveluihin erikoistuneita yrityksiä.

Matka tähän ei ole ollut helppo. Ruotsissa on aktiivisesti edistetty markkinoiden kehittymistä, mistä kertoo muun muassa toteutettu terminaaliuudistus sekä puuttuminen Green Cargon monopoliin oheispalveluiden tarjoajana. Tehdyt uudistukset ovat olleet pääosain onnistuneita, vaikka terminaaliuudistuksesta seurannut markkinoiden pirstaloituminen onkin aiheuttanut myös huolta ja ongelmia ainakin lyhyellä aikavälillä.

Myös muissa maissa, kuten Isossa-Britanniassa, valtio on puuttunut markkinoiden epäkohtiin, esimerkiksi terminaalien vapaan pääsyn rajoittamiseen, edistäen siten markkinoiden kehittymistä ja reilua kilpailua. Pelkästään avointa pääsyä velvoittavat lait eivät kuitenkaan riittäneet Ruotsissa tai Isossa-Britanniassa avoimen pääsyn toteutumiseen, ja Ruotsissa raide- ja terminaalioperoinnit eriytettiin avoimen pääsyn varmistamiseksi. Mielenkiintoista on, että Saksasta ei havaittu terminaalien väärinkäytöksiä. Tätä selittää osaltaan markkinoiden koko ja kova kilpailu, jotka estävät aseman väärinkäytön mahdollisuuksia, sillä ostajalla on hyvin todennäköisesti muita vaihtoehtoja käytettävänään. Myös terminaalioperaattorien suuri määrä (270) viittaa siihen, että terminaalioperoinnista vastaa usein joku muu kuin raideoperaattori. Ruotsissa tämä järjestely paransi terminaalien vapaan pääsyn toteutumista.

Eri maiden – Suomi pois lukien – rautatiemarkkinoiden historiasta voidaan huomata, miten markkinoiden avaamisella ja uusien toimijoiden lisääntymisellä on ollut positiivisia vaikutuksia, esimerkiksi kuljetusten tehokkuuden, investointien, kilpailun ja

intermodaalisten kuljetusten kasvua. Mielenkiintoista on, että tutkituissa maissa markkinoiden kasvua ja kilpailun lisääntymistä selitettiin usein nimenomaan intermodaalisten kuljetusten kasvulla ja uusien toimijoiden suuntautumisella intermodaaliselle sektorille. Intermodaaliset ja sitä kautta myös yhdistetyt kuljetukset ovatkin olleet merkittävässä roolissa rautatiemarkkinoiden kehityksessä.

2.8 Kansalliset käytänteet ja toimintaedellytykset

2.8.1 Yhdistetyt kuljetukset Suomessa 1991–2014

Yhdistettyjä kuljetuksia on toteutettu Suomessa jo aiemmin: ne alkoivat Helsinki–Oulu-yhteysvälillä keväällä 1991 ja loppuivat samalla yhteysvälillä vuonna 2014. Jakson aikana yhdistettyjä kuljetuksia ajettiin muillakin yhteysväleillä, mutta kokeilut jäivät yleensä lyhyiksi varsinkin vähäisten volyymien takia. Mukana olleita paikkakuntia olivat muun muassa Kemi, Tampere, Jyväskylä ja Turku. Varsinkin alkuvaiheessa konseptia kutsuttiin kuvaavasti myös rekka-juna- tai rekat junaan -palveluksi.

Tällöin kyse oli pelkästään rekkojen kuljettamisesta junassa. Vaunuissa kuljetettiin sekä ajoneuvoyhdistelmiä että irtoperävaunuja. Lastaus ja purku tapahtuivat ajamalla rekka junanvaunuun. Irtoperävaunut kytkettiin usein yhdistelmään ratapihalla ja ajettiin junaan. VR:n vastuulla oli liki poikkeuksetta pelkkä veto: palvelua käyttäneillä kuljetusyrityksillä oli reitin molemmissa päissä kuljettajia, jotka ajoivat yhdistelmät junaan ja sieltä pois, sekä lisäksi tarvittavan jakelu- tai keräysreitin. Junissa kulkivat vaunukalustosta riippuen joko 4 tai 4,2 metriä korkeat ajoneuvoyhdistelmät, eikä teilläkään liikkunut vielä tuolloin tätä korkeampia yhdistelmiä.

Tärkein yhteysväli oli koko jakson ajan Oulu–Helsinki, ja Helsingissä määränpäänä oli Pasila. 2000-luvun alussa väliä ajettiin osittain kahdella junalla siten, että Helsinki–Oulu-välillä kulki, lähinnä kiireellisten tuotteiden edellyttämien aikataulujen takia, kaksi junaa, jotka lähtivät Helsingistä kello 19.25 ja 21.04. Pohjoisesta etelään ajettiin yhdellä päivittäisellä vuorolla, joka lähti Oulusta kello 20.35. Matkaan kului 9–10 tuntia. Junissa kulki pohjoiseen pääasiassa kappaletavaraa ja etelään raskaampaa massatavaraa, kuten puuta, terästä ja paperia. Toisinaan kyydissä oli myös lämpösäädeltyjä kuljetuksia eli elintarvikkeita, jotka kulkivat pääasiassa etelästä pohjoiseen. Kaupan runkokuljetuksia ei raiteilla juurikaan kulkenut, koska niiden vaatimat aikataulut poikkesivat selvästi muiden tuotteiden aikatauluista.

Oulun Oritkariin valmistui vuonna 2004 yhdistettyjen kuljetusten terminaali. Kun yli 9 miljoonan euron investointipäätös aikanaan tehtiin, uskottiin jopa kolmeen päivittäiseen rekkajunayhteyteen Oulun ja Etelä-Suomen suurten kaupunkien, esimerkiksi Helsingin ja

Tampereen, välillä. Nousu jäi kuitenkin lyhytaikaiseksi. 2000-luvun alun tilastoista huomataan, että yhdistettyjen kuljetusten tonnimäärä yli kaksinkertaistui vuosina 2004–2006. Huippu, noin 600 000 tonnia, saavutettiin vuonna 2006 (Yle, 2011).

Vuonna 2011 uutisoitiin (Yle, 2011) rekka-junapalvelun taantuvan. Oulu–Tampere-yhteysväli lakkautettiin vähäisen kysynnän vuoksi, jolloin jäljelle jäi enää Oulu–Helsinki-yhteysväli. Julkisuudessa olivat esillä haasteet erityisesti Pohjanmaan radalla eli Seinäjoki–Oulu-osuudella, jonka huono kunto ja toisaalta vuonna 2007 alkaneet kunnostustyöt aiheuttivat myöhästymisiä sekä henkilö- että tavaraliikenteelle. Heikentyneen luotettavuuden ja hintojen nousun myötä asiakkaat alkoivat siirtyä raiteilta takaisin rekkakuljetusten pariin. Marraskuussa 2013 VR ilmoitti lopettavansa yhdistetyt kuljetukset toistaiseksi 6.1.2014 alkaen, vedoten jatkuvasti vähentyneeseen kysyntään sekä heikkoon kannattavuuteen. Mittava, kymmenen vuotta kestänyt, noin 880 miljoonaa euroa maksanut ja muun muassa 105 kilometriä uutta kaksoisraideosuutta tuottanut Seinäjoki–Oulu-ratahanke valmistui aikataulussa vuonna 2017. (Yle, 2011; VR, 2013; Väylävirasto, 2017)

Yhdistettyjen kuljetusten suosion hiipumiseen ja lopulta loppumiseen vaikuttivat useat tekijät. Näistä muodostui monimutkainen, noidankehäksikin (Yle, 2011) kuvattu vyyhti, jonka syy- ja seuraussuhteita on paikoin haastava hahmottaa. Kuljetusmäärien vähenemiseen vaikutti VR Transpointin mukaan (Murto ja muut 2011, s. 2) vuonna 2008 alkanut taloustaantuma sekä ratainfrastruktuurin pullonkauloista johtuneet täsmällisyys- ja luotettavuusongelmat. Merkittävimpiä pullonkauloja olivat Pohjanmaan radan kapasiteettiongelmat ja radan huono kunto. Ongelmia täsmällisyyden ja luotettavuuden suhteen aiheuttivat myös routavauriot ja talviolosuhteet, kuten pakkanen ja lumi (Sankala, 2010). Yhdistettyjä kuljetuksia käyttäneet yritykset tunnistivat mainitut tekijät, mutta he kokivat muutoksia tapahtuneen myös rautatieoperaattori VR:n toiminnassa ja siinä, kuinka yhtiö yhdistettyihin kuljetuksiin suhtautui.

Käyttäjänäkökulmasta ongelmia aiheuttivat muun muassa rautatiekuljetusten aikatauluongelmat. Aikatauluongelmien vuoksi tavarat eivät enää olleet asiakkailla ajoissa, ja esimerkiksi Oulun terminaalissa käsiteltävät ja sieltä eteenpäin jatkavat kuljetukset myöhästyivät jatkoreiteiltään. Lisäkustannuksia toivat myös purkupään autonkuljettajien odotusajat. Aiemmin mainittujen tekijöiden lisäksi aikatauluongelmia aiheutti yhdistettyjen kuljetusten heikentynyt asema muihin rautatiekuljetuksiin nähden: nyt ne joutuivat väistämään kaikkia muita kuljetuksia. Lisääntyneet myöhästymiset saivat palvelun käyttäjät siirtämään erityisesti aikatauluherkkiä kuljetuksia radalta takaisin luotettavimmiksi koetuille tieverkkokuljetuksille. Aiemmin yhdistetyt kuljetukset olivat tuoneet palvelun käyttäjien vanhemmalle kalustolle lisäaikaa erityisesti junakuljetuksen ansiosta lyhentyneiden ajomatkojen myötä, mutta siirtymä takaisin tielle edellytti palvelua käyttäneiltä kuljetusliikkeiltä kalustoinvestointeja yhdistelmäajoneuvoihin ja niiden hankintaan. Tämä siirsi kuljetusliikkeitä pysyvämmin tiekuljetusten pariin.

Lisäkustannuksia toi myös vaunuihin kohdistunut akselipainorajoituksen muutos, joka vaikutti varsinkin raskaampiin, pohjoisesta etelään suuntautuneisiin kuljetuksiin ja niiden kuormaamiseen. Muutoksen vuoksi junat piti pakata väljemmin ja yksiköiden väiin piti tulla myös tilaa, jotta akselipainorajoitus ei ylittyisi. Palvelua käyttäneet kuljetusyhtiöt kritisoivat myös palveluhintojen nousua: hintojen katsottiin nousseen erityisesti vuonna 2009 tapahtuneen rahtiliikenteestä vastanneen ja rahtia kuljettaneen VR Cargon ja kumipyöräliikenteeseen keskittyneen Transpointin yhdistymisen jälkeen (Yle, 2011). Aiemmin palvelua käyttäneet yritykset pystyivät varaamaan junasta haluamansa kiintiön eli junakuljetus oli heille muuttuva kustannus, mutta loppuvaiheessa VR:n tavoitteena oli koko junan myyminen kerralla. Käyttäjiä tämä ei kuitenkaan innostanut, sillä heidän volyymeissaan ja kuljetustarpeissaan oli paljon vaihtelua.

Oulu–Helsinki-yhteysvälin volyymit olivat riittävät, mutta eri syistä heikentynyt palvelutaso ja palvelulupauksen toteutumatta jääminen aiheuttivat negatiivisen kierteen kysyntään. Siirtymä kiskoilta takaisin teille vähensi kuljetusmääriä raiteilla ja heikensi junakuljetusten kysyntää, käyttöastetta ja kannattavuutta. Yksikkökohtaisten kustannusten kasvaessa liikennöinnin kustannukset piti kattaa aiempaa pienemmällä yksikkömäärällä, mikä puolestaan lisäsi riskejä raideliikennöitsijän liiketoiminnan kannattavuuden suhteen (vrt. Sirkiä ja muut, 2023, s. 37).

Käyttäjänäkökulmasta tarkasteltuna osa edellä mainituista, yhdistettyjen kuljetusten hiipumiseen vaikuttaneista tekijöistä ajoittuu aikaan, jolloin VR Cargo ja Transpoint fuusioituivat. Yhdistyminen muutti kilpailuasetelmaa siten, että VR koki yhdistyneitä kuljetuksia käyttäneet toimijat aiempaa enemmän kilpailijoiksi. Tämä näkyi myös suhtautumisessa mainittuihin toimijoihin ja koko yhdistettyjen kuljetusten konseptiin, jonka merkitys VR:n hierarkiassa laski. Yhtiö halusi keskittyä selkeästi teollisuuden massakuljetuksiin sekä kumipyöräliikenteen kehittämiseen: Silloinen VR Transpointin markkinointijohtaja Heikki Ruuhijärvi kertoi vuonna 2011 haastattelussa, että junaliikenteen kannattavan mittaluokan määrää ei voi enää ratkaisevasti Suomessa lisätä, ja todellinen liiketoiminnan kasvun potentiaali löytyy kumipyörälogistiikasta. Näin VR:n on hänen mukaansa kehitettävä määrätietoisesti myös maantiekuljetusten resurssejaan ja palveluitaan (Tähtiuutiset, 2011).

Kun VR marraskuussa 2013 tiedotti yhdistettyjen kuljetusten lopettamisesta, se vetosi niiden heikentyneeseen kysyntään, huonoon kannattavuuteen ja siihen, että vallitsevassa tilanteessa ei ole mahdollista luoda kilpailukykyistä palvelumallia. Samassa tiedotteessa yhtiö puhui lopettamisesta aikalisänä ja näki yhdistettyjen kuljetusten uudelleenaloituksen mahdollisena, jos niille löytyy riittävä asiakaskunta ja muut kuljetuksiin liittyvät reunaehdot sitä tukevat. Jälkimmäisellä tarkoitettiin esimerkiksi Vuosaaren sataman konttiliikenteen saamista mukaan ja kuljetuksille aikatauluongelmia aiheuttaneiden Seinäjoki–Oulu-välin ratatöiden valmistumista vuoden 2017 lopulla. (VR, 2013) Helsingissä ja Etelä-

Suomessa yhdistetyille kuljetuksille piti muutenkin löytää uusi kuormauspaikka tai terminaali, sillä yhdistetyt kuljetukset eivät mahtuneet enää Pasilaan aseman muutostöiden jälkeen.

Vuonna 2019 keskusteltiin yhdistettyjen kuljetusten käynnistämisestä Turun sataman ja Oulun välillä. Yhteysvälin molemmissa päissä infrastruktuuri oli jo lähes tai täysin valmiina, ja yhteysvälin ja yleisesti yhdistettyjen kuljetusten potentiaaliin uskottiin, vaikka maanteillä lokakuusta 2013 asti sallitut (Ajoneuvolaki 407/2013, 23 §) 4,4 metriä korkeat kuljetukset eivät enää kyytiin mahtuisikaan. VR Transpointin tuolloinen myynti- ja markkinointijohtaja Tero Kosonen valotti rautatieoperaattorin ajatuksia yhdistetyistä kuljetuksista, ja piti kilpailukyisenä ja kustannustehokkaana rekkajunan operointimallina sellaista, jossa olisi viikoittain kahdesta kolmeen lähtöä suuntaansa optimaalisen junakoon ollessa 20 vaunua. VR hinnoittelisi kuljetukset kustannusperusteisesti, ja hinta olisi tehokkaimmillaan silloin, kun asiakkaat sitoutuvat junan säännölliseen käyttöön ja junat myytäisiin täyteen. Yhdistettyihin kuljetuksiin sopiva kalusto VR:llä on valmiina, joten yhtiö oli valmis lyhyisiinkin koejaksoihin. Sopimusten keston suhteen yhtiö voisi joustaa, mutta jos operoinnin aloittaminen vaatisi investointeja esimerkiksi Turun satamalta tai kaupungilta, voisi tämä asettaa vaatimuksia sopimuskestolle. (Järvinen, 2019) Vuonna 2020 (Harju, 2020) Kosonen kertoi VR Transpointin tasaisin väliajoin selvitelleen, olisiko yhdistetyille kuljetuksille käyttäjiä, mutta toistaiseksi reunaehdot eivät olleet täyttyneet. Kyse on Kososen mukaan ollut yhdistetyt kuljetukset järkeväksi vaihtoehdoksi tekevän riittävän ja riittävän säännöllisen volyymin puutteesta. Muutoin hän sanoi yhtiön suhtautuvan ajatukseen positiivisesti. (Harju, 2020)

2.8.2 Aiemmat selvitykset yhdistetyistä kuljetuksista Suomessa

Vaikka yhdistetyt kuljetukset loppuivat vuonna 2014, on teema pysynyt ajankohtaisena senkin jälkeen. Yhdistettyjen kuljetusten mahdollisuuksia on selvitetty viime vuosina useammassa hankkeessa eri näkökulmista, mutta nämä selvitykset eivät ole poikineet tähän mennessä (elokuussa 2023) konkreettisia toimenpiteitä tai tuloksia. Myös Kouvolan rautatie- ja maantieterminaalin rakentaminen on pitänyt aihetta esillä, tuottanut hyödyllistä materiaalia yhdistettyjen kuljetusten mahdollisuuksien ja edellytysten pohdintaan sekä julkituonut terminaalin suunnittelun ja rakentamisen konkreettisia askeleita. Seuraavaksi käydään lyhyesti läpi näitä viimeaikaisia selvityksiä ja tiivistetään niiden keskeinen anti. Tarkastelussa on myös muutama selvitys ensimmäiseltä, vuoden 2014 alussa päättyneeltä yhdistettyjen kuljetusten jaksolta.

2.8.2.1 Selvitys toimenpiteistä yhdistettyjen kuljetusten käynnistymisen mahdollistamiseksi (2023)

Valtakunnallisessa liikennejärjestelmäsuunnitelmassa (Liikenne 12) ja fossiilittoman liikenteen tiekartassa nostettiin esiin tarve selvittää yhdistettyjen kuljetusten uudelleenkäynnistämisen mahdollisuudet, edellytykset ja tarpeet. Tuoreimmat yhdistettyjä käsittelevät selvitykset, Traficomin tilaama Selvitys toimenpiteistä yhdistettyjen kuljetusten käynnistymisen mahdollistamiseksi (2023) sekä liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) tilaama Yhdistettyjen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Suomessa -raportti (2021), vastasivat tähän tarpeeseen toisiaan täydentävistä näkökulmista.

Traficomin selvitys (Sirkiä ja muut, 2023) keskittyi yhdistettyjen kuljetusten uudelleenkäynnistämisen vaatimien konkreettisten toimenpiteiden määrittämiseen. Työssä laadittiin yhteistyössä potentiaalisten maantie- ja rautatiekuljetusoperaattoreiden, niiden asiakkaiden sekä valikoitujen viranomaisten kanssa toimintakonsepti yhdistettyjen kuljetusten palvelun järjestämiseksi. Tämän pohjalta kehitettiin toimintakonseptia käytännössä testaava yhdistettyjen kuljetusten pilotti, jonka perusideana oli saada kuljetukset käyntiin olemassa olevaa infrastruktuuria hyödyntäen. Myöhemmin konseptia voitaisiin kehittää ja laajentaa mahdollisuuksien ja tarpeiden mukaan muillekin yhteysväleille.

Pilotoitavaksi yhteysväliksi valikoitui muun muassa tarvittavien volyymien, päätepisteiden jatkoyhteyksien ja tämänhetkisten yhdistetyille kuljetuksille soveltuvien kuormauspaikkojen perusteella yhteys Oulusta Vuosaaren satamaan Helsinkiin. Yhteyttä liikennöitäisiin säännöllisesti päivittäin, 24 tunnin kierrolla, yhtenäisenä junarunkona ilman välikuormauksia. Vaunuryhmässä olisi 20–30 junavaunua, jolloin kuljetuskapasiteetti olisi yhdessä lähdössä vähintään 80 TEU:ta. Aiemmista malleista poiketen kuljetettavat yksiköt, kontit tai puoliperävaunut, kuormataan nostoina vaunuun ajamisen sijaan. Konseptissa hyödynnetään muiden logistiikkapalvelutuottajien tai kaupan ja teollisuuden omia tiloja tai terminaaleja. Logistiikan palveluyritykset tuottavat tai hankkivat asiakkaan lukuun kuljetusasiakkaiden ketjun eri vaiheissa tarvitsemat ja valitsemat palvelut. Raideoperaattorin rooli rajoittuu konseptissa junarunkokuljetukseen: se tuottaa vetopalvelut lähtöpaikan ja määränpään välillä. (Sirkiä ja muut, 2023)

Tärkeimpänä edellytyksenä ja haasteena yhdistettyjen kuljetusten toteutumiselle selvitys näki kuljetusten antajien eli kaupan ja teollisuuden tarpeiden sekä logistiikkapalveluiden tarjoajien mahdollisuuksien yhteensovittamisen siten, että toiminta olisi liiketaloudellisesti kannattavaa. Työssä tunnistettiin myös reunaehtoja ja mahdollisia pullonkauloja yhdistetyille kuljetuksille. Näitä olivat muun muassa ratainfrastruktuurin puutteet ja rajoitteet, liikennöintiin liittyvät määräykset, yhdistettyihin kuljetuksiin soveltuvien vaunujen rajoittunut saatavuus, potentiaalisten asiakkaiden aikataulu- ja muiden tarpeiden yhteensovittaminen sekä ratakapasiteetin saatavuus. (Sirkiä ja muut, 2023)

Selvityksessä nousi esiin myös pilotin edistämiseen ja konkretisoimiseen tarvittavia toimenpiteitä. Oli tarpeen laatia toteutettavuustarkastelu, jossa yhteensovitetaan kuljetusasiakkaiden aikataulutarpeita ja laaditaan yksityiskohtainen aikataulu yhdistetyille kuljetuksille, jonka perusteella tarkastellaan ratakapasiteetin riittävyyttä. Erityisen tärkeää oli myös asiakasyritysten sitouttaminen uuden kuljetusmuodon eli rautateitse tapahtuvan runkokuljetuksen käyttöön. Kaluston ja infrastruktuurin suhteen täytyy varmistua vaunujen, veturien sekä kuormauspaikkojen nostokaluston saatavuudesta ja käytettävyydestä, sekä kuormauspaikkojen raide- ja muun infrastruktuurin soveltuvuudesta konseptin tarpeisiin. (Sirkiä ja muut, 2023)

Yhdistettyjen kuljetusten konsepti on uusi, joten eri osapuolilta vaaditaan investointeja esimerkiksi pilotin käynnistämiseksi ja toiminnan kehittämiseksi ja edellytysten varmistamiseksi sen aikana. Mahdollisia tukitoimia, olipa kyse kalusto- tai infrastruktuuri-investointien rahoituksesta tai yhdistettyjen kuljetusten erityisestä huomioinnista ratakapasiteetin jaossa, tullaan todennäköisesti tarvitsemaan. (Sirkiä ja muut, 2023)

2.8.2.2 Yhdistettyjen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Suomessa (2021)

Yhdistettyjen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Suomessa -raportissa (Salanne ja muut, 2021) laadittiin nykytilaa kuvaavan tilastoaineiston ja viimeisimmän tieliikenteen kasvuennusteen avulla arvio yhdistettyihin kuljetuksiin soveltuvista tiekuljetuksista tiettyjen koontialueiden välillä. Tämän tilastollisen kuljetuspotentiaalin perusteella arvioitiin yhdistettyjen kuljetusten mahdollisuuksia ja vaikutuksia liikenteen kasvihuonepäästöihin. Arvion mukaan yhdistetyt kuljetukset vähentäisivät tavaralajien määrästä ja kuljetusten koontialueiden laajuudesta riippuen liikenteen hiilidioksidipäästöjä 18 000–30 000 tonnia vuonna 2030. Tässä arviossa toiminta olisi käynnissä kuudella yhteysvälillä, ja yhdistettyjen kuljetusten osuus Fossiilittoman liikenteen tiekartan tavoittelemasta 1,65 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästövähenemästä olisi vuoteen 2030 mennessä 1,1–1,8 %. Todellisuudessa päästövähenemä olisi kuitenkin pienempi, sillä yhdistettyjä kuljetuksia operoitaisiin todennäköisesti vain osalla tarkastelluista yhteysväleistä. (Salanne ja muut, 2021)

Raportissa tarkasteltiin kuutta, aiemmissa selvityksissä potentiaalisena esiin noussutta yhteysväliä: Helsinki (Kerava)–Oulu/Kuopio, Turku–Oulu/Kuopio ja Tampere–Oulu/Kuopio. Tilastollista kuljetuspotentiaalia on eniten Helsinki–Oulu-yhteysvälillä, jolla voitaisiin vuoden 2030 ennustustilanteessa päästä – edelleen tavaralajien määrästä ja kuljetusten koontialueiden laajuudesta riippuen – arkivuorokaudessa 3–6 junaan kumpaankin suuntaan. Toiseksi eniten potentiaalia on Helsinki–Kuopio-yhteysvälillä.

Kuljetuspotentiaalin hyödyntämisessä ja yleisesti yhdistettyjen kuljetusten käynnistämisessä ja menestymisessä oli selvityksen mukaan monta kriittistä tekijää. Näitä olivat muun muassa konseptin hintakilpailukyky, asiakkaiden aikataulutarpeiden yhteensovittaminen, kuljetusyhteyden luotettavuus ja toimintavarmuus, rautatieoperaattorien kiinnostus palvelun tarjoamiseen, palvelun liiketoiminnallinen kannattavuus, tarvittavat investoinnit kalustoon ja infrastruktuuriin, ratakapasiteetin riittävyys, sekä tukirahoituksen, osallistujien ja toimintaan sitoutuvien tahojen löytäminen.

Keskeisimpinä edellytyksinä yhdistettyjen kuljetusten käynnistämissä selvitys näki investoinnit rataverkkoon, terminaaleihin (Kerava) ja kotimaanliikenteen vaunukalustoon, sitoutuneen ja osaavan operaattorin löytämisen palvelun tuottamiseen, sekä eritasoiset tukitoimet tavaraliikennettä tukevasta aikataulusuunnittelusta ympäristöperusteisiin verohelpotuksiin. (Salanne ja muut, 2021)

Raportissa listattiin myös sen laatimisen aikana esiin nousseita selvitys- ja jatko-toimenpidetarpeita yhdistettyjen kuljetusten käyttöönottoon ja niiden edellytysten parantamiseen. Tarpeiden kirjo ja skaala olivat laajoja. Pohdinnat olivat paikoin varsin alussa, ja osa hankkeista vaatii toteutuakseen pidemmän ajan. Lisäksi osa toimenpidetarpeista kohdistuu yleisemmin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen, eikä niinkään suoraan yhdistettyihin kuljetuksiin. Lähimmäksi konkretiaa tulevat ehdotukset olivat yhdistettyjen kuljetusten kokeiluliikenteen järjestäminen Oulu–Turku-yhteysvälille sekä Helsinki–Tampere–Oulu-yhteysvälin toimintakonseptin laatiminen yhdistettyjen kuljetusten käyttöönottoa varten. Selvitysten osalta Helsingin seudun terminaalin rakentamista ja siihen liittyviä seikkoja tulisi pohtia aina alustavan toteuttamissuunnitelman laatimiseen asti, sekä laatia perusteellinen kalustoselvitys yhdistettyjen kuljetusten kaluston nykytilasta sekä tulevaisuuden vaatimuksista ja tarpeista niin vaunujen kuin rekkojenkin osalta. (Salanne ja muut, 2021)

Raportissa ehdotettiin myös tarvittavien investointien ja tukitoimien sekä niiden mahdollisuuksien selvittämistä. Tarvitaan kokonaiskuva siitä, mitä investointeja eri osapuolten on tehtävä yhdistettyjen kuljetusten käynnistämiseksi ja millaisin keinoin näitä investointeja tai yhdistettyjen kuljetusten liikennöintiä voitaisiin Suomessa tukea. Liikennöinnin tukemiseen kytkeytyy myös tarve selvittää, voidaanko yhdistettyjä kuljetuksia priorisoida rataverkon liikenteen suunnittelussa ja nostaa ne esimerkiksi matkustajaliikenteen tasolle. Tarpeellista on myös selvittää kaupan ja teollisuuden kuljetusasiakkaiden tiekuljetuksille kohdistuvat aikataulu- ja muut vaatimukset. Yhdistettyjen kuljetusten edistämiseksi raportti ehdotti erityisen edistämisryhmän perustamista. Ryhmän potentiaalisia jäseniä olisivat muun muassa liikenne- ja viestintäministeriön ja -viraston, Väyläviraston, logistiikkaliittojen, raidealan neuvottelukunnan (RAINE) ja terminaalikaupunkien sekä niiden satamien ja kauppakamarien edustajat. (Salanne ja muut, 2021)

2.8.2.3 Yhdistettyjen kuljetusten edellytykset Helsinki–Oulu (2020)

Vuonna 2020 ilmestyi Pohjois-Pohjanmaan liiton toimeksiantama Taloustutkimuksen selvitys yhdistettyjen kuljetusten edellytyksistä ja potentiaalista Helsinki–Oulu- ja Helsinki–Turku-yhteysväleillä. Ilmastonäkökulma oli selvityksessä vahvasti mukana, ja yhdistettyjen kuljetusten käyttöönotto nähtiin tehokkaana keinona vähentää raskaan liikenteen hiilidioksidipäästöjä.

Kun kaupan kuljetukset otettiin mukaan, Helsinki–Oulu-välillä arvioitiin kulkevan arkipäivisin 100–150 rekkaa ja Turku–Oulu-välillä 80–100 rekkaa molempiin suuntiin. Taloustutkimuksen mukaan yhdistetyille kuljetuksille oli molemmilla yhteysväleillä potentiaalista kysyntää 20–25 rekan tai vaunun, eli yhden junan, verran joka arkipäivä molempiin suuntiin. Tämän mukaan noin 25–30 prosenttia yhteysvälien maantiekuljetuksista siirtyisi käyttämään yhdistettyjä kuljetuksia. Selvityksessä vertailtiin myös yhdistettyjen kuljetusten ja maantiekuljetusten kustannuksia Helsinki/Turku–Oulu-yhteysvälillä ja esitettiin laskelma, jonka mukaan yhdistetyt kuljetukset ovat taloudellisesti kannattavia sekä rautatieoperaattori VR:n että maantiekuljetusten näkökulmasta, kun yhden junan pituus on vähintään 25 vaunua tai yhdistelmää. (Holm & Tyynilä, 2020)

Selvityksen mukaan yhdistetyt kuljetukset olisi mahdollista käynnistää muutaman vuoden sisällä, mutta niiden edellytyksiä tulisi parantaa monin keinoin. Tarpeellisina rataverkkoinvestointeina lueteltiin Oulun kolmoisraide, Oulu–Liminka ja Oulainen–Ylivieska-välien kaksoisraide sekä pääradan parantaminen Helsinki–Tampere-välillä. Lisäksi Keravalle tarvittaisiin oma terminaalialue yhdistetyille kuljetuksille. Vaunukaluston yhteensopivuutta kuljetusyritysten kaluston kanssa pitää pohtia, ja käydä markkinavuoropuhelua yhdistettyjen kuljetusten konseptista, potentiaalista ja edellytyksistä VR:n ja maanteillä operoivien kuljetusyritystenkin kanssa. Yhdistettyihin kuljetuksiin siirtymistä edesauttavina tekijöinä mainittiin kuljetusten aikataulusuunnittelu, täsmällisyys sekä yhdistetyille kuljetuksille tarjottava ympäristötuki tai muu taloudellinen kannustin. (Holm & Tyynilä, 2020)

2.8.3 Selvityksiä edellisestä yhdistettyjen kuljetusten jaksosta 1991–2014

Myös aiemman yhdistettyjen kuljetusten jakson aikana julkaistiin selvityksiä aiheesta. Tässä esiteltävät selvitykset julkaistiin vuosina 2010 ja 2011, jolloin yhdistetyt kuljetukset olivat jo hiipumassa kuljetusmäärien putoamisen myötä. Kuljetuksia operoinut VR Transpoint ilmoitti jo vuonna 2011, että yhtiö ei voi enää pitkään jatkaa nykyisen mallista palvelutarjontaa ja tappiollista liiketoimintaa (Pöyskö ja muut, 2011, s. 34). Synkästä tilanteesta huolimatta raportit näkivät konseptissa yhä paljon potentiaalia ja pitivät mahdollisena sen laajentamista jopa terminaaliverkostoksi asti. Tästä huolimatta yhdistettyjen kuljetusten suunta ei kääntynyt enää nousuun.

2.8.3.1 Yhdistetyt kuljetukset: Julkisten organisaatioiden rooli ja vaikutusmahdollisuudet (2011)

Liikenneviraston tilaama selvitys arvioi yhdistettyjen kuljetusten nykytilaa ja tulevaisuutta ja pohti julkisten organisaatioiden roolia yhdistettyjen kuljetusten kehittämisessä. Suomen lisäksi yhdistettyjä kuljetuksia tarkasteltiin Euroopan tasolla, ja toimintamalleja ja kokemuksia käytiin läpi varsinkin Ruotsista, Saksasta ja Italiasta. Euroopassa yhdistettyjen kuljetusten toimintaympäristö ja -mallit ovat erilaisia kuin Suomessa, eivätkä kehitys- ja toimintamallit ole kopioitavissa tänne sellaisenaan. Sen sijaan ne tarjoavat hyviä lähtökohtia suomalaisia ja paikallisia tarpeita vastaavan konseptin edistämiseen ja kehittämiseen.

Raportti tunnistaa yhdistettyjen kuljetusten haastavan tilanteen Suomen osalta. Kuljetusten määrä on laskussa, reittiverkosto harvenee vähäisen kysynnän vuoksi ja toiminta on rautatieoperaattorille tappiollista. Tästä huolimatta selvityksen haastatteluissa tuli esiin keskeisten toimijoiden kiinnostus konseptia kohtaan ja tahtotila reittiverkoston laajentamiseen ja kehittämiseen. Yhdistetyt kuljetukset nähtiin tärkeänä osana Suomen logistisen kilpailukyvyn turvaamista sekä eurooppalaisten ja kansallisten liikenne- ja ilmastopoliittisten tavoitteiden toteutumista. (Pöyskö ja muut, 2011)

Yhdistettyjen kuljetusten jatkuminen edellytti raportin mukaan tehokkaamman toimintamallin löytymistä tai yhteiskunnan tukea. Kuljetusverkostojen ja sen palveluiden pitkäjänteisen kehittämisen lähtökohtana pidettiin kansallisen tahtotilan muodostamista, konkreettisten tavoitteiden asettamista tahtotilan pohjalta sekä tavoitteiden saavuttamista tukevien toimenpiteiden määrittämistä. (Pöyskö ja muut, 2011)

Raportin lopputulemana esitettiin kaksi vaihtoehtoista skenaariota yhdistettyjen kuljetusten tulevaisuudelle. Ensimmäisessä skenaariossa jatketaan vallinneella linjalla, eli reittiverkoston ja palvelutarjonnan annetaan kehittyä markkinalähtöisesti, eivätkä julkiset organisaatiot osallistu aktiivisesti niiden kehittämiseen. Toisessa mallissa eli kehitysskenaariossa määritetään strateginen, tavoitteellinen kuljetus- ja terminaaliverkko, jota priorisoidaan toimenpiteiden toteutuksessa ja kaikessa infrastruktuurin kehittämisessä. Alkuvaiheessa priorisoitaisiin tärkeimmät yhteysvälit sekä toimenpiteet, myöhemmin verkostoa voidaan laajentaa. Lisäksi mallissa tuetaan uusien palveluntarjoajien pääsyä markkinoille, kehitetään terminaaliverkostoa ja infrastruktuuria sekä tarkistetaan rataverkon käyttöä koskevia hinnoitteluperiaatteita ja ajoneuvoveropoliittisia ratkaisuja. Tässä skenaariossa julkisilla organisaatioilla ja julkisella rahoituksella olisi merkittävä rooli yhdistettyjen kuljetusten edistämisessä. Julkiset organisaatiot muun muassa edistäisivät yritysten välistä logistiikkayhteistyötä, olisivat muodostamassa kansallista tahtotilaa sekä edistäisivät kehitystyötä, esimerkiksi kehittämällä uusia palvelumalleja ja teknologioita sekä pilotoimalla niitä. Infrastruktuuriedellytysten kohdalla julkisen organisaatiot edistäisivät keskeisten raideliikenneyhteyksien toimivuutta ja huolehtisivat, että tärkeät logistiikan

solmupistekunnat huomioivat terminaalien alue- ja sijaintitarpeet ja varautuvat niihin. (Pöyskö ja muut, 2011)

2.8.3.2 Seinäjoen seudun yhdistetyt kuljetukset – tarveselvitys (2010)

Vuonna 2010 julkaistiin selvitys Seinäjoen seudun yhdistetyistä kuljetuksista. Seinäjoen seudun elinkeinokeskus, Liikennevirasto, Etelä-Pohjanmaan liitto ja VR-yhtymä Oy selvittivät yhteistyössä Etelä-Pohjanmaan elinkeinoelämän kanssa mahdollisuuksia käynnistää yhdistetyt kuljetukset alueella. Työssä pyrittiin selvittämään Seinäjoen seudun yritysten kuljetustarpeita senhetkisten kuljetusten volyymien sekä lähitulevaisuuden kuljetusnäkymien osalta. Toinen päätavoite oli selvittää toiminnalliset ja tekniset edellytykset yhdistettyjen kuljetusten käynnistämiselle esimerkiksi terminaalin sijoittumisen, toimintojen ja palvelujen sekä yhdistettyjen kuljetusten kokonaisuuden hallinnan ja koordinoinnin osalta.

Yrityskyselyn perusteella yhdistetyille kuljetuksille nähtiin kysyntää erityisesti Seinäjoki–Helsinki-yhteysvälillä, jossa oli mahdollisuudet kokonaisen junan, eli kokonaisuudessaan noin 15–25 vaunun tai ajoneuvoyhdistelmän säännölliseen vuorokausiliikenteeseen. Raiteilla kulkisi niin kappaletavaraa, kaupan kuljetuksia kuin lämpösäädeltyjä elintarvikkeitakin. Haastavaa oli kuitenkin, että kaupan ja elintarvikelogistiikan aikatauluvaatimukset erosivat selvästi kappaletavaran kuljetuksiin erikoistuneiden yritysten toiveista, joten kuljetukset olisi todennäköisesti jaettava ainakin kahteen eri junaan. Junakohtaiset kuljetusmäärät pienentyisivät siten, että liikennöinnistä ei saada kannattavaa. Keskeisenä toimenpiteenä seuraavassa vaiheessa nähtiinkin aikataulutoiveiden tarkempi selvittäminen ja yhteensovittaminen. (Pöyskö & Harvio, 2010, s. 17–20)

Selvityksessä arvioitiin, että yhdistyt kuljetukset olisi todennäköisesti järkevää aloittaa alkuvaiheessa kappaletavaralogistiikan kuljetuksilla, jolloin Etelä-Pohjanmaan kuljetukset täyttäisivät yli puolet junasta. Lisäpotentiaalia kuljetusten täydentämiseen tulisi mahdollisesti Vaasan, Ylivieskan ja Kokkolan seuduilta. Lisäksi yrityskyselyssä nousi esiin merkkejä siitä, että pidemmällä aikavälillä – toiminnan käynnistymisen ja vakiintumisen jälkeen – kuljetusmäärät voisivat olla suurempia kuin alkuvaiheessa. (Pöyskö & Harvio, 2010, s. 19)

Toiminnallisina edellytyksinä yhdistettyjen kuljetusten aloittamiselle selvitys listasi yhdistettyjen kuljetusten terminaalin eli lastaus- ja purkupaikan rakentamisen, uuden ratayhteyden rakentamisen Haapamäen radalta Seinäjoen tavararatapihalle sekä sähkövetureilla uuteen terminaaliin liikennöimisen mahdollistavan Haapamäen radan alkuosan sähköistämisen. Lisäksi Seinäjoki–Helsinki-yhteyden avaaminen vaatisi satsauksia vaunukalustoon: uusia vaunuja tarvittaisiin noin 50 kappaletta. (Pöyskö & Harvio, 2010, s. 19–20)

2.8.3.3 KombiSuomea rakentamassa: Yhdistettyjen kuljetusten edistäminen -hankkeen loppuraportti (2010)

Vuosina 2007–2010 toteutetun KombiSuomi-hankkeen tavoitteena oli yhdistettyjen kuljetusten edistäminen koko Suomessa. Yleisen teollisuusliiton koordinoima hanke kokosi yhteen laajan asiantuntijajoukon pohtimaan ja edistämään yhdistettyjä kuljetuksia ja niiden potentiaalia, sekä yleisesti Suomen kuljetusjärjestelmän ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Hankkeessa muun muassa pohdittiin työryhmittäin yhdistettyjen kuljetusten operointimallia, toimintaedellytyksiä, tekniikkaa, ympäristö-, energiatehokkuus- ja turvallisuusnäkökulmia. Osana hanketta kartoitettiin yhdistettyjen kuljetusten soveltamisen edellytyksiä ja potentiaalia Suomessa, pääasiassa asiantuntijahaastattelujen ja tilastojen avulla. Keskiössä oli asiakkaiden tarpeita vastaavan, kilpailukykyisen ja houkuttelevan toimintamallin löytäminen – tekniset ongelmat ja haasteet ovat kyllä ratkaistavissa. Lähtökohta voidaan nähdä myös kritiikkinä silloista yhdistettyjen kuljetusten toimintamallia kohtaan ja merkkinä siitä, että ongelmat olivat näkyvissä jo tuolloin.

Selvityksen haastatteluissa yleisasenne yhdistettyjä kuljetuksia kohtaan oli varsin positiivinen ja kiinnostunut, vaikka silloinen VR:n tarjoama tuote ja toimintamalli eivät vastanneet odotuksiin tai tarpeisiin toivotusti. Haluttiin selvittää, miten palvelu voitaisiin toteuttaa nykyisestä eroavalla konseptilla ja matalammalla kustannusrakenteella. Hinta ja laatu korostuivat, kun pohdittiin valmiutta käyttää yhdistettyjä kuljetuksia: niiltä toivottiin muun muassa vastaavaa tiekuljetusta edullisempaa hintaa, tarpeita vastaavaa palvelukokonaisuutta, kuljetuksen helppoa hankittavuutta ja käyttöä, tasalaatuisuutta sekä palvelun tasapuolisista saatavuutta ja käytettävyyttä. Silloista kattavampaa palvelutarjontaakin tarvittiin, muun muassa kaikkien suuryksiköiden, esimerkiksi konttien, saamista samaan junaan. Aikatauluvaatimukset ja niiden tiukkuus vaihtelivat tavarasta ja asiakkaasta riippuen. Yhdistetyt kuljetukset haluttiin nähdä osana laajempaa kuljetusketjua, ja aikataulut olisi pitänyt saada sovitettua esimerkiksi laivojen aikatauluihin sekä asiakkaiden toiminnan tai kuljetustuotannon, kuten noudon ja jakelun, rytmiin. Potentiaalisimmiksi yhteysväleiksi nähtiin yhteydet pääkaupunkiseudulta Ouluun, Jyväskylään ja Kuopioon. (Käppi ja muut, 2010, s. 47–49)

Haastattelujen mukaan kynnys yhdistettyjen kuljetusten käyttöön oli matala. Tarvittiin kuitenkin yhteinen tavoite ja tahtotila sekä riittävästi sitoutuneita tahoja, investointihalukkuutta ja toiminta- ja käyttövarmuutta. Lisäksi tarvittiin alullepanija ja vastuutaho, joka tarttuisi toimeen. Ympäristönäkökulman merkityksen korostuminen, polttoaineiden hinnannousu ja kuljettajapula olivat kaikki tekijöitä, jotka puhuivat yhdistettyjen kuljetusten ja ylipäätään logistiikan tehostamisen puolesta. Tarvittava sysäys voisi tulla esimerkiksi EU-direktiivien, kansallisen ohjauksen tai yhteiskunnan tarjoamien kannustimien kautta. (Käppi ja muut, 2010, s. 53)

Hankkeen tuloksena ideoitiin alustavasti KombiSuomi-toimintamalli, idea yhdistettyjen kuljetusten konseptista Suomessa. Ratkaisuna nähtiin suuryksiköiden kuljetuspalvelu, jota neutraali operaattori – joka ei kilpaile omien asiakkaidensa kanssa – tarjoaa joukkoliikenteen logiikalla eli kaikille samalla tariffirakenteella ja matalalla kustannusrakenteella. Palvelun tavoitteena oli olla kilpailukykyinen myös totuttua lyhyemmillä yhteysväleillä ja siihen sisältyi ajatus yhteysvälien joustavasta hyödyntämisestä, jolloin kysymys ei olisi ollut enää pelkistä kahden pisteen välisistä meno- ja/tai paluukuljetuksista (Käppi ja muut, 2010, s. 43).

Jatkossa toimintamalli oli tarkoitus muotoilla konkreettisiksi palveluiksi, yhteyksiksi ja aikatauluiksi, jotta sitä olisi päästy testaamaan ja jatkojalostamaan käytännön toimijoilla ja toimilla. Näin olisi saatu käsitys eri solmupisteiden rooleista ja mahdollisuuksista. Hankkeessa nähtiin, että toiminta olisi ollut mahdollista käynnistää liiketaloudellisin perustein, mutta se taas olisi edellyttänyt toimintaedellytysten kehittämistä. Ennen kaikkea olisi tarvittu yhteinen tahtotila, sitä tukeva tavoitteisto ja sitoutumista. Lisäksi koko toiminnalla olisi pitänyt olla vastuutaho, joka olisi koordinoinut kuljetusketjujen ja yhdistettyjen kuljetusten kehittämistä pitkäjänteisesti ja määrätietoisesti nimenomaan kokonaisuutena, osana valtakunnallista logistiikkajärjestelmää. (Käppi ja muut, 2010)

2.8.4 Rautatiemarkkinoiden kilpailu Suomessa

EU on tavoitteellisesti pyrkinyt muuttamaan markkinoiden suuntaa kotimarkkinoista ja monopoleista kohti kilpailukykyisiä, yhtenäisiä eurooppalaisia markkinoita vapauttamalla rautateiden tavaraliikennettä ja purkamalla sääntelyä. Alkuperäisenä ajatuksena oli löytää ratkaisu rautateiden tavaraliikenteen taantumiseen ja parantaa kilpailukykyä maanteiden tavaraliikenteeseen nähden (Laroche ja muut, 2017). Suomi avasi markkinansa viimeisten jäsenmaiden joukossa: kansainväliset rautateiden tavaraliikennemarkkinat avattiin vuonna 2003 ja kotimaan markkinat vuonna 2007 (Laisi ja muut, 2012). Kilpailun vapauttamisesta huolimatta markkinoille ei ole syntynyt toivottua kilpailua, ja VR:n markkinaosuus tavarajunaliikenteestä on yhä yli 90 prosenttia (Buri ja muut, 2022). Ensimmäinen todellinen kilpailija VR:lle, Fenniarail, tuli markkinoille vasta vuonna 2016, ja seuraava, Operail Finland Oy, vuonna 2020 (Buri ja muut, 2022, s. 12, 17 & 100).

Tavarajunaliikenteen markkinaosuutta voidaan kuvailla staattiseksi verrattuna rekkakuljetuksiin, mikä tekee siitä erittäin monopolistisen ja hitaan muuttumaan. Tämän-kaltainen epäsymmetrinen markkinatilanne on johtanut muun muassa ei-kilpailukykyiseen hintatasoon. Tavaraliikenteessä tämä tarkoittaa, että kuluttajat valitsevat usein vaihtoehtoisen kuljetusmuodon, kuten rekkakuljetuksen. Toisaalta asiakkailta, joille rautatie on selvästi paras vaihtoehto esimerkiksi mittakaavaetujen vuoksi, määräävässä asemassa oleva operaattori voi periä markkinoilla vallitsevaa hintatasoa korkeampaa hintaa.

Suomessa valtionyhtiö Valtionrautatiet muutettiin vuonna 1990 liikelaitokseksi, joka yhtiöitettiin VR-Yhtymä Oy:ksi vuonna 1995 (Junka, 2010, s. 36 & 38). Yhtiöittämisen yhteydessä alueita ja raiteistoja, joilla VR:n varikot, terminaalit ja muut oheispalvelut sijaitsivat, luovutettiin VR-Yhtymän omistukseen (Iikkanen ja muut, 2012, s. 19). Nykyään yhtiön nimi on VR Group (VR), ja logistiikasta vastaa tytäryhtiö VR Transpoint (VR Group, 2010). VR:n koko osakekannan omistaa edelleen Suomen valtio (Tuominen-Thuesen, 2019, s. 107). VR oli pitkään vastuussa myös liikenteenohjauksesta, mutta se eriytettiin VR-konsernista vuonna 2015. Syyksi kerrottiin, että liikenteenohjauspalveluita tulee kyetä tarjoamaan kaikille asiakkaille tasapuolisesti rautatieliikenteen kilpailun edelleen vapautuessa tulevina vuosina (Valtioneuvosto, 2014).

Pääasialliset markkinoilletulon esteet Suomessa ovat rautatiekalusto-ostot, olemassa olevien rautatieyhtiöiden palvelujen saatavuus sekä byrokratia. Suomessa on erittäin haastavaa hankkia käytettyä rautatiekalustoa Suomen ainutlaatuisen raideleveyden vuoksi, eikä sille vastaavasti löydy jälkimarkkinaakaan kalustoa myytäessä, mikä johtaa merkittäviin uponneisiin kustannuksiin. Aikaisemmin yhdistettyihin kuljetuksiin käyte-tyn kaluston omistaa edelleen VR Transpoint (Salanne ja muut, 2021, s. 16). Kalusto-ongelmaa lisää, että yhdistettyihin kuljetuksiin tarkoitettua optimaalista vaunukalustoa ei tällä hetkellä ole käytettävissä. Suomessa aikaisemmin käytössä olleisiin vaunuihin voidaan lastata enintään 4,2 metriä korkeita puoliperävaunuja ja ajoneuvoja, mutta Suomessa käytössä olevien puoliperävaunujen enimmäiskorkeus kasvoi vuonna 2013 4,4 metriin (Sirkiä ja muut, 2023, s. 21 & 27; Salanne ja muut, 2021, s. 16).

Markkinoilletulon esteiksi nähdään myös valtion pitkä yhteistyöhistoria VR:n kanssa, uusien operaattoreiden toimintavarmuuden osoittamisen vaikeus ennen sopimusten tekoa, epätasainen kilpailuasetelma VR:n kanssa, heikko työvoiman ja ratakapasiteetin saatavuus, VR:n vahva ja vakiintunut markkina-asema sekä VR:n rooli oheispalvelujen tarjoajana ja kiinteistöjen, kuten terminaalien, omistajana (Buri ja muut, 2022, s. 101, 115–117 & 120). Kilpailu- ja kuluttajavirasto (KKV) on saanut useita tutkintapyyntöjä liittyen VR:n markkina-aseman väärinkäyttöön, mutta pienistä kehitysaskeleista huolimatta keskeiset markkinoilletulon esteet ovat pysyneet samana kilpailun avautumisesta lähtien (Buri ja muut, 2022, s. 117 & 120–121). Vakiintuneet rautatieliikenteen toimijat voivat estää pääsyn joihinkin palveluihin esimerkiksi hintakilpailun ja yhteiskäyttökäytävien kautta (Laisi ja muut, 2012). Myös tarvittavien taitojen ja pätevyyden omaavien henkilöiden rekrytointi nähdään esteenä Suomen markkinoilla. Lisäksi ennen rautateillä liikennöintiä pitää selvittää paljon byrokratiaa, mikä voi olla varsin vaativaa etenkin uusille tulokkaille.

Suomen rautatielain (304/2011) 3. §:n mukaan rautatieliikenteen harjoittajien on suoritettava neljä vaihetta päästäkseen rautateiden tavaraliikennemarkkinoille. Ensimmäinen vaihe on hakea Liikenne- ja viestintäviraston myöntämää turvallisuustodistusta. Toisessa vaiheessa haetaan liikenne- ja viestintäministeriön myöntämää toimilupaa. Nämä lisenssit

ovat voimassa koko Euroopan talousalueella. Kun asiakirjat on myönnetty, mikä voidaan tehdä enintään viideksi vuodeksi kerrallaan, haetaan ratakapasiteettia Väylävirastolta. Pyyntö on tehtävä vähintään kahdeksan kuukautta etukäteen, ja se on voimassa seuraavaan kapasiteetin hakujaksoon asti. Tulevan rautatieliikenteen harjoittajan on siis tiedettävä kapasiteettinsa ja kysyntänsä lähes vuosi etukäteen, vaikka niitä voi olla vaikea arvioida ilman aikaisempaa kokemusta. Neljäs ja viimeinen vaihe on rataverkon käyttöä ja rautatieliikennepalveluja koskevan sopimuksen tekeminen. Kun kaikki neljä vaihetta on suoritettu ja vaatimukset on täytetty, rautatieyritys voi aloittaa toimintansa.

Porterin viiden kilpailuvoiman mallia (engl. Porter's five forces analysis) voidaan hyödyntää myös rautatiekuljetusmarkkinoiden analysoinnissa. Tällöin voimia voivat olla muun muassa alan kilpailu, uudet rautatiehankkeet, korvaavat kuljetusmuodot, kuluttajien valta ostaa kuljetuspalveluita sekä tavarantoimittajien valta. Nämä viisi voimaa on havainnollistettu alla (Kuvio 20). Kuluttajien vaikutus tavaran-kuljetusmarkkinoihin ja kilpailun syntymiseen toimialan sisällä on kiistaton. Rautatie-liikennemarkkinoille tulevat yritykset kilpailevat toimialan sisällä arvoketjun muista elementeistä, kuten asiakkaista ja resursseista. Esimerkiksi korvaavien palvelujen uhka ja ostajien neuvotteluvoima voivat olla Suomessa merkittävimmät markkinaesteet. Koska markkinoilla on useita esteitä, rautatieliikennemarkkinoiden houkuttelevuus heikkenee, eli markkinoille tulee vähemmän uusia tulokkaita.

Kuvio 20 Rautatieliikenteen viisi voimaa.

Nykytilanteessa vaikuttaa hyvin epätodennäköiseltä, että rautatiemarkkinoille syntyisi enemmän kilpailua ilman sitä vauhdittavia toimenpiteitä. Tällaisia toimenpiteitä ovat sekä säädännölliset että muut markkinarakenteeseen ja toimintaan liittyvät toimenpiteet. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että tällaiset kilpailua edistävät toimet ovat voineet johtaa myös lisäkustannuksiin ja heikentää rautateiden kilpailukykyä (Buri ja muut, 2022, s. 79 & 124).

2.8.5 Yhdistettyjen kuljetusten nykytila Suomessa

Rautatiekuljetusten osuus kotimaan tavaraliikenteestä oli vuonna 2021 vain noin 8,5 prosenttia kuljetetuista tonneista, joka on huomattavasti alle Euroopan 22 prosentin keskiarvon (Traficom, 2021a; Buri ja muut, 2022, s. 39). Yhdistettyjä kuljetuksia ei edellä mainitussa lukemassa kuitenkaan ole, sillä Suomessa ei ole ollut yhdistettyjä kuljetuksia tarjoavaa raideoperaattoria vuoden 2014 jälkeen (Salanne ja muut, 2021, s. 10). Tässä osiossa tehdään yleinen selvitys rautatiemarkkinoista, sillä ne määrittelevät pitkälti yhdistettyjen kuljetusten mahdollisuuksia ja askeleita niiden uudelleenkäynnistämiseksi.

Suomen rataverkostosta ja rataverkon ylläpidosta huolehtii Suomen valtion Väylävirasto, joka tarjoaa myös lukuisia peruspalveluja, kuten pääsyn omistamilleen laituri- ja asemaalueille, tavaraliikenneterminaaleihin sekä järjestelyratapihoille (Buri ja muut, 2022, s. 16). Liikenne- ja viestintävirasto puolestaan toimii lupaviranomaisena, ja rautatiealan sääntelyelin valvoo rautatiemarkkinoiden toimivuutta, tasapuolisuutta ja syrji-mättömyyttä (Buri ja muut, 2022, s. 16).

Suomen suurin raideoperaattori on VR, jolla on yli 90 prosentin markkinaosuus. Yhtiö omistaa myös lukuisia oheispalvelukiinteistöjä, mukaan lukien terminaaleja, ja on rautatiemarkkinadirektiivin mukaisesti velvoitettu tarjoamaan palveluita tasapuolisesti myös kilpailijoiden käyttöön (Buri ja muut, 2022, s. 16, 120 & 123). Iikkasen ja muiden (2012, s. 19) mukaan kilpailun toimivuuden kannalta olisi selkeämpää, jos Liikenne-virasto (nykyään Väylävirasto) hallinnoisi kaikkia kuormauspaikkoja ja jakaisi niille kapasiteettia, sillä rautatieliikenteen kilpailun toimivuuden kannalta on oleellista, että ratapihakiinteistöt ja laitteet ovat kaikille tasapuolisesti käytettävissä.

Pöyskön ja muiden (2011, s. 3) mukaan Suomessa yhdistettyjen kuljetusten tarpeisiin on rakennettu vain Oulun seudulla toimiva Oritkarin yhdistettyjen kuljetusten terminaali. Lisäksi yhdistettyjen kuljetusten käytössä on ollut myös Helsingin Pasilan ja Tampereen Viinikan ratapihojen yhteydessä toimivat lastausalueet (Pöyskö ja muut, 2011, s. 3). Tämän jälkeen on kuitenkin rakennettu täysin uusi yhdistettyjen kuljetusten terminaali Kouvolaan, joka otettiin käyttöön toukokuussa 2023 (Kouvolan kaupunki, 2023a; Kouvolan kaupunki, 2023b). Terminaalin rakennuttajana toimi Kouvolan kunta, mutta hallinnoimisesta ja terminaalin kehittämisestä vastaa yksityinen osakeyhtiö Railgate Finland Oy

(Kouvolan kaupunki, 2023a). Uusiakin terminaaleja on kaavailtu Seinäjoelle, jonne tarvittaisiin täysin uusi terminaali, ja Turkuun, jossa vanhan junalauttasataman olemassa oleva ratayhteys mahdollistaisi yhdistettyjen kuljetusten uudelleenkäynnistyksen nopeallakin aikataululla. Aiheesta onkin käyty keskusteluja muun muassa VR:n kanssa. (Seinäjoen seudun elinkeinokeskus, 2010, s. 23; Nirhamo, 2020)

Kilpailun osalta voidaan todeta, ettei markkinoille ole ollut tungosta. Markkinoiden avaamisen jälkeen VR:n kilpailijoiksi on tullut vain kaksi uutta raideoperaattoria, ja Rautatiealan säätelyelimen vuonna 2019 tekemässä kyselyssä yli kolmannes tavaraliikenteen loppuasiakkaista koki kilpailun toimivan melko tai erittäin huonosti (Buri ja muut, 2022, s. 100–101). Sittemmin tilanne on hieman parantunut, mutta edelleen vuonna 2021 yli neljännes tavaraliikenteen loppuasiakkaista koki kilpailun toimivan melko tai erittäin huonosti (Buri ja muut, 2022, s. 101). Uudet raideoperaattorit eivät pysty kilpailemaan VR:n kapasiteetin kanssa (Buri ja muut, s. 101). VR omistaa yli 350 tavaraliikenteeseen käyttökelpoista veturia sekä noin 9 000 vaunua, kun taas Fenniarail omistaa kuusi veturia ja on vuokrannut 22 vaunua (Buri ja muut, 2022, s. 101). Suomessa operoiva Viron valtion omistama Operail toimii Suomessa yhdeksällä veturilla, mutta sen emoyhtiö omistaa tuhansia Suomen rataleveydelle sopivia vaunuja (Buri ja muut, 2022, s. 100). Raideoperaattoreiden lisäksi Suomessa on myös paikallisia toimijoita, joista osa omistaa vaihtotyöhön tarkoitettuja vetureita, mutta ei operoi Suomen koko rataverkolla (Buri ja muut, 2022, s. 100).

Suomen ja Ruotsin yhdistettyjen kuljetusten historiassa on jonkin verran yhteneväisyksiä. Molemmissa maissa yhdistettyjä kuljetuksia hoiti aiemmim valtionyhtiö. Valtionyhtiön hoitaessa yhdistettyjä kuljetuksia Ruotsissa asiakkaat eivät olleet tyytyväisiä palvelun laatuun ja nouseviin hintoihin, ja Suomessa yhdistettyjen kuljetusten kysyntä ei ollut loppuvaiheessa enää riittävää. Tähän yhtäläisyydet loppuvatkin: Ruotsissa yhdistetyistä kuljetuksista huolehtiva osa valtionyhtiöstä eriytettiin ja myytiin vaiheittain lopulta kokonaan Norjan valtionyhtiölle, kun taas Suomessa yhdistetyt kuljetukset yksinkertaisesti lopetettiin laskeneen kysynnän ja heikon kannattavuuden takia.

Yhdistetyissä kuljetuksissa voidaan Suomen todeta olevan paljon jäljessä Ruotsia. Suomessa ei ole tällä hetkellä edes yhdistetyille kuljetuksille välttämättömiä runkokuljetuksia tarjoavaa raideoperaattoria. Tästä syystä rautatiemarkkinoita tarkastellaan myös yleisellä tasolla, erityishuomion kohdistuessa rautatiemarkkinoiden kehitykseen sekä yhdistettyjen kuljetusten uudelleenkäynnistämisen edellytyksiin ja esteisiin.

Suomen rautatiemarkkina on hyvin alkeellinen ja muistuttaa kilpailun osalta Saksaa noin 20 vuotta sitten, jolloin DB AG:n markkinaosuus oli lähes 100 prosenttia. Todellisen kilpailun puute onkin suurin ero verrattaessa Suomea muihin maihin. Markkinaa hallitsee yli 90 prosentin osuudella markkinajohtaja VR, jonka vahvaa asemaa korostaa rooli oheispalveluiden tarjoajana. Uusia toimijoita on markkinoille tullut viidentoista vuoden aikana vain kaksi, eivätkä ne pysty kilpailemaan VR:n kapasiteetin kanssa. VR:n vahvaa asemaa

on todennäköisesti pitänyt yllä vasta vuonna 2021 päättynyt yksinoikeus rautateiden matkustajaliikenteeseen.

Tavaraliikennemarkkinat avattiin kilpailulle jo vuonna 2007, mutta käytännössä VR:n yksinoikeus jatkui vielä pitkään tämän jälkeen, koska uusia toimijoita ei ollut. VR:stä tehdyt tutkintapyynnöt kilpailulain rikkomisesta kertovat myös, ettei se ole omalla toiminnallaan ainakaan edistänyt kilpailun syntymistä tai lisääntymistä. Toisaalta yhdistettyjen kuljetusten kilpailutilanne on tällä hetkellä uudistuksille suotuisa, sillä yhdistettyjen kuljetusten markkinat ovat tyhjät. Tämä antaa uusille toimijoille paremmat mahdollisuudet tulla markkinoille.

Suomessa kilpailulle haitallisia uhkakuvia on pienissä määrin korjattu, esimerkiksi liikenteenohjauspalvelut on eriytetty VR-konsernista. Rautatiemarkkinoiden historiasta on kuitenkin erotettavissa selvempi, konservatiivinen piirre, jossa muutoksia on haluttu ennemmin välttää kuin tehdä. Tästä viestii muun muassa sekä rahti- että matkustaja-liikennemarkkinoiden avaaminen kilpailulle Suomessa käytännössä vasta, kun tähän tuli velvollisuus Euroopan unionin tasolta. Lisäksi jo 2010-luvun alussa nostettiin esille, kuinka kilpailun toimivuuden kannalta olisi selkeämpää, jos Liikennevirasto hallinnoisi kaikkia kuormauspaikkoja ja niiden kapasiteetin jakoa VR:n sijasta. VR:llä on kuitenkin edelleen vahva asema terminaalien omistajana ja oheispalveluiden tarjoajana. Pienistä kehitysaskeleista huolimatta markkinoilletulon esteet ovat pysyneet samoina kilpailun avautumista lähtien. Jostain syystä Suomessa ei olla haluttu toteuttaa muissa maissa menestyksekkääksi todettuja toimia, mikä heijastuu myös rautateiden pienehköön osuuteen tavaraliikenteessä. Suomessa ei ole raportoitu vastaavanlaisista positiivisista tuloksistakaan kuin muissa tarkasteltavina olleissa maissa.

Muissa maissa tilanne on parempi, vaikkakaan ei täysin ongelmaton. Esimerkiksi Ruotsissa kamppailtiin markkinoiden pirstaloitumisen kanssa, ja Isossa-Britanniassa keskustellaan valtion velvollisuudesta kannustaa rahdin siirtymistä raiteille tukemalla yksityisiä terminaaliomistajia investoinneissa. Ruotsissa markkinoiden pirstaloituminen saattoi olla vain hetkellinen oire markkinoiden murrosvaiheessa, ja kuten Iso-Britanniasta voidaan nähdä, ei markkinoiden pirstaloituminen ole este hyvin toimiville yhdistettyjen kuljetusten markkinoille: toimivat markkinat vaativat eri toimijoiden yhteistyötä, jolla jo itsessään on positiivisia vaikutuksia. Saksassa vahvat rautatiemarkkinat kehittyvät puolestaan jatkuvasti eteenpäin.

2.8.6 Yhdistettyjen kuljetusten aikaisempi toimintamalli Suomessa

Kuten aiemmin todettiin, yhdistettyjä kuljetuksia tarjosi vain VR, joka vastasi sekä junaettä terminaalioperoinnista ja tarjosi palvelua pääosin isoille kansallisille ja kansainvälisille logistiikka-alan yrityksille (Pöyskö ja muut, 2011, s. 3). Tuolloin kuljettajat joko

lastasivat kuorma-autot ja trailerit suoraan junanvaunuihin tai jättivät ne terminaaliin VR:n lastattavaksi lisämaksusta. VR toimi siis raide-, terminaali- ja intermodaalisena operaattorina Suomen yhdistetyissä kuljetuksissa. Voidaan päätellä, että VR tarjosi terminaalista terminaaliin -palvelua ja vastasi tähän tarvittavista prosesseista itse. Asiakkaina olevat logistiikka-alan yritykset vastasivat alku- ja loppupään syöttö- ja jakelukuljetuksista, sekä ottivat yhteyttä loppuasiakkaaseen.

Kuljetusyrittäjällä on siis loppuasiakas, jonka tavaroita se kuljettaa ja toimii samalla asiakkaan yhteishenkilönä. Kuljetusyritys tekee päätöksen modaalivalinnasta itse, eli se ei ole asiakkaasta riippuvaa. Näin kuljetusyritys kontrolloi kuljetusketjua alusta loppuun. Osan matkasta se ”ulkoistaa” VR:lle, joka huolehtii runkokuljetusosuudesta ja täten toimii intermodaalisena operaattorina, joka ei ole ulkoistanut tähän osuuteen kuuluvia toimintoja vaan toimii itse myös raide- ja terminaalioperaattorina.

2.8.7 Miten yhdistettyjä kuljetuksia tuetaan Suomessa

Pöyskön ja muiden (2011, s. 6) tekemän selvityksen mukaan Suomessa ei ole kansallista tukiohjelmaa yhdistettyjen kuljetusten investointeihin, mutta tukea on voinut hakea eurooppalaisista rahoitusohjelmista, kuten Marco Polo II ja EU:n TEN-T rahoitustuki -ohjelmista (CEF). CEF (Verkkojen Eurooppa / Connecting Europe Facility) on Euroopan unionin rahoitusväline, joka on suunniteltu tukemaan Euroopan laajuista liikenne-, energia- ja digitaali-infrastruktuurien kehittämistä. Tällä hetkellä on käynnissä CEF2-rahoituskausi vuosille 2021–2027, jonka budjetti on 33,7 miljardia euroa. Hankekohtainen avustuksen määrä on muutamista sadoista tuhansista euroista kymmeniin miljooniin euroihin. Muita mahdollisia rahoitusohjelmia ovat LIFE ja Military Mobility. LIFE-ohjelma on EU:n ainoa yksinomaan ympäristölle, luonnonsuojeluun ja ilmastotoimiin kohdistuva EU-rahoitus. LIFE-ohjelman budjetti vuosiksi 2021–2027 on noin 5,4 miljardia euroa (Ympäristöministeriö, 2023). EU:n Military Mobility -rahoitusinstrumentti on tarkoitettu parantamaan sotilaallista liikkuvuutta.

Esimerkiksi joulukuussa 2022 valmistunut Kouvolan yhdistettyjen kuljetusten terminaali rakennettiin täysin julkisella rahoituksella. Kouvolan kaupungin osuus oli 34 miljoonan euron toteutuneista kustannuksista 23,6 miljoonaa euroa, EU rahoituksen 6,8 miljoonaa euroa ja valtion osuus 3,5 miljoonaa euroa (Kouvolan kaupunki, 2023a). Yhdistettyjä kuljetuksia varten rakennettu, 2004 käyttöön otettu Oritkarin terminaali Oulussa on rahoitettu noin 30-prosenttisesti julkisella rahoituksella. Julkiseen rahoitukseen osallistuivat Oulun kaupunki 39 prosentilla julkisen rahoituksen osuudesta, VR 3 prosentilla, Väylävirasto 6 prosentilla sekä Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus 52 prosentilla (Oulun kaupunki, n.d.).

ELY-keskuksen (2012, s. 9–11) mukaan yhdistetyille kuljetuksille oli mahdollista hakea kuljetustukea vuosina 2008–2013, jos kuljetusmatkan pituus oli vähintään 266 kilometriä. Tuki toimi progressiivisesti, eli kuljetuksen pituuden kasvaessa myös tukiprosentti kasvoi. Tämä yleinen kuljetustuki myönnettiin samoin perustein myös esimerkiksi tiekuljetuksille, mikäli kuljetus oli suoritettu ulkoistaen se ammattimaiselle toimijalle (ELY-Keskus, 2012, s. 9–10). Kyseessä ei siis ollut erityistuki yhdistetyille kuljetuksille, vaan yleinen tukijärjestelmä maantie- ja rautatiekuljetuksille. Nykyisin Suomen ajoneuvoverolain (2003/1281) 34. §:n mukaan yhdistetyissä kuljetuksissa on mahdollista saada 50 euroa ajoneuvoveroa takaisin jokaiselta kansainvälisen kuljetuksen osana olevalta Suomessa tapahtuneelta kuorma-auton rautatiekuljetukselta, jonka alku- ja päätepisteiden välimatka on suoraan mitattuna vähintään 100 kilometriä.

2.8.8 Yhdistettyjen kuljetusten tukien analyysi

Infrastruktuuriin kohdistuvat tuet ovat olleet muissa maissa kattavampia ja laajempia kuin Suomessa. Ruotsissa terminaalien rahoitukseen osallistuvat usein sekä valtio että kunnat. Jernhusenin vuonna 2009 toteuttaman terminaaliuudistuksen yhteydessä käynnistettiin myös laaja investointiohjelma terminaalien kehittämiseksi. Ruotsissa käytössä olevien yhdistettyjen kuljetusten terminaalimäärä on kasvanut 1990-luvun 15:stä nykyiseen noin 30:een. Syynä tähän on todennäköisesti myös se, että valtionyhtiön ollessa vastuussa yhdistetyistä kuljetuksista, asiakastyytyväisyys oli ollut laskussa nousevien hintojen ja palvelun heikon laadun takia. Markkinoiden avaamisen seurauksena alasta on tullut asiakaslähtöisempi, kun kilpailu on ohjannut markkinoita vahvemmin.

Ruotsin raideoperaattoreiden tukihistoria on hieman suppeampi. Viime vuosien aikana on kuitenkin käynnistetty uusia tukiohjelmia, joissa raideoperaattoreille maksetaan tukea takautuvasti, mikäli rahoituksen ehdot täyttyvät. Toteutettuja tukia on myös jälkikäteen tutkittu ja kehitetty vastaamaan markkinoiden toiveita. Tärkeimpinä tukien vaikuttavuutta lisänneinä tekijöinä pidettiin tukien jatkuvuutta, pitkäaikaisuutta ja ennakoitavuutta.

Isossa-Britanniassa käytössä olleen FFG-rahoitusjärjestelmän ansiosta terminaalien rakentamista on tuettu merkittävästi. Tilanteissa, joissa terminaalia ei olisi muuten rakennettu, rakentamisen rahoitustarpeesta jopa noin kaksi kolmasosaa maksettiin avustuksilla, ja iso osa rahoituksesta käytettiin nimenomaisesti intermodaalisiin terminaaleihin. Isossa-Britanniassa rahoitusta on annettu myös kalustoon, kuten erikoiskontteihin.

Saksassa raidekuljetuksia ja yhdistettyjä kuljetuksia tuetaan monin tavoin. Suuri markkinakoko näkyy myös tukien määrissä, sillä vuonna 2021 infrastruktuurioperaattorit saivat 4,5 miljardia euroa olemassa olevan infrastruktuurin investointeihin. Saksassa muista kuin liittovaltion omistamista noin 50 terminaalista noin 35 oli saanut tukea, ja yhdistettyjen kuljetusten terminaalien määrä on kasvanut vuoden 1997 25:stä ainakin 71:een.

Liittohallitus on myös suorittanut ratamaksujen takaisinmaksuja ja rahoittanut yhdistettyjen kuljetusten terminaaleja. Rahallisten tukien lisäksi Saksassa on toteutettu lainsäädännöllisiä keinoja, esimerkiksi vapautettu yhdistettyjen kuljetusten alku- ja loppupään jakelukuljetukset viikonloppu- ja pyhäpäivien ajokiellosta, nostettu yhdistetyissä kuljetuksissa käytettävien puoliperävaunujen painorajoitusta sekä annettu erilaisia veroetuja.

Suomen osalta yhdistettyjen kuljetusten tuet ovat olleet suhteellisen vähäpätöisiä, ja niiden puute on osaltaan myös rajoittanut yhdistettyjen kuljetusten kehittymistä. Nimenomaisesti kotimaisia yhdistettyjä kuljetuksia edistäviä tukia ei löytynyt: aiempi tuista oli yleinen tuki, jota oli mahdollista saada myös tiekuljetuksille, ja nykyinen tuki liittyy kansainvälisiin yhdistettyihin kuljetuksiin. Tällainen järjestely ei tue kovinkaan tehokkaasti siirtymistä teiltä raiteille. Suomessa ei myöskään ole ollut kansallista yhdistettyjen kuljetusten tukijärjestelmää, mutta tukea on voinut hakea muun muassa eurooppalaisista rahoitusohjelmista, kuten Marco Polo II -ohjelmasta, EU:n TEN-T rahoitustuki -ohjelmasta (CEF), LIFE:sta ja Military Mobilitysta. Näiden tukien vaikutus on kuitenkin ollut kohtalaisen vähäinen, sillä yhdistettyjen kuljetusten terminaaliverkosto on Suomessa minimaalinen.

2.8.9 Kuljetusten määrät ja terminaalien kysyntä Etelä-Pohjanmaalla

VR on todennut olevansa halukas käynnistämään yhdistetyt kuljetukset Suomessa, mikäli palvelulle löytyy riittävä asiakaskunta ja muut edellytykset tukevat niiden uudelleenkäynnistämistä (VR, 2013). Jotta yhdistettyjen kuljetusten elinkelpoisuutta Etelä-Pohjanmaalla voidaan selvittää, on analysoitava alueen maantieliikenteen määrä. Näin voidaan määrittää Etelä-Pohjanmaan liikennemuotosiirtymäpotentiaali ja siten kysyntä yhdistettyjä kuljetuksia kohtaan.

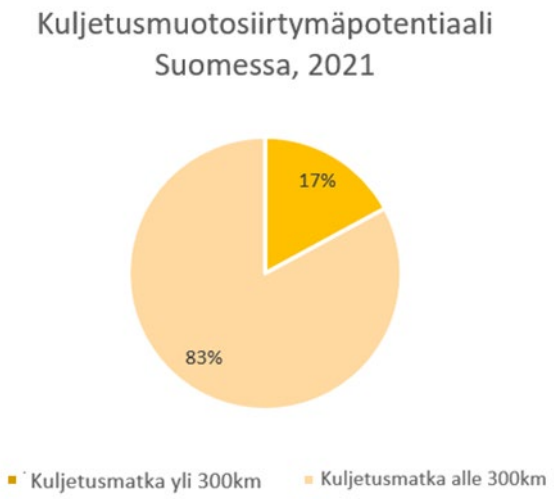
Taulukko 6 esittää Etelä-Pohjanmaalta lähtevien ja sinne saapuvien maantiekuljetusten määrän tonneina vuonna 2017. Siinä ei ole mukana alueen sisällä tapahtuvaa maantieliikennettä. Nämä kuljetusmatkat ovat niin lyhyitä, että niitä ei ole järkevää ottaa huomioon, kun arvioidaan raiteille siirrettävää kuljetusmäärää.

Taulukko 6 Maantiekuljetusten määrä Etelä-Pohjanmaalta ja Etelä-Pohjanmaalle vuonna 2017 tonneissa (Tilastokeskus, 2017).

Kuljetusmäärä (tonnia)		Lähteviä	Saapuvia	Yhteensä
Maanteiden tavaraliikenne		2 959 000	2 658 000	5 617 000

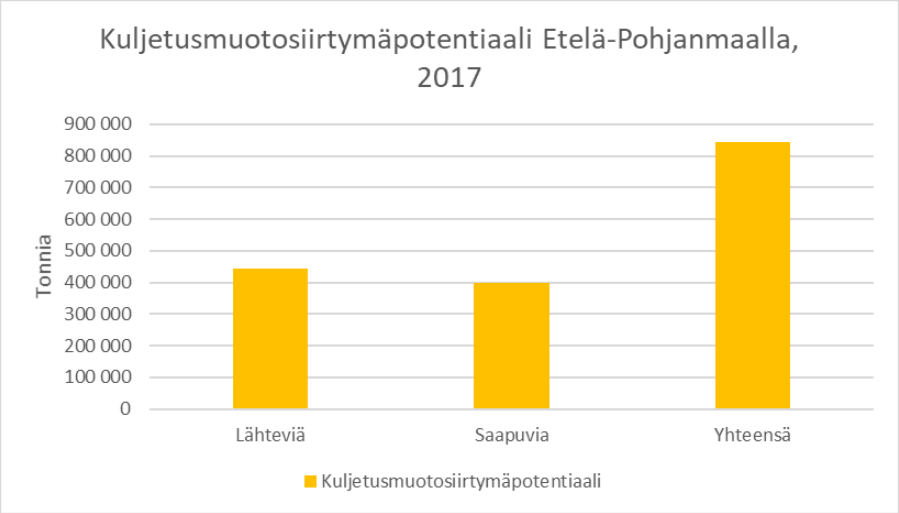
Eurostatin mittarin mukaan 15 prosenttia Suomen maantieliikenteen kuljetusmäärästä tonneina voitaisiin siirtää raiteille (Jahn ja muut, 2020). Kuvio 21 esittää Suomen kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin vuonna 2021 Tilastokeskuksen (2022a) koko maan

maantiekuljetustietojen perusteella. Yli 300 kilometrin maantiekuljetukset muodostivat tuolloin 17 prosenttia kaikista tonnimääräisistä kuljetuksista. Tämä tulos on yhtenevä Eurostatin 15 prosentin kanssa (Jahn ja muut, 2020).



Kuvio 21 Maantiekuljetusten kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali tonneina Suomessa vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022a).

Kuvio 22 esittää Etelä-Pohjanmaan vuotuisen kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin tonneissa. Arvio on laskettu käyttäen taulukossa 6 esitettyjä maantiekuljetusten tonnimääriä ja olettaen, että 15 prosenttia maantiekuljetusten tonnimäärästä voidaan siirtää raiteille. Näin ollen Etelä-Pohjanmaan vuotuinen kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali on 842 550 tonnia. Tämä vastaa neljää junaa päivässä, jos tyypillinen junakoko on 525 tonnia, junat sisältävät 30 intermodaalia kuljetuskonttia ja terminaalitoiminnot tapahtuvat vuoden jokaisena päivänä. Määrä vastaa 43 800 intermodaalia kuljetuskonttia vuodessa, mikä sijoittaisi yhdistettyjen kuljetusten terminaalin Bielenian ja muiden (2020) mukaan keskikokoiseen terminaalikategoriaan.



Kuvio 22 Etelä-Pohjanmaan kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali on 15 % vuoden 2017 maantiekuljetusten tonnimäärien perusteella.

Todennäköisesti Etelä-Pohjanmaan kuljetusmuotosiirtymä olisi kuitenkin paljon pienempi, koska havaittu kuljetusmuotosiirtymä on ollut monissa Euroopan maissa merkittävästi teoreettista kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalia pienempi (Jahn ja muut, 2020). Suomessa havaittu kuljetusmuotosiirtymä oli 0,6 prosenttia vuosina 2006–2017. Havaittu kuljetusmuotosiirtymä on todennäköisesti kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalia pienempi, koska rautatieverkko ei kykene käsittelemään niin suuria volyymeja. Tämän arviointi on kuitenkin vaikeaa, sillä Suomen rautatieverkon todellisen käyttöasteen ja käyttämättömän kapasiteetin tilastoja ei ole kerätty säännöllisesti. (Räty ja muut, 2020.)

2.8.10 Taloudellisten ja ympäristöhyötyjen arvioiminen Etelä-Pohjanmaalla

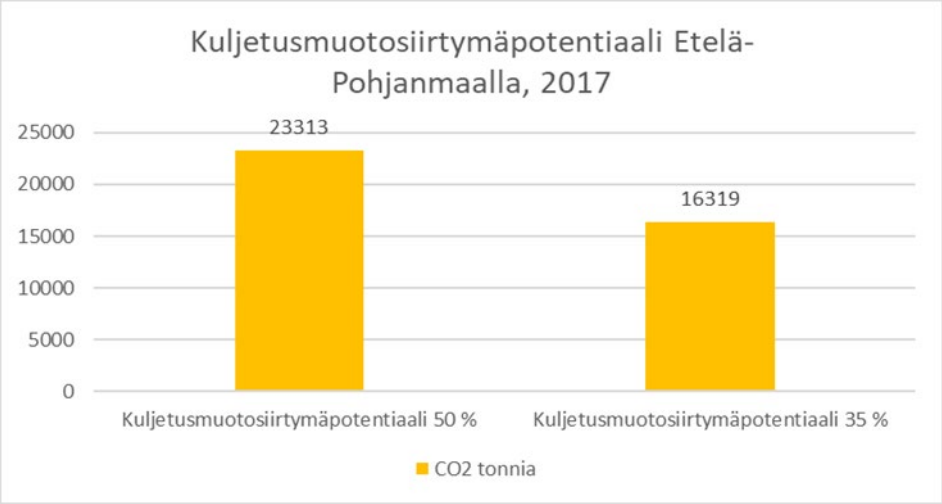
Sopivissa olosuhteissa yhdistetty kuljetus voi tarjota taloudellisia ja ympäristöhyötyjä pelkkiin maantiekuljetuksiin verrattuna. Tässä luvussa arvioidaan, millaisia taloudellisia ja ympäristöhyötyjä yhdistetty kuljetus voisi tarjota Etelä-Pohjanmaan alueen kuljetussektorille.

Alla (Taulukko 7) on esitetty maanteiden tavaraliikenteen määrä miljoonina tonnikilometreinä Etelä-Pohjanmaalla vuonna 2017. Siinä ei ole kuitenkaan mukana maantiekuljetuksia alueen sisällä. Taulukon tietoja voidaan hyödyntää arvioitaessa kasvihuonekaasupäästöjen vähennyspotentiaalia yhdistettyjen kuljetusten käyttöönotossa Etelä-Pohjanmaalla. Eurostatin mukaan tonnikilometreihin perustuva kuljetusmuotosiirtymäpotentiaali Suomelle on 50 prosenttia (Jahn ja muut, 2020).

Taulukko 7 Lähtevien ja saapuvien maantiekuljetusten määrä Etelä-Pohjanmaalla vuonna 2017 miljoonina tonnikilometreinä (Tilastokeskus, 2017).

Kuljetusmäärä (miljoonia tonnikilometrejä)		Lähteviä	Saapuvia	Yhteensä
Maanteiden tavaraliikenne		669	558	1 227

Kuvio 23 esittää kaksi skenaariota yhdistettyjen kuljetusten vuotuisesta päästövähennyspotentiaalista Etelä-Pohjanmaalla. Laskelmissa käytetään Eurostatin julkaisemaa 50 prosentin kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalia sekä pessimistisempää 35 prosentin skenaariota hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Molemmat kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin skenaariot on laskettu taulukossa 7 esitetyistä Etelä-Pohjanmaan tulevista ja lähtevistä tavarankuljetuksista tonnikilometreinä.

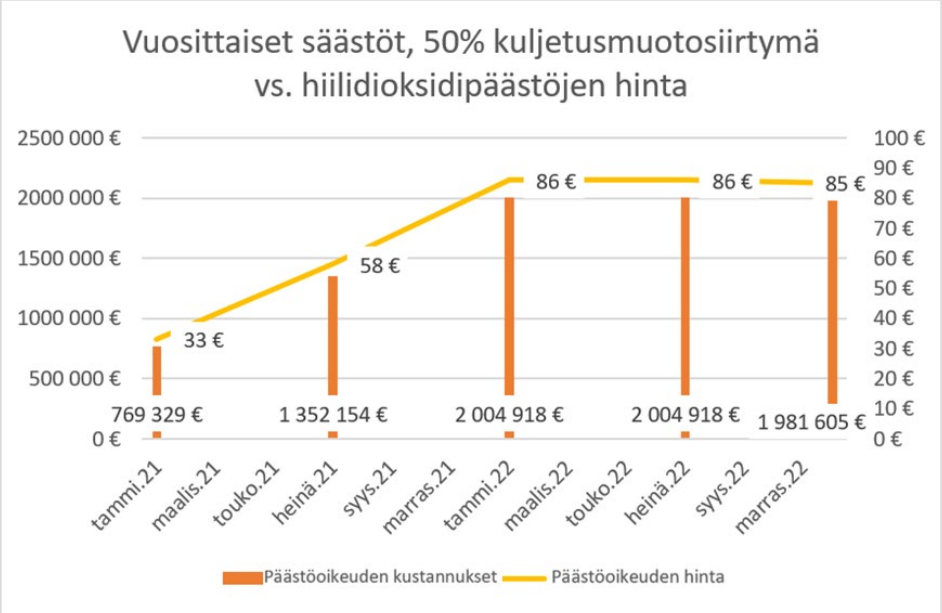


Kuvio 23 Kahden kuljetusmuotosiirtymäpotentiaaliskenaarion vuotuinen hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Etelä-Pohjanmaalla 2017.

Luvut on laskettu olettamalla, että yhden tonnikilometrin tieliikenteen tank-to-wheels-päästöt ovat 38 grammaa hiilidioksidia (VTT, 2017). Rautatieliikenteen oletetaan olevan sähköistä eli kuljetusvaiheessa päästötöntä. 50 prosentin kuljetusmuotosiirtymä-potentiaali johtaisi Etelä-Pohjanmaalla vuosittain 23 313 tonnin hiilidioksidipäästö-vähennykseen, kun taas 35 prosentin kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin skenaario vähentäisi päästöjä 16 319 tonnilla vuodessa.

Kuvio 24 havainnollistaa, kuinka paljon Etelä-Pohjanmaan kuljetussektori säästäisi vuosittain EU:n päästökauppajärjestelmässä, jos se koskisi maantiekuljetuksia, ja kuinka säästöt vaikuttavat hiilidioksidipäästöjen hintaan. Laskelmat perustuvat 50 prosentin

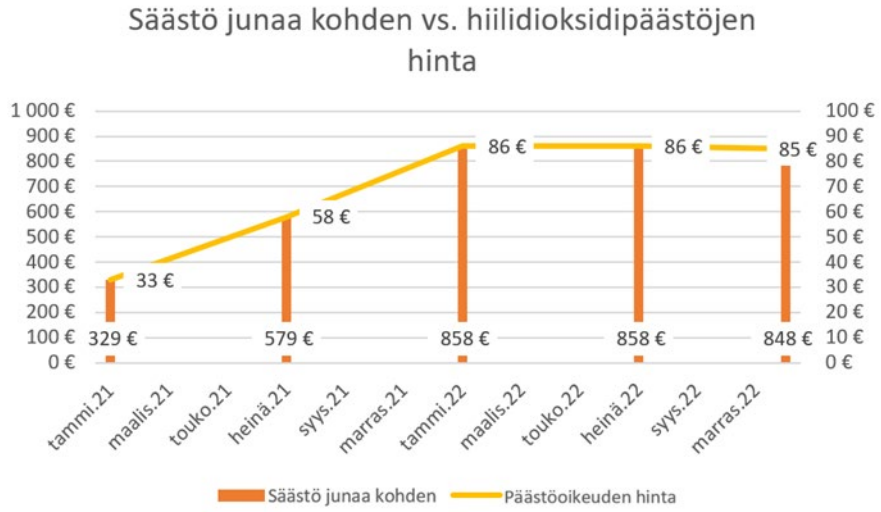
kuljetusmuotosiirtymäpotentiaalin mukaiselle päästövähennyspotentiaalille. Tämä potentiaali esiteltiin ensimmäisen kerran kuviossa 23 ja se perustuu taulukossa 7 esitettyihin maantiekuljetusten tonnikilometreihin.



Kuvio 24 Vuotuiset kustannussäästöt EU:n päästökaupassa perustuen hiilidioksidihyvitysten hintaan ja 50 % kuljetusmuotosiirtymän toteutumiseen.

Säästöt lasketaan käyttäen 23 313 tonnin päästövähennyspotentiaalia ja virallisen EU:n päästökauppajärjestelmän mukaista yhden hiilidioksidipäästöoikeuden rangaistus-hinnan kehitystä. Vuotuiset säästöt EU:n päästökauppajärjestelmässä olisivat Etelä-Pohjanmaan kuljetussektorille 1 981 605 euroa EU:n hiilidioksidipäästöjen päästöoikeuksien joulukuun 2022 hinnoilla. Säästöjen kehitys kasvaa merkittävästi hinnan noustessa.

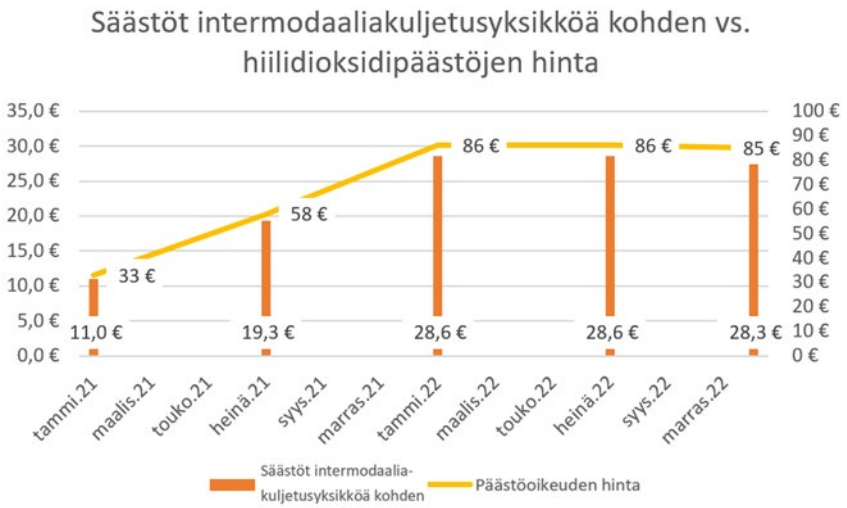
Kuvio 25 esittää yhden 500 kilometriä matkustavan 525 tonnin junan kustannussäästöpotentiaalin suhteessa EU:n päästökauppajärjestelmän hiilidioksidipäästöjen hintaan. Käyttämällä tietoa 38 gramman hiilidioksidipäästöistä tonnikilometriä kohti (VTT, 2017) voimme laskea vastaavan määrän maantieliikenteen päästöjä. Tämän perusteella voimme laskea kustannussäästöt EU:n päästökauppajärjestelmän hintojen mukaisesti yhden tonnin hiilidioksidipäästöä kohden.



Kuvio 25 Päästökauppaan perustuvat kustannussäästöt maantieliikenteen rahdin siirtämisestä rautateille junaa kohden suhteessa hiilidioksidipäästöjen hintaan.

Joulukuussa 2022 EU:n päästökauppajärjestelmän hiilidioksidin hintatasolla 525 tonnin junan aiheuttamat päästökaupan säästöt verrattuna vastaavan määrän maantiekuljetuksiin ovat 848 euroa. Jälleen on hyvä muistaa, että yhdistettyjen kuljetusten päästökauppapohjaiset kustannussäästömahdollisuudet ovat kuitenkin erittäin riippuvaisia hiilidioksidin hintatasosta.

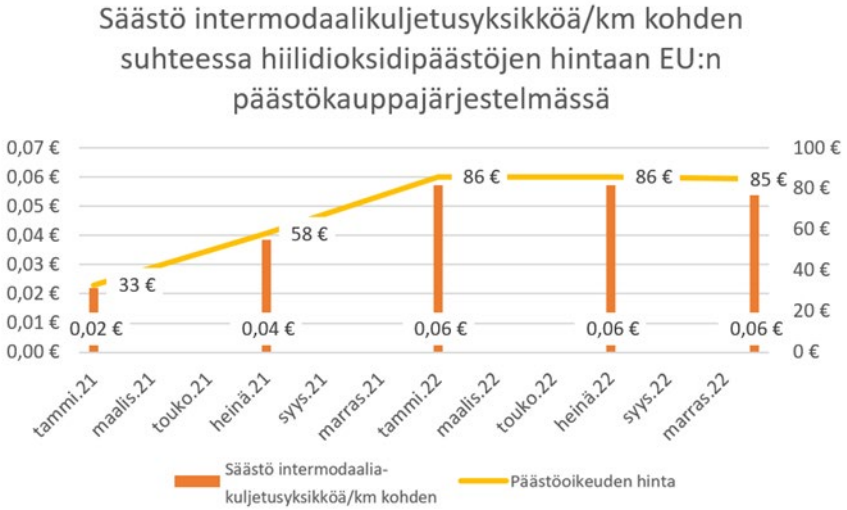
Kuvio 26 esittää EU:n päästökauppaan perustuvat säästöt yhtä intermodaalista, 500 kilometriä matkustavaa kuljetusyksikköä kohden suhteessa EU:n päästökaupan hiilidioksidin hintaan. Käyttämällä kuviossa 25 esitettyä säästöä yhtä junaa kohden ja olettaen 30 kuljetusyksikköä junaa kohti, voidaan laskea säästöt, jotka saavutetaan siirrettäessä tavarankuljetus maanteiltä rautateille.



Kuvio 26 Päästökauppaan perustuvat kustannussäästöt maantieliikenteen rahdin siirtämisestä rautateille yhtä intermodaalikuljetusyksikköä kohden suhteessa hiilidioksidipäästöjen hintaan.

Kustannussäästöt EU:n päästökaupassa yhtä kuljetusyksikköä kohti 500 kilometrin kuljetusmatkalla ovat 28,30 euroa EU:n päästökaupan hiilidioksidin joulukuun 2022 hintatasolla. Hiilidioksidipäästöjen sanktioiden lisääminen kasvattaisi huomattavasti yhdistettyjen kuljetusten kustannussäästöjä, jos EU:n päästökauppaa sovellettaisiin maanteiden tavarankuljetukseen.

Kuvio 27 esittää päästökauppaan perustuvat säästöt yhden intermodaalisen kuljetusyksikön kuljetuskilometriä kohden suhteessa EU:n päästökaupan päästöoikeuden hintaan. Käyttäen hyväksi kuviossa 26 esitettyä intermodaalikuljetusyksikkökohtaista säästöä 500 kilometrin kuljetusetäisyydelle, voidaan laskea tavarankuljetuksia teiltä rautateille siirtämällä saavutettava intermodaalikuljetusyksikkökohtainen säästö kilometriä kohden.



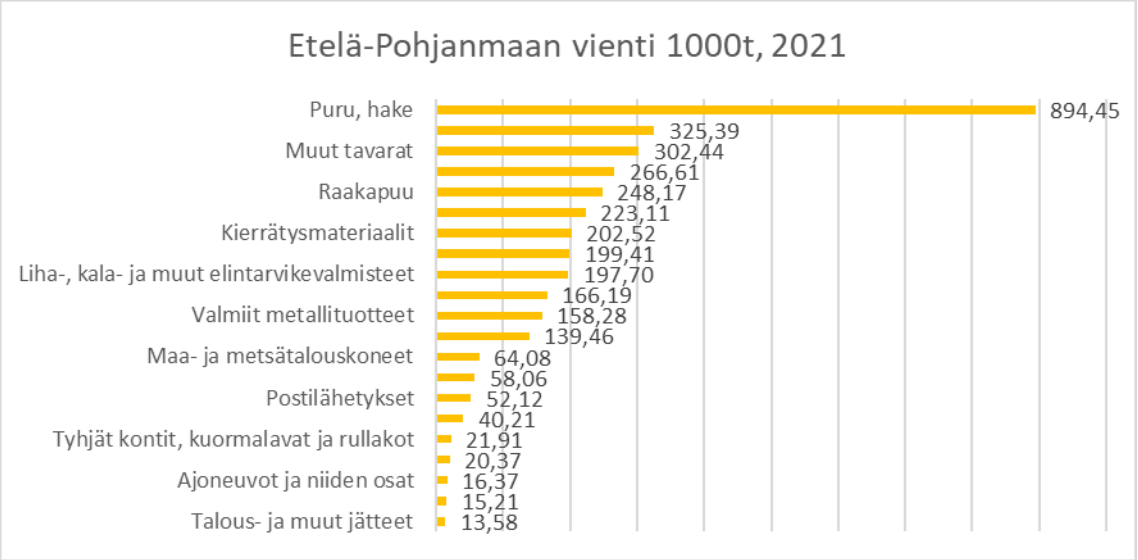
Kuvio 27 Liikenteen päästökauppaan perustuvat kustannussäästöt yhtä intermodaalisen kuljetusyksikön kulkemaa kilometriä kohden siirrettäessä maantiekuljetuksia raiteille suhteessa EU:n hiilidioksidipäästökaupan hintaan.

Intermodaalikuljetusyksikkökohtainen säästö kilometriä kohden EU:n päästökaupan hiilidioksidiluottojen joulukuun 2022 hintatasolla on 0,06 euroa. Carboni ja Dalla Chiara (2018) toteavat, että yhden intermodaalikuljetusyksikön kuljettamisen kokonaiskustannus tien päällä on 0,58–1,37 euroa. Siksi EU:n päästökaupan käyttöönotto maantieliikenteessä lisäisi suoraan maantieliikenteen kustannuksia 4–10 prosenttia. Vaikka EU:n päästökaupan hintaa voidaan vielä pitää halpana, sen käyttöönotto maantieliikenteessä johtaisi merkittävään suhteelliseen kustannusten kasvuun, koska maantieliikennekuljetukset itsessään ovat halpoja.

2.8.11 Logistiset rajoitukset ja mahdollisuudet Etelä-Pohjanmaalla

Yhdistetyt kuljetukset sopivat parhaiten tavaroille, jotka eivät ole aikaherkkiä tai vaadi paljon joustavuutta. Tavaran kontittaminen on myös huomioitava: vaikka irtotavara ei ole aikaherkkää, se voi olla haastavaa yhdistetyissä kuljetuksissa, jos sitä ei kuljeteta konteissa.

Kuvio 28 esittää Etelä-Pohjanmaalta muualle Suomeen vietyjen maantiekuljetusten osuutta vietyjen tonnimäärien mukaan vuonna 2021 tavaralajeittain. Tiedot ovat peräisin Tilastokeskukselta (2022b). Kuvio osoittaa puu- ja maataloustuotteiden muodostavan suuren osan Etelä-Pohjanmaan viennistä.

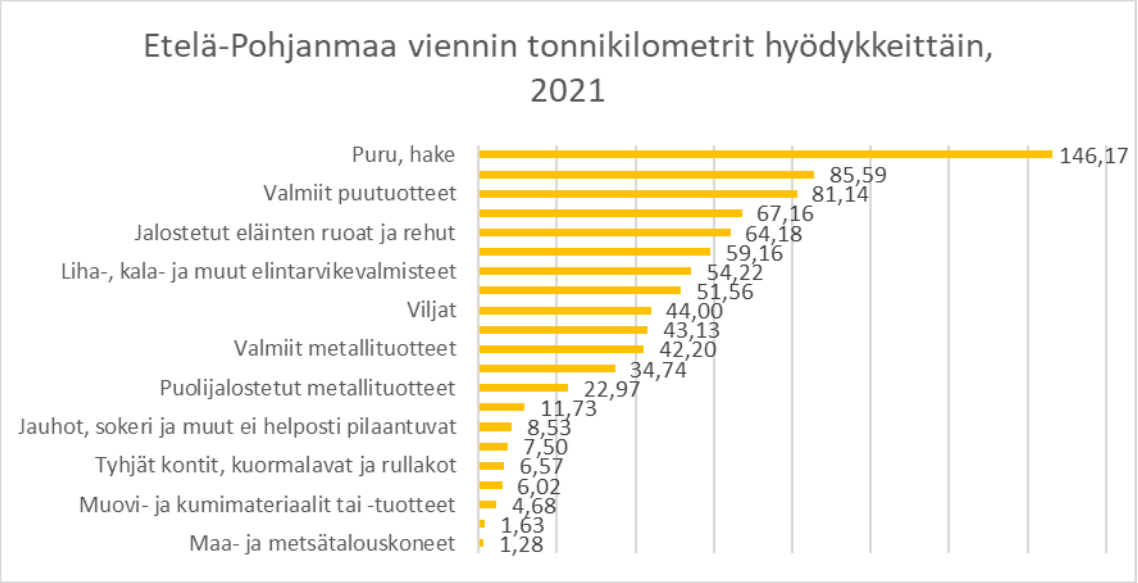


Kuvio 28 Etelä-Pohjanmaan vienti tavaratyypeittäin maantiekuljetustonneina vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022b).

Puutuotteet sopivat hyvin yhdistettyihin kuljetuksiin, koska ne eivät ole aikaherkkiä ja niiden arvo kilogrammaa kohden on matala. Puutuotteita ei kuitenkaan usein kuljeteta konteissa, elleivät ne ole voimakkaasti käsiteltyjä tai valmiita tuotteita. Raakapuu kuljetetaan avoimissa trailereissa ja vaunuissa, ja sen erittäin matalan aikaherkkyyden ja kilogrammakohtaisen arvon vuoksi raakapuuta siirretään tie- ja raidekuljetusten välillä perinteisillä laitteilla suoraan trailereista vaunuihin, ilman tarvetta lastata trailereita vaunuihin.

Maataloustuotteet ovat paljon aikaherkempiä, ja joissakin tapauksissa niiden kuljetuksessa tarvitaan jäähdytystä. Maataloustuotteiden yhdistetty kuljetus edellyttää nopeaa toimitusaikaa, joka mahdollistuu nopeilla terminaalitoiminnoilla ja luotettavalla rautatieliikenteellä. Suomen rautateiden korkea sähköistyksen taso voisi teoriassa mahdollistaa edullisen ja kestävän jäähdytyksen, mutta tekniset ratkaisut, jotka mahdollistavat jäähdytettyjen vaunujen virran saannin junan liikkuessa, ovat harvinaisia EU:ssa.

Kuvio 29 esittää Etelä-Pohjanmaalta muualle Suomeen vuonna 2021 vietyjen maantiekuljetusten määrät tavaralajeittain tonnikilometreinä. Tiedot perustuvat Tilastokeskuksen (2022b) keräämiin tietoihin. Kun tätä verrataan kuvioon 28, joka esittää vietyjen tiekuljetusten tonnimäärää, voidaan havaita, että maataloustuotteiden osuus on kasvanut ja puutuotteiden osuus on vähentynyt.



Kuvio 29 Etelä-Pohjanmaan vienti tavaratyypeittäin maantiekuljetus-tonnikilometreinä vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022b).

Maataloustuotteet kerryttävät tonnikilometrien määrää enemmän kuin tonnimäärää, sillä ne ovat kevyempiä ja niitä kuljetetaan pidempiä matkoja. Puutuotteet puolestaan kerryttävät tonnimäärää enemmän kuin tonnikilometrejä niiden painavuuden ja lyhyemmän kuljetusmatkan takia. Yhdistetyt kuljetukset tarjoavat suurimmat hyödyt silloin, kun rautatiekuljetuksen osuus on tarpeeksi pitkä suhteessa maantiekuljetukseen. Näin ollen maataloustuotteet sopivat paremmin yhdistettyihin kuljetuksiin kuljetusmatkan suhteen. Maataloustuotteiden aikaherkkyys ja jäähdytysvaatimukset aiheuttavat kuitenkin haasteita yhdistetyille kuljetuksille.

3 WP2 & 3: KIERTOTALOUDEN LIIKETOIMINTAMALLIT, MAHDOLLISUUDET JA EDELLYTYKSET SEKÄ DIGITALISAATION NYKYTILA, TARPEET JA MAHDOLLISUUDET

3.1 Kiertotalous

Kiertotalous (engl. circular economy) viittaa taloudelliseen toimintaan, joka pyrkii toimimaan kestävällä tavalla varmistaen, että materiaaleja käytetään ja kierrätetään niin pitkään kuin mahdollista (Kirchherr ja muut, 2017). Vaikka termiä kiertotalous käytetään yleisesti, sen määritelmissä on jonkin verran vaihtelevuutta. Kuitenkin kiertotalous esitellään usein seuraavana kehitysaskeleena verrattuna perinteiseen lineaariseen talouteen, jossa raaka-aineista valmistetaan käyttöä varten tuotteita, jotka lopulta hävitetään (Prieto-Sandoval ja muut, 2019). Kiertotalouden ja lineaaritalouden suhdetta havainnollistaa Kuvio 30. Kirchherrin ja muiden (2017) mukaan kiertotaloudella on kolme tavoitetta, jotka pyritään saavuttamaan samanaikaisesti. Nämä tavoitteet ovat ympäristöystävällisyys, taloudellinen vauraus ja sosiaalinen oikeudenmukaisuus. Kiertotalous pyrkii siis resurssitehokkaaseen toimintaan, jossa prosessit eivät hukkaa materiaaleja.

Kuvio 30 Lineaaritalouden ja kiertotalouden erot (Sitra & Deloitte, 2022, s. 4).

Usein kiertotalouden yhteydessä puhutaan myös kestävyydestä (engl. sustainability). Ghobakhloon (2020) mukaan kestävyys perustuu kolmeen pilariin: ympäristölliseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen kestävyyteen. Ympäristöllinen kestävyys keskittyy pääasiassa ekologisten järjestelmien tasapainon säilyttämiseen, luonnonvarojen käytön ja uudistumisen harmoniaan sekä luonnonvarojen suojeluun. Taloudelliseen kestävyyteen liittyy luonnon- ja sosiaalisia varoja ylläpitävä kestävä talouskasvu. Tämän näkökulman mukaan taloudelliset odotukset eivät saa tulla ympäristöllisen tai sosiaalisen pääoman kuluttamisen kustannuksella (Prieto-Sandoval ja muut, 2019). Siksi ympäristön, ekosysteemien, sosiaalisen

hyvinvoinnin ja varallisuuden jakautumisen tasapainoa ei saa unohtaa talouskasvun tavoittelussa. Sosiaaliseen kestävyyteen kuuluu liiketoiminnan, ympäristön, talouden ja teknologian ihmisiin kohdistuvien, sekä positiivisten että negatiivisten, vaikutusten tunnistaminen ja hallinta (Turoń & Czech, 2017).

Hallitukset, teollisuus, toimitusketjut ja yksittäiset yritykset asettavat usein kiertotaloudelle alueellisia tavoitteita. Hallitukset luovat teollisuudelle sääntelyä, jonka tehtävänä on parantaa kiertotaloutta (Sarja ja muut, 2021). Yrityksille kiertotalouden soveltaminen on keino parantaa liiketoiminnan ekotehokkuutta, kehittää uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja saavuttaa mahdollisia säästöjä. Kiertotalouden soveltaminen voisi näin luoda yrityksille myös kilpailuetua (Geisendorf & Pietrulla, 2018) ja kiertotalouden tulisikin olla osa yrityksen strategiaa. Kiertotaloutta toteutetaan sekä ylhäältä alaspäin hallitusten asettamilla säädöksillä että alhaalta ylöspäin yritysten aloitteilla (Lehtimäki ja muut, 2020). Asiakkaille tarjotaan tuotteita ja palveluita, jotka ovat ympäristöystävällisempiä kuin kilpailijoiden vastaavat, mikä lisää niiden arvoa asiakkaalle (Prieto-Sandoval ja muut, 2019).

Kiertotaloutta käsittelevässä kirjallisuudessa tunnistetaan erilaisia ydinperiaatteita, kuten R-viitekehykset ja systeemiteoria (Kirchherr ja muut, 2017; Prieto-Sandoval ja muut, 2019). Yleisesti kiertotaloudessa korostetaan neljää perusperiaatetta, jotka korostuvat niin R-viitekehyksissä kuin systeemiteoriassakin:

1. Tuotteiden ja palveluiden suunnittelussa otetaan huomioon niiden koko elinkaari. Tavoitteena on luoda kestäviä, pitkäikäisiä ja helposti kierrätettäviä tuotteita. Tuote- ja palveluinnovaatioiden avulla pyritään lisäämään resurssien tehokasta käyttöä.

2. Kiertotaloudessa painotetaan materiaalien kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Tuotteiden käytön jälkeen niiden materiaalit pyritään erottamaan ja hyödyntämään uusien tuotteiden valmistuksessa. Tämä vähentää raaka-aineiden tarvetta ja jätteen määrää.

3. Kiertotalous pyrkii vähentämään jätteen syntyä ja hävikkiä kaikissa tuotannon vaiheissa. Tehokas resurssien käyttö, materiaalien tarkka suunnittelu ja valmistusprosessien optimointi auttavat vähentämään hukkaa ja sivuvirtoja.

4. Kiertotalous edellyttää myös liiketoimintamallien muutosta. Sen sijaan, että tuotteita myytäisiin perinteisesti omistamiseen perustuen, painotetaan palveluiden tarjoamista ja tuotteiden vuokraamista tai jakamista. Tällä tavoin voidaan vähentää uusien tuotteiden valmistusta ja resurssien käyttöä.

Kiertotalous auttaa yrityksiä keräämään sellaista arvoa, joka menetettäisiin perinteisessä lineaarisessa järjestelmässä. Lahti ja muut (2018) toteavat, että kiertotalouden avulla

yritykset luovat uusia mahdollisuuksia, kuten kustannussäästöjä, jätteiden vähentämisen ja toimitusketjun paremman hallinnan avulla, ja ovat vähemmän herkkiä resurssien hintojen heilahtelulle. Kiertotalous pyrkii muuttamaan nykyisen lineaarisen arvoketjumallin tehottomuudet liiketoimintahyödyiksi kiertotalouden arvoketjumallissa.

Kirjallisuus tunnistaa useita lineaaristen arvoketjujen tehottomuuksia, kuten kestämättömiä materiaaleja, alikäytettyjä kapasiteetteja, tarpeettoman lyhyiksi tehtyjä tuotteiden elinikiä, hyödyntämättömiä asiakassuhteita ja hukkaan mennyttä loppuelinkaaren arvoa. Yritysten tulisikin uudistaa liiketoimintaansa ja toimintatapojaan, jotta kiertotalouden periaatteet tulisivat huomioiduksi. Konietzko ja muut (2020) esittävät tällaisiksi tavoiksi materiaali- ja energiavirtojen kaventamista, hidastamista, sulkemista ja uudistamista.

Bocken ja muiden (2016) mukaan yritysten tulisi kaventaa materiaalivirtojaan ollakseen resurssitehokkaita. Tämä tarkoittaa vähäisempää materiaalien ja energian käyttöä esimerkiksi jakamisalustojen avulla. Virtojen hidastamiseksi yritysten tulee edistää ja käyttää tuotteita ja komponentteja pidempään. Tämä on mahdollista tuotteen pitkään elinkaareen ja uudelleenkäyttöön kannustavilla liiketoimintamalleilla, kuten esimerkiksi tuote palveluna -mallilla (PaaS), tuotteen arvon pidentämisellä, klassisella pitkäikäisyysmallilla ja riittävyysmalleilla, jotka edistävät kestävyyttä, päivitettävyyttä, palveluja, takuita, korjattavuutta ja myyntipalkkioita.

Virtojen sulkemiseksi yritysten tulee hyödyntää jätteitä ja sivutuotteita. Tämä voidaan saavuttaa hyödyntämällä materiaaleista ja resursseista muutoin hukkaan meneviä arvoja ja muuttamalla ne uusiksi arvomuodoiksi (Bocken ja muut, 2016). Toinen vaihtoehto on teollisuuden symbioosi, jossa arvotuotantoa hyödynnetään toisessa prosessissa tai yrityksessä. Yritykset käyttävät kiertotaloudessa myrkyttömiä materiaaleja, uusiutuvaa energiaa ja uudistavat luonnonvaroja. Näin ollen kiertotaloudella on kaksi päämäärää: mahdollisimman suljetun järjestelmän luominen resurssien käytön minimoimiseksi sekä jätteen, hiilidioksidipäästöjen ja saastumisen vähentäminen.

Yrityksen tulisi aloittaa uuden liiketoimintastrategian suunnittelu analysoimalla ulkoisten ja sisäisten tekijöiden välistä suhdetta. Lisäksi sen tulisi tunnistaa arvovuodot eli kohdat, missä mahdolliset tehottomuudet sijaitsevat. Ulkoisiin tekijöihin kuuluvat sidosryhmät sekä teknologiset, poliittiset ja taloudelliset olosuhteet, kun taas sisäisiä tekijöitä ovat organisaation resurssit, kyvyt ja osaaminen (PrietoSandoval ja muut, 2019; Suchek ja muut, 2021). Jotta yritykset voisivat siirtyä kohti kiertotaloutta, niiden on määritettävä keskeiset sisäiset ja ulkoiset tekijät uudelleen kiertotalousperiaatteiden mukaisesti. Rakenteelliset linjauspäätökset tekee ylin johto, joten sen luovuus, osaaminen ja sitoutuminen ovat kiertotalousjärjestelmään siirtymisen kannalta kriittisiä tekijöitä (Lahti ja muut, 2018).

3.1.1 Kiertotalous logistiikassa

Kiertotalouden liiketoimintamallien toimivuuden kannalta on tärkeää ottaa huomioon käänteiset tavaravirrat, sillä paluulogistiikan prosesseilla on merkittävä rooli kiertotaloudessa (Lahti ja muut, 2018). Paluulogistiikalla (engl. reverse logistics) tarkoitetaan raaka-aineiden, keskeneräisten tuotteiden, pakkauksien ja valmiiden tuotteiden suunnittelua, toteutusta ja hallintaa valmistus-, jakelu- tai käyttöpisteestä kohti takaisinsaannin tai asianmukaisen hävittämisen pistettä (Geisendorf & Pietrulla, 2018). Kiertotaloudessa logistiikka voi siis edistää kierrätystä ja materiaalien uudelleenkäyttöä, kun kuljetusten avulla voidaan kerätä ja kuljettaa kierrätettäviä materiaaleja takaisin tuotantoketjuun. Esimerkiksi kuljetusyritykset voivat erikoistua kierrätysmateriaalien keräämiseen ja kuljettamiseen kierrätyslaitoksille.

Kiertotalous kannustaa tehokkaaseen kuljetusten suunnitteluun ja optimointiin. Kuljetusreittien suunnittelussa pyritään minimoimaan matkoihin käytetty aika ja polttoaineen kulutus. Tämä vähentää päästöjä ja kustannuksia samalla kun resurssit käytetään mahdollisimman tehokkaasti.

Kiertotalous kannustaa myös kuljetusten yhdistämiseen eli konsolidointiin, jolloin yhdessä kuljetuksessa voidaan kuljettaa useamman toimijan tavaroita tai hyödykkeitä. Esimerkiksi tavaroiden jakelussa voidaan hyödyntää jakelukeskuksia, joissa eri yritysten tavarat yhdistetään samaan kuljetukseen. Tämä vähentää tyhjien tai vajaiden kuljetusten määrää ja parantaa siten kuljetusten tehokkuutta.

Kiertotalouden periaatteet näkyvät myös yhdistetyissä kuljetuksissa. Yhdistettyjen kuljetusten käyttö auttaa pidentämään rekkojen maksimikäyttöikää, kun kuljetuksia siirtyy maanteiltä raiteille ja – rekkoja junassa kuljetettaessa – suurin osa matkasta tehdään junan avulla. Tällöin rekan energiatehokkuuden ja päästöjen rooli suhteessa koko toimitusketjun päästöihin pienenee, jolloin kuljetuksissa voidaan hyödyntää esimerkiksi vanhempaa, enemmän kuluttavaa rekkakalustoa, jonka käyttö pidemmässä ajossa ei enää olisi kilpailukykyistä. Samalla voidaan vähentää kaluston hankintakustannuksia, kun rekkojen elinkaari pitenee.

Kiertotaloudessa pyritään usein myös jakamaan resursseja ja hyödykkeitä. Logistiikassa tämä voi tarkoittaa esimerkiksi kaluston ja tavaroiden jakamista tai vuokraamista sen sijaan, että jokainen organisaatio tai yksittäinen kuluttaja omistaisi esimerkiksi omat kuljetusvälineensä. Tämä vähentää sekä tarvetta uusien resurssien tuottamiseen että käytöstä poistettavien tavaroiden määrää.

Kuljetusten optimointi ja tehostaminen esimerkiksi reittioptimoinnin tai mahdollisimman korkean kuormien täyttöasteen takaamisen muodossa ovat keskeisiä kiertotalouden

periaatteiden soveltamistapoja logistiikassa. Kiertotalous pyrkii myös vähentämään jätteen määrää ja hyödyntämään materiaalit mahdollisimman tehokkaasti. Esimerkiksi pakkausmateriaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö sekä hävikin minimointi ovat keskeisiä kiertotalouden periaatteita logistiikassa.

Vaikka kiertotalous on jo arkipäivää tietyillä aloilla, kuten pakkausalan yrityksissä, kuljetusala on vielä kaukana tavoitteestaan. Ajoneuvojen komponenttien tuotanto – teräs, muovit, lasi, alumiini, kumi, maalit jne. – on edelleen resurssi- ja hiilidioksidipäästöjä aiheuttava prosessi. Alan on uudistettava resurssien käyttöä, komponenttien tuotantoa ja elinkaaren optimointia perustavanlaatuisesti pienentääkseen ympäristöjalanjälkeään. Esimerkiksi ajoneuvojen käyttöaste on harvoin maksimoitu, joten kiertotalouden periaatteiden mukainen, käyttöastetta nostava ratkaisu voisi olla jakamistalous.

Yhdysvaltojen liikennetilastovirasto raportoi vuonna 2019, että neljäsosa kuorma-autoista ajoi tyhjänä. Tämä luku nousee Euroopassa 27 prosenttiin ja Aasiassa 40 prosenttiin. Digitalisaatio ja innovatiiviset liiketoimintamallit voivat muuttaa tilannetta yhdistämällä kuljetusoperaattorit ja asiakkaat reaaliajassa, mikä on paljon perinteistä puhelinsoittoa tai Excel-taulukkoa tehokkaampi tapa yhdistää tarjonta ja kysyntä.

Täyden kiertotalouden toteuttamiseksi kuljetusalalla on katsottava jakamistalouden liiketoimintamallien yli, ja pyrittävä vähentämään kaikenlaista jätettä. Esimerkiksi elinkaarensa päässä olevien renkaiden kierrättäminen on merkittävä haaste. Suomessa noin 65 000 tonnia autonrenkaita saavuttaa vuosittain käyttöikänsä pään. Vuonna 2021 noin 70 prosenttia käytöstä poistetuista renkaista kierrätettiin materiaalin talteenottoa varten, kun taas jäljelle jäävät käytettiin energian talteenottoon (The Michelin Group| Recycling, 2021). Rengasvalmistajat tarjoavat asiakkailleen innovatiivisia palvelupaketteja, jotka sisältävät huoltopalveluja, reaaliaikaisen renkaan kunnon seurannan ja muita palveluita, jotka kaikki voivat auttaa optimoimaan renkaiden elinkaarta ja vähentämään resurssien käyttöä.

Nykyään keskimääräinen yhdistelmäajoneuvo painaa kymmeniä tonneja. Kevyempien, vähemmän valmistusmateriaaleja vaativien, vähemmän energiaa käytössä kuluttavien ajoneuvojen suunnittelu toisi merkittäviä säästöjä (Ellen McArthur Foundation, 2023). Tämä muutos edellyttäisi resurssitietoisten käytäntöjen kuten moottorien uudelleenvalmistuksen tai renkaiden uudelleenpinnoituksen edistämistä niiden käytön lisäämiseksi.

Lisäksi joka vuosi tuhannet rahtiliikenteessä hyödynnetyt ajoneuvot saavuttavat elinkaarensa lopun, mikä aiheuttaa merkittävän määrän jätettä, sillä kyseisestä jätteestä vain murto-osa päätyy uudelleenkäyttöön (Ellen McArthur Foundation, 2023). Ajoneuvojen elinkaaren pidentäminen vähentäisi hukkaan menevän materiaalin määrää ja sitä kautta myös hiilidioksidipäästöjä. Tällä saralla tehokkaassa materiaalien käytössä ja uudelleenkäytössä on kuitenkin vielä paljon parantamisen varaa.

3.2 Digitalisaatio

Digitalisaatio-termille on haasteellista löytää tarkkaa ja yleistä määritelmää. Digitalisaatio perustuu sisältämiinsä teknologioihin ja datan digitaaliseen muotoon saattamiseen (Queiroz ja muut, 2019). Sitä kuvataan usein liiketoimintaan, yhteiskuntaan ja teollisuuteen kohdistuvien vaikutusten kautta, eli uusien teknologioiden myötä totuttuihin käytäntöihin tulleita ja tehtyjä muutoksia havainnoiden.

Vaikka termejä digitalisointi ja digitalisaatio käytetään usein synonyymeinä, digitalisaatio tulee erottaa digitalisoinnista. Tässä tutkimuksessa digitalisointi on teknologinen prosessi, jossa analogiset signaalit muutetaan ensin digitaaliseen muotoon ja edelleen binäärimuotoon. Digitalisaatio taas kuvaa yhteiskunnallisia ja teknisiä ilmiöitä sekä prosesseja, jotka liittyvät teknologioiden käyttöön ja omaksumiseen laajemmissa yksilö-, organisaatio- ja yhteiskuntakonteksteissa. (Legner ja muut, 2017). Näin ollen digitalisointi on osa digitalisaatiota.

Digitalisaatio on megatrendi, joka tulee mullistamaan koko logistiikan alan. Digitaalisten ja elektronisten ratkaisujen kehitys on erittäin nopeaa, ja myös niiden käyttö logistiikassa lisääntyy nopeasti (Büyüközkan & Göçer, 2018; Ghobakhloo, 2020). Digitalisaation innovaatiot vastaavat logistiikan korkeisiin vaatimuksiin, kuten tuottavuuteen, kestävyyteen, tehokkuuteen ja turvallisuuteen (Gupta ja muut, 2022). Kuitenkin digitalisaatio riippuu usein yrityksen koosta ja siitä, miten se toteutetaan käytännössä. Yritykset etsivät uusia ratkaisuja parantaakseen tuottavuuttaan, tehokkuuttaan, kustannustehokkuuttaan ja ympäristökäytäntöjään. Jokainen yritys pyrkii myös erikoistumaan, jotta voisi vähentää kilpailua muiden kanssa.

Suomessa hallitus on hyväksynyt päätöksen tavarankuljetusten digitalisoinnin periaatteista (Lähde ja muut, 2020). Päätöksellä on neljä tavoitetta:

- parantaa merkittävästi tiedonkulkua logistiikkaketjujen sisällä ja välillä
- lisätä lyhyen matkan logistiikan toiminnallisuutta
- investoida älykkään logistiikan automaation kehittämiseen
- nopeuttaa logistiikan digitalisointia (etenkin satamissa)

Liikenne- ja viestintäministeriön (2020) mukaan logistiikan digitalisaation edistäminen mahdollistaisi turvallisen, sujuvan ja rajoittamattoman datan, tavaroiden ja ihmisten siirron. Digitalisaation avulla voidaan saavuttaa etuja, kuten taloudellista kasvua, päästöjen vähentämistä ja kuljetusten turvallisuuden lisäämistä. Digitalisaatio mahdollistaa polttoaineen kulutuksen vähentämisen, lastaustoimintojen tehokkuuden lisäämisen, toimitusketjun suorituskyvyn parantamisen ja teknologisten ratkaisujen tehokkuuden lisäämisen.

Digitalisaation odotetaan parantavan yritysten kykyä saavuttaa tavoitteensa ja tuottaa haluttuja tuloksia. Toisaalta digitalisaatiolla on myös sivuvaikutuksia, jotka saattavat viivästyttää hyötyjen toteutumista, jos niitä ei tunnisteta ja niiden negatiivista vaikutusta ei vähennetä. Digitalisaation työkalut voivat hidastaa tiedonkulkua ja häiritä työtä, vaikka ne voivatkin tehdä työympäristöistä tehokkaampia. Tiedonkulkua hidastavia tekijöitä ovat muun muassa epärealistiset odotukset työkalujen vaikutuksesta, puutteellinen koulutus niiden käytössä sekä erilaiset virhetilanteet.

3.2.1 Avoin data

Avoin data tarkoittaa julkista, kaikkien käytettävissä olevaa dataa. Logistiikassa sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi kuljetusreittien suunnitteluun, kuljetusketjun optimointiin, varastojen hallinnointiin ja kuljetusten kysynnän ennustamiseen. Avoin data tieliikenteen ruuhkista ja muista liikenteen häiriöistä, esimerkiksi kelien aiheuttamista ongelmista, auttaa kuljetusyrityksiä suunnittelemaan nopeampia ja tehokkaampia reittejä. Samoin avoin data kuljetusketjun eri osapuolten toiminnasta ja toimitusketjun varastotasojen vaihteluista voi auttaa yrityksiä optimoimaan kuljetusketjujaan.

Intermodaalisessa logistiikassa voidaan hyödyntää avointa dataa monin tavoin. Tieto eri kuljetusmuotojen reiteistä ja aikatauluista mahdollistaa yrityksille nopeampien ja tehokkaampien reittien suunnittelun. Tieto kuljetusketjun eri osapuolten toiminnasta auttaa yrityksiä optimoimaan kuljetusketjunsa tehokkaammin ja vähentämään turhaa työtä ja siten kustannuksia. Avoin data esimerkiksi junien aikatauluista ja lastaustilanteista helpottaa kuljetusyrityksiä kustannus- ja aikatehokkaampien kuljetusketjujen suunnittelussa.

Avointa dataa, kuten esimerkiksi sää-, liikenne-, paikka- ja ajoneuvotietoja on nykyään saatavilla runsaasti erityisesti julkishallinnolta. Kustannusrakenteen vuoksi kaikki tiedot eivät kuitenkaan ole avointa dataa. Kaikki Suomen avoin data on koottu yhdelle verkkosivustolle (avoindata.fi), josta yksittäinen kansalainen, organisaatio tai ohjelmistokehittäjä voi hyödyntää sitä eri tavoin. Palvelun tarkoituksena on tarjota kaikkien käyttöön avoin, maksuton ja valmiiksi tehty portaali. Palvelu tarjoaa myös avoimen rajapinnan kaikelle datalle.

Ohjelmointirajapinta eli API (engl. Application Programming Interface) on väline, joka välittää tietoa tai palveluita sovelluksille tai muille tietojärjestelmille. Toisin sanoen se mahdollistaa kahden sovelluksen kommunikoinnin keskenään. Rajapinta voi olla pelkkä datarajapinta, jonka kautta palvelussa oleva data voidaan lukea muille järjestelmille, tai se voi olla funktionaalinen rajapinta, joka tarjoaa myös laskentatoimintoja tai mahdollisuuden muuttaa järjestelmän tietoja rajapinnan kautta. Rajapintoja voidaan käyttää automatisoimaan säännöllisiä tarpeita avoimen datan käytössä, jotta yksittäisten tietojen

hakemiselta vältyttäisiin. Tämä tekee datan saavutettavammaksi ja pitää sen ajan tasalla, mikä parantaa datan laadukkuutta ja tuo enemmän hyötyjä sen käyttäjille.

3.2.2 Automaatio ja robotiikka

Automaatio ja robotiikka pyrkivät parantamaan työn ja tuotannon laatua ja vähentämään tuotanto- ja työkustannuksia. Hyötyihin kuuluvat vähentyneet inhimilliset virheet ja viiveet, kasvanut tehokkuus ja työtyytyväisyys sekä parantunut asiakaskokemus. (Kine ja muut, 2022) Automaatiota ja robotteja käytetään jo nyt logistiikassa monenlaisissa ajoneuvoissa ja laitteissa, kuten työkoneissa, laivoissa, junissa, kuorma-autoissa ja konttikurottajissa.

Automaatio on mahdollista digitalisaation nopean kehityksen ja edistymisen seurauksena. Automaation uskotaan myös vaikuttavan logistiikan kilpailukyvyn, tehokkuuden, tuottavuuden, turvallisuuden ja ympäristökestävyyden parantumiseen (Kine ja muut, 2022). Suomessa suhteellisen pienet tavaravirrat ovat korkeiden investointikustannusten vuoksi este logistiikan automaatiolle, eikä automaation odoteta tuottavan riittäviä kustannushyötyjä.

Intermodaalisessa logistiikassa automaatio ja robotiikka voivat auttaa eri kuljetusmuotojen yhdistämisessä. Esimerkiksi automaattiset lastaus- ja purkulaitteet voivat nopeuttaa kuorman siirtämistä kuljetusmuodosta toiseen, kuten esimerkiksi laivasta rekkaan tai junasta rekkaan. Lisäksi itseohjautuvat ajoneuvot ja dronet voivat auttaa kuljetusketjun hallinnassa ja seurannassa eri kuljetusmuotojen välillä.

3.2.3 Esineiden internet

Esineiden internetissä (engl. Internet of Things, IoT) digitaaliset laitteet ja järjestelmät kommunikoivat ja siirtävät tietoa internetin välityksellä (Gupta ja muut, 2022; Hofmann & Rüsch, 2017). Näin käyttäjät voivat hyödyntää etäohjausta ja reaaliaikaista tietoa. Esineiden internetiä voidaan hyödyntää monin tavoin logistiikassa (Hofmann & Rüsch, 2017; Pernestål ja muut, 2021). Logistiikassa IoT:n avulla voidaan seurata ja hallita erilaisia tietoja, kuten kuljetusvälineiden sijaintia, lämpötilaa, kosteutta, tärinää ja muita ympäristötekijöitä. Tämä tieto auttaa varmistamaan, että kuljetettavat tavarat ovat turvassa ja saapuvat määränpäähän ehjinä ja oikeaan aikaan.

Logistiikan hallinnassa ja suunnittelussa, kuten reittien optimoinnissa ja kuljetusketjun hallinnassa, voi myös hyödyntää esineiden internetiä. Esimerkiksi kuljetusyritys pystyy IoT-laitteiden avulla seuraamaan rekan sijaintia ja reitin edistymistä, mikä auttaa välttämään ruuhkia ja varmistamaan, että kuljetukset saapuvat määränpäähän oikeaan aikaan. Intermodaalisessa logistiikassa IoT voi auttaa yhdistämään eri kuljetusmuotoja ja

parantamaan kuljetusten sujuvuutta. IoT-laitteet voivat esimerkiksi seurata rahtilaivan sijaintia ja lastin kuntoa, jotta lasti saadaan siirrettyä nopeasti ja turvallisesti laivasta rekkaan tai junasta rekkaan. Lisäksi laitteita, erityisesti paikannuslaitteita, voidaan myös käyttää muodostamaan yhteinen tilannekuva esimerkiksi terminaalialueen eri toimijoiden välillä. Tällöin on mahdollista ennustaa saapumisaikoja sekä seurata ja hallita alueella liikkuvia yksiköitä.

IoT:n avulla on mahdollista estää useiden verkkoon kytkettyjen laitteiden ja koneiden häiriöitä. Vioittuva laite tai kone ilmoittaa itsestään, jolloin huolto voidaan tilata etukäteen ja mahdollinen seisokki voidaan estää (Pernestål ja muut, 2021). Yritys pystyy myös seuraamaan laitteiden ja koneiden ja jopa infrastruktuurin kuntoa ja käyttöä, ja ennakoimaan huoltotarpeet sen mukaisesti.

3.2.4 Pilvipalvelut

Aikaisemmin ohjelmisto ajettiin ja tiedostot tallennettiin käyttäjän tietokoneelle tai organisaation sisäiseen verkkoon. Nykyään on yleisempää käyttää pilvipohjaista ohjelmistoa, jota ylläpidetään palveluntarjoajan palvelimilla ja käytetään selaimen kautta (Altuntaş Vural ja muut, 2020; Büyüközkan & Göçer, 2018). Näin järjestelmiin ja ohjelmistoihin pääsee mistä ja milloin tahansa. Pilvipalveluita voidaan myös soveltaa logistiikassa, jolloin pilvipalvelu toimii välittäjänä eri käyttöliittymien ja toimijoiden välillä häiriöiden välttämiseksi ja yhteyksien parantamiseksi (Altuntaş Vural ja muut, 2020). Pilvipalveluita voidaan käyttää ja sulkea tarpeen mukaan, mikä mahdollistaa paremman palvelun ja hallinnan suorituskyvyn ilman yksityiselle, itsenäiselle IT-infrastruktuurille tyypillisiä asennus- ja ylläpitokustannuksia.

Mikäli yritys haluaa tallentaa tietojaan ja ohjelmiaan oman palvelimensa sijaan pilvipalveluun, ne tallennetaan pilvipalveluyrityksen palvelimelle, jolloin niihin päästään käsiksi internetin kautta tietokoneilla ja mobiililaitteilla. Hyöty on ilmeinen, sillä jos laite katoaa tai vaurioituu, pilvipalvelut tarjoavat usein automaattisia varmuuskopioita, jotta tiedot ja ohjelmat säilyvät turvassa.

Pilvipalvelut helpottavat myös tiedostojen ja ohjelmien jakamista: ne sallivat kenen tahansa oikeudet omaavan tarkastella ja käyttää jaettuja tiedostoja, milloin tahansa ja missä tahansa. Sisältöä voidaan myös suojata salasanalla ja pääsy voidaan ohjata kaksivaiheisen tunnistautumisen kautta, jos korkeampi tietoturvataso on tarpeen.

3.2.5 Lohkoketjut

Logistiikassa tiedot ovat pääasiassa dokumenttipainotteisia ja ne käsitellään usein manuaalisesti. Kuljetusketjussa tiedot välittyvät perinteisesti kahden peräkkäisen toimijan

välillä, mikä voi johtaa tietojen syöttämiseen järjestelmään useaan kertaan, lisäten siten virheen mahdollisuutta syötettävässä datassa. Tämä voi aiheuttaa puutteita tietojen laadussa, tehottomuutta ja tietojen epäsopivuutta, systeemiongelmia, kuljetuskaluston yli- tai alikuormituksia, poikkeamia suunnitellusta aikataulusta, pidempiä odotusaikoja ja uudelleensuunnittelua sekä vastaavuusongelmia tavaroiden ja niihin liittyvien dokumenttien välillä. Lisäksi tiedot voivat olla eri toimijoiden tekeminä eri muodoissa, kuten vaikkapa paperidokumenttina, PDF- tai Excel-tiedostona. Tällöin tiedot eivät ole sähköisesti yhteensopivia, jolloin tietojen jakaminen ja siirtäminen muille toimijoille estyy ja työn tuottavuus heikkenee.

Hajautetut logistiikka- ja lohkoketjut ovat yksi tapa parantaa logistiikan tehokkuutta. Ne tarjoavat tarkempaa tietoa, varmistavat tiedon avoimuuden ja käytettävyyden, parantavat tietoturvaa ja vähentävät kustannuksia (Bekrar ja muut, 2021).

Lohkoketjuteknologia mahdollistaa tiedonvaihdon ja jakamisen useamman osapuolen välillä tuottamalla ja ylläpitämällä hajautettuja tietokantoja (Bekrar ja muut, 2021). Tuntemattomat osapuolet voivat tehdä muutoksia tietokantaan ja tallentaa aikakohtaisesti leimattua ja yksilöivää tietoa, jota ei voi enää jälkikäteen muuttaa. Kaikki tapahtumat pysyvät tietokannassa ja ovat kaikkien nähtävillä. Tämä varmistaa luotettavan toiminnan osapuolten välillä, eikä kolmansien osapuolten käyttöä vaadita. Lohkoketjuun voidaan tallentaa myös älykkäitä sopimuksia, kuvia ja tekstejä (Bekrar ja muut, 2021). Älykkäät sopimukset mahdollistavat osapuolten sopimusten sääntöjen ja seuraamusten määrittämisen, ja sopimus myös noudattaa niitä automaattisesti ilman lakimiehen tarvetta.

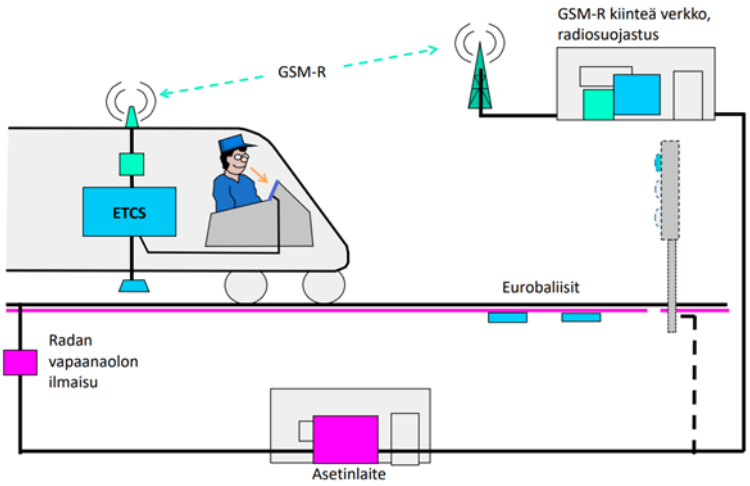
Kouvola Innovation Oy:n SmartLog-projektissa kehitettiin uusi esineiden internetiin pohjautuva ratkaisu, joka käyttää lohkoketjuteknologiaa optimoidakseen kuljetuksia ja tehdäkseen niistä samalla itseohjautuvampia. Sovellus on suunniteltu logistiikkayrityksille, ja se mahdollistaa tavaroiden sujuvamman ja nopeamman toimituksen asiakkaille aiempaa edullisemmin. Samalla tiedonkulku tulee läpinäkyvämmäksi ja nopeammaksi. Projektiin osallistui kumppaneita Suomesta, Virosta, Latviasta ja Ruotsista, ja sitä rahoitettiin osittain Interreg Central Baltic -rahoituslähteestä.

3.2.6 Eurooppalainen rautatieliikenteen hallintajärjestelmä

Euroopan rautatieliikenteen hallintajärjestelmä (ERTMS) on yhtenäinen koko Euroopan opastus- ja nopeudenvalvontajärjestelmä, joka varmistaa eri kansallisten rautatieverkkojen yhteentoimivuuden, alentaa ilmoitusjärjestelmien hankinta- ja ylläpitokustannuksia, parantaa infrastruktuurin kapasiteettia ja turvallisuustasoa sekä lisää junien nopeuksia (Euroopan unionin rautatievirasto, 2018). Tavoitteena on tehdä ERTMS:n avulla Euroopan junaliikenteestä turvallisempaa ja kilpailukykyisempää, ja järjestelmän odotetaan olevan merkittävä kehitystä ohjaava tekijä rautatieteknologian saralla.

ERTMS koostuu kahdesta osasta. Ensimmäinen on Euroopan junavalvontajärjestelmä (ETCS), joka on koko Euroopan yhteinen järjestelmä, jolla korvataan tällä hetkellä käytössä olevat kansalliset junavalvontajärjestelmät, kuten Suomen ATP-VR/RHK. ECTS:llä tarkoitetaan kaikkia junien kulunvalvonnassa tarvittavia sääntöjä ja teknisiä järjestelmiä. GSM-rautatie (GSM-R) on ERTMS:n toinen osa. Tämä radiotekniikka mahdollistaa ääni- ja dataviestinnän rautatieinfrastruktuurin ja junien välillä käyttämällä rautateille tarkoitettua taajuusaluetta. Suomessa tämä järjestelmä on korvattu EU:n poikkeusluvalla vuosina 2018–2019 viranomaisverkon (Virve) laitteilla ja Android-pohjaisella kirjautumissovelluksella. Suomen on tarkoitus siirtyä takaisin EU:n yhteiseen järjestelmään, kun langattomaan tiedonsiirtotekniikkaan perustuva radioverkkojärjestelmä (FRMCS) on saatavissa.

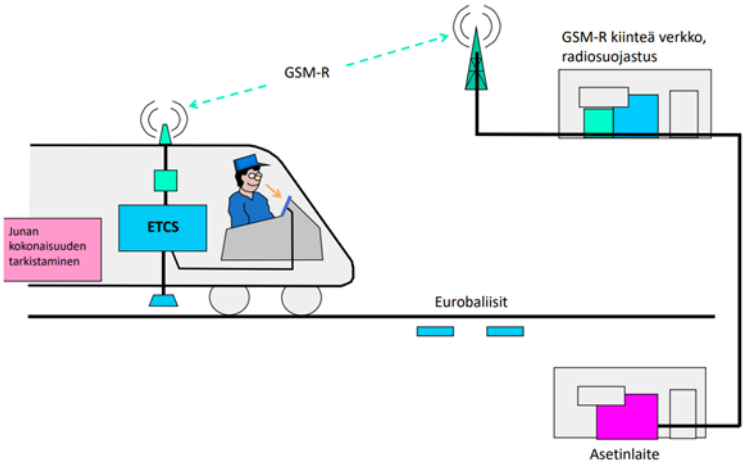
Euroopan unionin rautatieviraston (2018) mukaan ETCS-kulunvalvontajärjestelmä voidaan toteuttaa ETCS-tasoilla, joiden toiminnallisuus kehittyy tasolta toiselle. Taso 1 vastaa suurelta osin nykyistä ATP-VR/RHK:ta, mutta tasolla 2 otetaan käyttöön uusia ominaisuuksia: ETCS-tasosta 2 alkaen opasteiden käytöstä voidaan pitkälti luopua ja voidaan siirtyä kaksisuuntaiseen viestintään ratalaitteiden ja junien välillä radioverkon kautta. Taso 2 lisää nykytilaan verrattuna infrastruktuurikapasiteettia, tasoristeys- ja henkilöturvallisuutta sekä rautatieliikenteen automaatiota. Tasolla 2 otetaan käyttöön myös Radio Block Center (RBC), joka välittää radioverkon kautta junalle tietoa pääsyteistä. Siten myös junan sijainnin seuranta verkossa helpottuu huomattavasti. Kuvio 31 havainnollistaa tason 2 toimintaa. Nykyisessä tilassaan ETCS-taso 2 vastaa haluttua rataverkon modernisoitua teknologiaratkaisua.



Kuvio 31 ETCS-tason 2 toimintaperiaate (Pylvänäinen ja muut, 2020).

ETCS-taso 2 päivitetään myöhemmin tasoksi 3, jonka toimintoja kehitetään EU:ssa edelleen. ETCS-tason 3 merkittävin uudistus on liikkuvat lohkot -periaate, jonka avulla voidaan luopua kiinteistä suojaväleistä. ETCS-tasolla 3 junia voidaan pidentää ja operoida

lähempänä toisiaan, kun otetaan huomioon junien reaaliaikainen sijainti. Tämä edellyttää myös TIMS:n (Train Integrity Monitoring System) käyttöönottoa, joka valvoo junan yhtenäisyyttä, esimerkiksi kokoonpanon eheyttä. Järjestelmien uusimisessa ja korvaavien järjestelmien hankinnassa ei ole kyse vain edistyneemmän teknologian käyttöönotosta, vaan myös vanhentuneiden järjestelmien ylläpito- ja huoltokustannuksista. Kuvio 32 havainnollistaa tason 3 toimintaa.



Kuvio 32 ETCS-tason 3 toimintaperiaate (Pylvänäinen ja muut, 2020).

Toinen muutoksen ajuri on tarve luoda yhtenäinen rautatieliikennejärjestelmä Euroopaan. Tämä järjestelmä on erityisen hyödyllinen Keski-Euroopan alueella, jossa yhteinen ERTMS-järjestelmä mahdollistaa ketterän liikkumisen maiden välillä. ERTMS-teknologiaa käyttävä testirataprojekti on jo aloitettu myös Suomessa. Testiradan ja pilottiradan käyttöönoton jälkeen ERTMS otetaan käyttöön koko maassa seuraavien vuosikymmenien aikana vuoteen 2040 mennessä (Traficom, 2021).

Vaikka Suomi ei maantieteellisen sijaintinsa ja erilaisen raideleveyden vuoksi voi liittyä Euroopan rataverkkoon, on järjestelmästä paljon hyötyä. Yhteinen järjestelmä tarjoaa mittakaavaetuja sekä komponenttien ja järjestelmien saatavuudessa että kustannuksissa. Se mahdollistaa myös useiden olemassa olevien järjestelmien tehokkaamman valvomisen, junien nopeuksien nostamisen ja toiminnan turvallisuuden parantamisen. Järjestelmä mahdollistaa myös ratakapasiteetin lisäämisen lyhentämällä peräkkäisten junien välistä etäisyyttä tai aikaa.

Kapasiteetin lisäämisessä on kuitenkin tärkeää ottaa huomioon linjan eri osien yksilölliset ominaisuudet, jotka vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka paljon kapasiteettihyötyä voidaan saavuttaa. ERTMS-järjestelmä on asettanut kunnianhimoiset standardit komponenteille ja osajärjestelmille. Siirtyminen yhtenäiseen järjestelmään takaa laadukkaat ja kehittyvät yhtenäiset ratkaisut. Laadun lisäksi ERTMS tuo kustannussäästöjä koko elinkaaren ajan. Kun järjestelmä siirtyy tasolle 2 tai 3, radanvarren opasteita tai erityistä

radanvapauden valvontaa ei tarvita. Tällöin vältytään radanvarren asennusten ylläpito- ja huoltokustannuksilta. Kustannussäästöjä saavutetaan myös rakentamisessa, kun kaapelointia vähennetään. Lisäksi kuljetusten joustavuus ja nopeus paranevat, ja ne kykenevät vastaamaan paremmin toimitusketjun tarpeisiin. ERTMS-kehitys luo myös kehitystarpeita tietovirtojen integraatiolle koko toimitusketjussa.

3.3 Kiertotalous kohtaa digitalisaation

Eri teknologioiden merkitys kiertotalouden liiketoimintamalleissa on lisääntyvä tutkimuksen aihe (Lopes de Sousa Jabbour ja muut, 2019). Tutkijat uskovat, että digitalisaatio ei ainoastaan mahdollista kiertotaloutta, vaan toimii myös sen laukaisevana ja sitä edistävänä tekijänä (Ranta ja muut, 2018). Digitalisaatio mahdollistaa resurssien käytön minimoinnin ja tehostamisen. Älykkäät ratkaisut mahdollistavat esimerkiksi logistiikan alalla alhaisemman energiankulutuksen, tehokkaammat kuljetusreitit ja suuremman kapasiteetin hyödyntämisasteen. Lisäksi digitalisointi mahdollistaa läpinäkyvän pääsyn tuotteiden resurssien käyttötietoihin, mikä taas mahdollistaa tuotteiden elinkaaren optimoinnin (Antikainen ja muut, 2018).

Materiaali- ja informaatiovirtojen tehokas koordinointi on kiertotaloudessa keskeistä. Virroista on kerättävä suuria tietomääriä, jotta ongelmakohdat voidaan tunnistaa ja kehittää uusia ja parempia ratkaisuja. Digitalisaatio on avannut uusia mahdollisuuksia tietojen saantiin ja käsittelyyn: kiertotalouteen liittyviä resursseja ja materiaalivirtoja voidaan seurata, hallinnoida ja optimoida (Antikainen ja muut, 2018). Päätöksiä on tehtävä tuotteen elinkaaren eri vaiheista, kuten kierrätettävien aineiden uudelleenkäytöstä, tarvittavista logistisista ratkaisuista sekä arvoverkon toimijoiden määrittämisestä – käänteiset virtaukset mukaan lukien (Sarja ja muut, 2021).

3.3.1 CargoBeamer

CargoBeamer on Saksan Leipzigissä kotipaikkaansa pitävä yritys, joka toimii yhdistettyjen maantie- ja rautatiekuljetusten alalla Keski-Euroopassa. Yhtiö käyttää vertikaalista kuormaustekniikkaa, joka mahdollistaa kaikkien junan vaunujen samanaikaisen, täysin automatisoidun kuormauksen. CargoBeamer on kehittänyt teknologian, joka pystyy lastaamaan kaikentyyppisiä perävaunuja. Lastaus on automatisoitu, nopea eikä aiheuta odotusaikoja kuljetusyrityksille. Logistiikan digitalisaation lisäksi CargoBeamer keskittyy ainutlaatuisella liiketoimintamallillaan myös kiertotalouden edistämiseen.

CargoBeamerin ensimmäinen automatisoitua lastausteknologiaa hyödyntävä terminaali sijaitsee Ranskan Calais'ssa. Lähellä Calais'n satamaa ja tärkeää Englantiin suuntautuvaa Kanaalitunnelia sijaitsevan terminaalin on tarkoitus toimia keskeisenä osana yhtiön

kansainvälistä reittiverkostoa. Terminaalissa on kaksi raidetta ja 18 kaksipuolista vertikaalisesti liikkuvaa lastausmoduulia, jotka mahdollistavat 36 puoliperävaunun samanaikaisen automaattisen purkamisen ja lastaamisen.

Terminaalin rakentamista tuettiin eurooppalaisella CEF-rahoituksella noin 7 miljoonan euron verran, mikä on 22,5 prosenttia tukikelpoisista kokonaiskustannuksista. Kokonaiskustannukset olivat noin 32 miljoonaa euroa (CargoBeamer, 2022). Lisätukea tarjosivat Ranskan valtio ja Hauts-de-Francen alue. Ranskan käytävän lisäksi Calais'n terminaalin tavoitteena on tarjota intermodaalisia kuljetusvirtoja Keski- ja Itä-Eurooppaan. Tästä syystä tarkoituksena on myös tarjota reitti Calais'n ja Pohjois-Italian Domodossolan välillä. Automatisoitujen terminaalien investointikustannukset ovat vain noin kolmanneksen sellaisten perinteisten terminaalien investointikustannuksista, jotka käyttävät intermodaalisten kuljetusyksiköiden käsittelyyn nostureita tai muita käsittelylaitteita. Maankäytön kannalta CargoBeamerin järjestelmän rakentaminen vaatii vain noin neljänneksen perinteisen terminaalin tarvitsemasta pinta-alasta (Kuvio 33).

Kuvio 33 CargoBeamerin terminaali Ranskan Calais'issa (CargoBeamer, 2023).

Terminaalissa on ainakin pysäköintialue puoliperävaunuille, alue erikoisvarusteille eli lastaukseen ja purkamiseen tarkoitetuille kuormalavoille sekä käsittelykiskorata.

Terminaalin järjestys on joustava ja se voidaan mukauttaa paikallisiin olosuhteisiin esimerkiksi asettamalla käsittelymoduuli toimimaan vain yhteen suuntaan.

Terminaali voi toimia esimerkiksi seuraavanlaisesti: Puoliperävaunulla kuormattu rekka saapuu terminaalin sisäänkäyntiportille. Kuljettajan etukäteen saaman TIN-numeron ansiosta hän voi kirjautua sisään digitaalisesti poistumatta kuorma-autostaan. Termi-naalin sisällä puoliperävaunu ajetaan yhdelle parkkiruuduista, jossa se irrotetaan vetoautosta. Tämän jälkeen kuljettaja ja vetoauto voivat poistua terminaalista välittömästi tai ottaa toisen puoliperävaunun mukaan. Junien lähtöä ei tarvitse odottaa, minkä ansiosta kuljettajien terminaalissa viettämä aika on usein alle 10 minuuttia.

Terminaaliajoneuvo (Kuvio 34) asettaa puoliperävaunun rautatiekiskojen vieressä odottavalle lavalle, jolla se nostetaan tai siirretään vaunuun. Junan saapuessa terminaaliin puoliperävaunut ovat valmiina odottamassa lastaustaan. Kaikki puoliperävaunut lastataan junasta samanaikaisesti ja automaattisesti. Kun junassa oleva perävaunu on siirretty vaakasuoraan toiselle puolelle, odottavat perävaunut lastataan junaan toiselta puolelta. Cargo-Beamerin vaunuista koostuvassa junassa voi olla enintään 36 vaunua, joiden kokonaispituus voi olla 700 metriä. Konseptin ytimessä ovat ammeen muotoiset käsittelylavat, jotka mahdollistavat automaattisen vaakakäsittelyn.

Kuvio 34 Puoliperävaunujen siirtämiseen tarkoitettuja terminaaliajoneuvoja.

Automatisoidussa terminaalissa lastaus ja purku voidaan hoitaa alle 20 minuutissa, kun taas perinteisessä terminaalissa käsittely kestäisi tunteja. Käsittelylavan (Kuva 15) tekniset ominaisuudet mahdollistavat sen, että lavaa voidaan käsitellä kurottajalla, mikä mahdollistaa käsittelyn myös perinteisessä terminaalissa. CargoBeamerin järjestelmä ei ainoastaan lyhennä käsittelyaikaa, vaan se vähentää myös työvoimakustannuksia. Lisäksi järjestelmä on yhtiön oman arvion mukaan niin luotettava, että se toimisi myös erittäin haastavissa sääolosuhteissa.

Kuvio 35 Puoliperävaunu CargoBeamerin käsittelylavalla.

CargoBeamer pystyy käsittelemään Calais'n terminaalialueella kuusi junaparia eli kuusi saapuvaa ja kuusi lähtevää junaa päivässä. Tämä tarkoittaa yhteensä 432 puoliperävaunua joka päivä. Terminaalin toinen, vuodelle 2023 suunniteltu laajennusvaihe kaksinkertaistaa terminaalin kapasiteetin 12 päivittäiseen junapariin. Aluksi tarkoituksena on tarjota säännöllistä linjaa Espanjan rajan lähellä sijaitsevaan Perpignaniin kahdella edestakaisella vedolla viikossa. Yhteistyökumppanina toimii DB Cargon ranskalainen tytäryhtiö Euro Cargo Rail (ECR). Jokaisessa junassa on yhteensä 36 perävaunupaikkaa, jotka koostuvat 24 CargoBeamer-vaunusta ja kuudesta tavallisesta kaksitaskuisesta vaunusta.

CargoBeamerin teknologia on kuitenkin varsin uutta, eikä sitä hyödynnetä vielä kaupallisesti kovin laajasti. CargoBeamer-vaunut ovat noin 20 prosenttia kalliimpia kuin

perinteiset vaunut. Lisäksi ne ovat perinteisiä vaunuja painavampia, mikä pienentää lastattavan kuorman määrää ja vaikuttaa näin kannattavuuteen. (Euroopan komissio, 2022)

3.3.2 Etelä-Pohjanmaan tilanne: digitalisaatio ja kiertotalous

Kerätty aineisto jaettiin tunnistettujen luokkien perusteella ja numeroitiin lähdekohtaisesti. Temaattisen analyysin tuloksena tunnistettiin 15 teemaa. Myöhemmin nämä teemat luokiteltiin edelleen neljään pääluokkaan: odotuksiin, mahdollisuuksiin, ambivalensseihin ja esteisiin. Nämä luokat käsitellään myöhemmin yksitellen. Kuvio 36 havainnollistaa jaottelua teemoihin ja kategorioihin.

Analyysin tavoitteena on luoda jäsennelty kuvaus eteläpohjalaisten pk-yritysten toimitusketjujen digitalisaation, kiertotalouden ja yhdistettyjen kuljetusten ominaispiirteistä, haasteista ja vaikeuksista sekä mahdollistaa johtopäätösten tekeminen kehittämistarpeiden tunnistamiseksi.

Haastattelut sisälsivät neljä näkökulmaa jokaiseen pääteemaan: yrityksen, toimitusketjun, haastateltavan ja tulevaisuuden näkökulman. Näkökulmien määrittelyn tarkoituksena oli selvittää muun muassa haastateltavan yrityksen yhteistyötä ja tutkittavan toimitusketjun toimintaa. Ilman näkökulmien muodostamista haasteena olisi ollut tunnistaa, näkevätkö kaikki haastateltavat teemaa koskevat kysymykset samalla tavalla ja vastaavatko he niihin samasta näkökulmasta. Perspektiivien tavoitteena on saada tietoa todellisuudessa esiintyneistä aiheista. Tulevaisuuden näkökulma eroaa muista näkökulmista siinä, että se sisältää ja voi tuottaa hypoteettista tietoa asioista, joita voi tapahtua.

Kuvio 36 Tulosten kategorisointi.

Tässä osiossa tarkastellaan yksityiskohtaisesti neljää aiemmin valittua luokkaa ja niiden sisällä olevia teemoja. Osio sisältää myös kiertotalouden, digitalisaation ja yhdistettyjen kuljetusten ennakointiin liittyvän tutkimuksen tuloksia.

Noin 20 prosenttia kontaktoiduista yrityksistä kieltäytyi haastattelusta, sillä he kokivat, etteivät ole riittävän päteviä tai perehtyneet tarpeeksi haastattelun teemoihin. Loput kieltäytyneistä eivät kyenneet osallistumaan joko lomakauden aiheuttaman kausiluonteisen kiireen vuoksi tai heitä ei tavoitettu lainkaan. Tavoitteena oli tavoittaa yrityksistä henkilöitä, jotka ovat vastuussa toimitusketjuista, päätöksenteosta ja/tai niihin liittyvistä projekteista.

Suurin osa haastatelluista tunnisti kiertotalous-termin, mutta jotkut tarvitsivat termille selitystä tai selvennystä. Toisaalta termin merkityksessä oli jonkin verran ristiriitaa, koska jotkut pitivät sitä kierrätyksen synonyymina. Suurin osa haastatelluista yrityksistä oli joko ottanut käyttöön tai ajatellut ottavansa käyttöön kierrätys- ja kestävän kehityksen ratkaisuja, mutta itse kiertotaloutta ei ollut otettu huomioon. Digitalisaatio sen sijaan oli tunnetumpi sekä terminä että aiheena. Kuitenkin sen merkityksestä oli joitain väärinkäsityksiä, aivan kuten kiertotaloudenkin kohdalla. Jotkut haastatelluista näkivät digitalisoinnin synonyymina digitalisaatiolle, mikä tarkoitti heille siirtymistä analogisesta digitaaliseen. Noin puolet haastatelluista tunnisti yhdistettyjen kuljetusten käsitteen, loput tarvitsivat jonkin verran apua ja selvennystä. Kaiken kaikkiaan lähes kaikki haastateltavat olivat kuulleet näistä termeistä aiemmin ja pitivät niitä yhä tärkeämpinä tulevaisuuden teemoina.

On kuitenkin hyvä mainita, että vaikka termit olivatkin enemmän tai vähemmän tuttuja haastateltaville, niiden soveltaminen toimitusketjuissa ei ollut. Lisäksi useimmissa tapauksissa toimitusketjuista ja/tai kehittämisestä vastaava henkilö ei ollut vastuussa kiertotalous- ja digitalisaatiohankkeista. Näin ollen näiden aloitteiden painopiste ei usein ollut toimitusketjuissa ja kuljetuksissa.

3.3.3 Odotukset

Vastaajat viittasivat usein kiertotalouden ja digitalisaatiohankkeiden taloudellisiin tavoitteisiin, kun he kuvailivat odotuksiaan. Vastaajat siis odottivat kiertotalouden ja digitalisaation investoinneistaan taloudellisia palkkioita joko tulojen tai kustannussäästöjen muodossa. Osa vastaajista mainitsi odotuksikseen myös välillisiä taloudellisia etuja kustannussäästöissä sen lisäksi, että sijoitukselle odotettiin suoraa taloudellista tuottoa ja kenties yrityksen kannattavuuden paranemista. Esimerkiksi yritysten energiankäyttöä alentavien hankkeiden ennakoitiin tuovan kustannussäästöjä.

Suurin osa haastatelluista mainitsi suorien ja välillisten taloudellisten odotusten lisäksi muitakin, mahdollisesti ei-taloudellisia, tavoitteita ja odotuksia kiertotalouden tai digitalisaation käyttöönotolle. Näitä olivat brändin tunnettuuden lisääminen, asiakassuhteiden ja asiakastyytyväisyyden sekä hyvinvoinnin ja henkilöstön tyytyväisyyden parantaminen, kilpailuedun saaminen, laadun ja tehokkuuden lisääminen sekä toimintojen

tehostaminen. Nämä mainitut tavoitteet ja odotukset tulivat tavalla tai toisella esiin lukuisissa haastatteluissa. Iso osa haastatelluista vaikutti myös olevan tietoisia siitä, että kiertotalous- ja/tai digitalisaatioaloitteiden parissa työskenteleminen ei aina johda taloudelliseen menestykseen, vaan vaikutukset voidaan havaita muilla tavoilla. Lisäksi tunnistettiin, että saattaa kestää jonkin aikaa, ennen kuin tällaiset edut toteutuvat tai konkretisoituvat.

Vaikka jotkin haastateltavat pitivät taloudellista hyötyä keskeisenä tekijänä, he korostivat myös, että usein syyt kiertotalouteen ja/tai digitalisaatioon panostamiseen ovat muualla. Yksi tavoitelluimmista odotuksista oli suorituskyvyn parantaminen prosesseja yksinkertaistamalla tai pullonkauloja poistamalla. Digitalisaatiossa eräs ensisijaisista odotuksista, taloudellisten odotusten lisäksi, oli päätöksentekoa tukevan tiedon määrän lisääminen. Kiertotalouden kohdalla monet yritykset halusivat lisätä oman toimintansa kestävyyttä ja materiaalivirtojen kiertokulkua, vaikka ne eivät useinkaan olleet aloitteiden päätavoitteita. Kiertotaloutta ja digitalisaatiota edistäviin aloitteisiin osallistuminen nähtiin myös mahdollisuutena saada tunnustusta edelläkävijyydestä tai johtajuudesta sekä tilaisuutena erottua positiivisesti muista kilpailijoista.

Kaikki osallistujat pitivät kiertotaloutta ja digitalisaatiota olennaisina liiketoiminnalle ja yrityksen arvoille, ja jotkut jopa määrittelivät ne kaikkiin liiketoimintatehtäviin vaikuttaviksi prosesseiksi. Monet odottivat, että kiertotalouden ja digitalisaation käyttöönotto on jatkossa välttämätöntä kilpailukyvyn säilyttämiseksi. Useat haastatellut korostivat myös, että kiertotalouden ja digitalisaation on oltava rinnakkain tavanomaisen yritystoiminnan kanssa, mikä viittaa siihen, että digitalisaatio tai kiertotalous ei voi olla päämäärä sinänsä. Kaikkea kierrätystä tai digitalisaatiota ei tehdä taloudellista tuottoa silmällä pitäen, mutta prosessin odotetaan silti maksavan itsensä takaisin tai tuovan jonkinlaista saavutettavaa hyötyä, eli sen on oltava jollain tavalla perusteltua. Ymmärrettiin, että tarjoamalla tietoa esimerkiksi sijainnista, tilasta ja tuotteiden saatavuudesta digitalisaatio voi avata uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

3.3.4 Mahdollisuudet

Useimmat osallistujat näkivät kiertotalouden ja digitalisoinnin ajankohtaisina aiheina ja liiketoiminnan yleisinä tulevaisuuden suuntaviivoina. Jotkut jopa sanoivat, että kiertotalous ja/tai digitalisaatio olivat heidän liiketoimintakäytäntöjensä ja ydinperiaatteidensa perusta. Yritysten näkemykset kiertotaloudesta ja digitalisaatiosta rohkaisivat niitä osallistumaan kiertotalous- ja digitalisaatioaloitteisiin ja etenemään niissä. Eräs vastaaja kertoi, että digitalisaatioaloitteiden toteuttaminen oli heillä helppoa, koska yrityksen johto näki digitalisaation roolin merkittävänä tulevaisuudessa ja oli siten sitoutunut digitalisaation edistämiseen.

Tiedon ja koulutuksen saatavuus oli toinen tunnistettu mahdollisuus ottaa käyttöön kiertotaloutta ja digitalisaatiota yritysten sisällä. Suurimmalla osalla haastatelluista yrityksistä oli jo käytössä jonkinlainen toiminnanohjausjärjestelmä (ERP), mikä viittaa siihen, että digitalisaation tärkein perusta on jo luotu. Osa vastaajista puolestaan mainitsi, että kiertotalous- ja digitalisaatioaloitteita tutkitaan ja harkitaan parhaillaan. Jotkut näkivät kuitenkin, että vaikka tietoa on saatavilla runsaasti, se on kuitenkin melko hajanaista, joten sitä on haastavaa soveltaa ja hyödyntää omassa organisaatiossa ja kontekstissa.

Näin ollen erityisesti digitalisaatio voisi luoda uusia mahdollisuuksia tiedon jakamiseen, keräämiseen ja analysointiin, mikä auttaisi päätöksentekoa ja seurantaa. Lisäksi jotkut pitivät myös kiertotaloutta ja digitalisaatiota uusien liiketoimintamahdollisuuksien mahdollistajina. Yhteistyötä ja erityisesti tiedon jakamista pohdittiin mahdollisuuksina. Yhteistyöllä yritykset voisivat jakaa asiantuntemustaan eri toimialoilla ja hyötyä siten toisistaan.

Haastateltavat korostivat erityisesti tiedon merkitystä. Tiedon tulee olla täsmällistä ja läpinäkyvää päätöksenteossa. He totesivat myös, että digitalisaation seurauksena voitaisiin kehittää ja käyttää uusia digitaalisia alustoja ja markkinapaikkoja. Verkostoitumista ja yhteistyötä sidosryhmien, myös kuluttajien, kanssa voitaisiin yksinkertaistaa ja tehostaa digitalisaatiolla. Vastaajat korostivat, että digitalisaatio ja kiertotalous voisivat myös kannustaa käyttäjiä osallistumaan tuotteiden ja palveluiden kehitysprosesseihin. Samalla ne auttaisivat yrityksiä tavoittamaan asiakkaita ja olemaan näiden kanssa vuorovaikutuksessa entistä tehokkaammin. Yhtenä keskeisenä asiakassitoutumisen ja interaktiivisen vuorovaikutuksen edistäjänä mainittiin sosiaalinen media. Kuten eräs haastatelluista totesi, markkinointi on digitalisaation seurauksena kehittynyt älykkäämmäksi ja vuorovaikutteisemmaksi.

3.3.5 Ambivalenssit

Vastaajat antoivat kontekstikohtaisia kuvauksia asioista, joilla oli sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia digitalisaation ja/tai kiertotalouden edistämiseen. Luonteensa mukaisesti nämä elementit luokitellaan ambivalensseiksi. Tutkimuksessa löytyi kolme ristiriitaista teemaa: osallistuvien yritysten pieni organisaatiokoko, lainsäädäntö ja byrokratia, sekä yritysverkostot.

Haastatteluissa nostettiin usein esiin organisaation koko. Tämä oli ennakoitavissa, koska kaikki otokseen valitut yritykset olivat pk-yrityksiä. Haastateltavat mainitsivat organisaation pienen koon eri yhteyksissä, ja he näkivät sillä olevan sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Osa piti pientä organisaatiokokoa haittana kiertotalouden ja digitalisaatioehdotusten toteuttamisessa, kun taas osa näki sen etuna, joka teki organisaatiosta ketterämmän muutoksille. Siksi se on luokiteltu ambivalentiksi aiheeksi. Harvat vastaajat uskoivat, että organisaation pieni koko vaikuttaisi negatiivisesti yrityksen kykyyn saada varoja.

Monet taas uskoivat sen olevan syynä siihen, ettei käytettävissä ollut tarpeeksi aikaa tai henkilöresursseja. Haastatteluissa kävi myös ilmi, että organisaation koko vaikutti siihen, miten vastaajat priorisoivat aikansa, vaikka kaikki eivät sitä tunnustaneetkaan. Usea vastaaja mainitsi, että yrityksen pienen koon vuoksi heidän työnkuvansa on laaja. Tämä voi vaikuttaa siihen, kuinka paljon aikaa heillä on käytettävissä esimerkiksi kiertotalouden ja digitalisaatiohankkeiden edistämiseen.

Yrityksen pienen koon nähtiin kuitenkin myös lisäävän yrityksen ketteryyttä, mikä puolestaan auttaisi kiertotalouden ja digitalisaation toteuttamista. Pienen organisaatiokoon yritysten katsottiin usein olevan valmiimpia toteuttamaan nopeita muutoksia liiketoimintaprosesseissaan. Eräs vastaaja väitti, että organisaation pieni koko paransi yrityksen kykyä räätälöidä projekteja vastaamaan sidosryhmiensä vaatimuksia, kun projektit pystyttiin integroimaan paremmin rutiiniliiketoimintaan.

Toinen ambivalentiksi leimattu teema oli Suomen lait ja byrokratia. Eniten huomiota kiinnitettiin kansallisen tasoon, mutta osa vastaajista puhui myös EU-tason lainsäädännöstä, muun muassa EU-direktiiveistä. Melkein kaikki haastateltavat näkivät Suomen laeilla ja byrokratialla olevan kiertotalouteen ja yritysten digitalisaatioon sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Suurin osa haastatelluista piti Suomen ja EU-lainsäädäntöä riittävinä ja oli sitä mieltä, että he eivät välttämättä olisi motivoituneita muuttamaan omia yritystavoitteitaan lainsäädännön tiukkuuden vuoksi.

Suurin osa haastatelluista piti nykyistä lainsäädäntöä järkevänä ja hyödyllisenä. Jotkut puolestaan huomauttivat, että toisinaan lait ja määräykset voivat jopa olla ristiriidassa aidosti ympäristömyönteisen toimintatavan kanssa. Esteistä eniten painottui kuitenkin Suomen byrokratia erilaisten lupien ja varojen hakemisessa. Jotkut näkivät myös, että osa uusista vaatimuksista saattaa olla haastavampia toteutettavia nimenomaan pienemmille yrityksille, sillä niillä ei välttämättä ole yhtä paljon osaamista tai resursseja kuin suuremmilla yrityksillä.

Yritysverkostot olivat kolmas teema, jonka merkitys muuttui tilanteen mukaan. Useimmat haastateltavat pitivät vakiintuneita logistiikka-, toimittaja- ja kumppaniverkostoja erittäin tärkeinä liiketoimintaverkostoista ja niiden merkityksestä puhuessaan. Erään vastaajan mukaan vakiintuneilla verkostoilla on myönteinen vaikutus samalla alueella toimiviin yrityksiin, koska ne nostavat liiketoiminnan vaatimuksia sekä auttavat lisäämään tietoa ja tietoisuutta, ja parantavat paikallisten yritysten mainetta, tunnettavuutta ja itsetuntoakin. Toisaalta taas verkostoissa toimiminen ja yhteistyö saattoi hidastaa ja mutkistaa joidenkin asioiden toteuttamista, ja niiden tekeminen itse olisi ollut nopeampi ja helpompi vaihtoehto. Pääosin kumppanuudet ja yritysverkostot nähtiin kuitenkin mahdollisuuksina, ja niiden puute vastaavasti lähinnä esteenä.

3.3.6 Esteet

Yksi haastatteluissa usein käsitellyistä aiheista oli epävarmuus, jonka kaikki haastateltavat nostivat jossain muodossa esille. On mielenkiintoista huomata, että osallistujat eivät itse kuvailleet epävarmuutta kiertotalouden ja digitalisaatioaloitteiden esteeksi. Todettiin kuitenkin selvästi, että sillä olisi haitallinen vaikutus aloitteiden täytäntöönpanoon, koska epävarmuus voi projektin aikana johtaa ylimääräisiin ponnisteluihin, kuten esimerkiksi lisätutkimukseen ja pilotointiin. Vaikka hankkeiden luonne vaihteli, epävarmuus nousi esiin monissa yhteyksissä ja oli läsnä arvoketjun kaikissa vaiheissa. Epävarmoina puhuttiin niin asiakkaiden tarpeista, investoinneista, henkilöresursseista, materiaalivaatimuksista kuin mahdollisista eduistakin.

Haastattelujen mukaan uudet aloitteet voivat tuntua vaikeilta toteuttaa ja ne saattavat aiheuttaa yritykselle epävarmuutta, jos heillä ei ole vielä kokemusta vastaavien aloit-teiden toteuttamisesta. Esimerkkinä tästä eräs haastateltava mainitsi materiaalien tai tuotteiden takaisinottoprosessin käyttöönoton ja käänteisen logistiikan periaatteiden huomioimisen. Epävarmuutta voivat lisätä myös tiedon sekä tarvittavan tietotaidon puute. Suurin osa haastatelluista pitikin tiedon saatavuutta ja sen jakamista enemmän mahdollisuutena kuin esteenä. Lisäksi digitalisaatioon ja kestävään kehitykseen liittyvien osaamisten yhdistäminen oli yksi havaituista vaikeuksista. Eräs haastateltava totesi, että tiedoissa oli aukkoja digitalisaation merkityksestä ja perustavanlaatuisista kiertotalousideoista.

Resurssien niukkuus oli toinen haastatteluissa mainittu este. Teema liittyy läheisesti aiemmin mainittuun ambivalenttiseen näkökulmaan organisaation pienestä koosta sekä sen edusta ja haitoista. Valtaosa haastatelluista mainitsi myös, että he pystyivät käyttämään vain rajoitetun määrän aikaa ja resursseja nykyisiin kiertotalous- ja digitalisaatiohankkeisiinsa. Tämä osoittaa, ettei hankkeen toteuttamista aina pidetty ensisijaisena, eikä siihen sen vuoksi sijoitettu aikaa tai henkilöresursseja. On myös hyvä mainita, että haastatelluilla oli usein virkanimikkeiden ja perinteisten työnkuvausten ulkopuolisia tehtäviä, mikä kuvaa resurssien käyttöä erityisesti pienissä yrityksissä. Digitalisaatiota tai kiertotaloutta ei aina pidetty kaikkein tärkeimpinä osa-alueina, mikä johti siihen, että aikaa ja henkilöstöä ohjattiin muihin organisaation päivittäisiin tehtäviin. Täytäntöönpanoprosessin nopeuttaminen saattaakin edellyttää henkilöstöresurssien lisäämistä.

Haastatteluissa myös raha mainittiin usein esteenä. Monet uusista ideoista vaativat ainakin jonkinlaista investointia, ja mitä suurempi aloite on, sitä suurempi investointi yleensä vaaditaan. Usein yritys joutui turvautumaan ainakin osittain ulkopuoliseen rahoitukseen, kun investointikyky ei riittänyt. Tämä edellytti joko yksityisen sijoittajan löytämistä tai julkisen rahoituksen hakemista, ja haastateltujen mielestä molemmat olivat haastavia prosesseja. Vaikka useimmat haastateltavat kokivat rahan puutteen olevan suuri este, he olivat myös yhtä mieltä siitä, että se ei ollut vain kiertotalouden ja digitalisaatiohankkeiden ongelma: rahoituksen saaminen muihinkin aloitteisiin oli vaikeaa. Eräs haastateltava

mainitsi myös, että uusien ideoiden jalostaminen toteuttamiskelpoisiksi liiketoimintamalleiksi on haaste.

Covid-19-pandemia ja Ukrainan sota olivat haastatteluja tehtäessä ajankohtaisia. Molemmat muun muassa aiheuttivat epävarmuutta ja mittavia muutoksia niin tuotantoon, logistiikkaan kuin kulutukseenkin: ne muuttivat ja pysäyttivät tavara- ja materiaalivirtoja, aiheuttivat ainakin hetkellistä materiaali- ja komponenttipulaa sekä erilaisia piikkejä, viivästyksiä, katkoja ja ruuhkia sekä pakottivat yrityksiä uudelleenajattelemaan ja -järjestämään toimintaansa. Uudessa tilanteessa moni yritys joutui karsimaan toiminnastaan ”ylimääräiset rönsyt” ja keskittymään ydinliiketoimintaansa, toisaalta muuttunut tilanne pakotti monet yritykset uudistumaan tai ainakin sopeutumaan uuteen. Tästä huolimatta haastateltavat pitivät molempia esteinä digitalisaation ja kiertotalouden edistämiselle. Pandemia tapaamis- ja kokoontumisrajoituksineen pakotti keksimään vaihtoehtoja kasvokkain tapaamiselle, mikä ainakin aluksi vaikeutti yhteistyötä, verkostoitumista ja monessa asiassa tarpeelliseksi koettua ”sosiaalista kanssakäymistä”. Lisäksi sekä covid-19-pandemian että Ukrainan sodan sivuvaikutukset, erityisesti globaali talouden taantuma ja mahdollinen energiakriisi nähtiin uhkina, jotka vaativat tulevaisuudessa paljon huomiota.

3.4 Etelä-Pohjanmaan digitalisaation tason seuranta ja road map edelläkävijäksi

Digitalisaation tason seurantaa tehdään valtioiden tasolla kyselytutkimusten avulla, kuten esimerkiksi Suomessa DigiBarometrissä (2022). Digitalisaation tason seurantaa voi tehdä myös yrityskohtaisesti monenlaisilla arviointimenetelmillä. Yleisimpiä tapoja mitata digitalisaation tasoa ovat sen kypsyystason (engl. digital maturity) ja valmiustason (engl. digital readiness) mittaaminen. Kun tiedetään, mitä mittaria halutaan käyttää, valitaan jokin malli, jolla mitataan taso ja verrataan tasoa muihin yrityksiin. Mikäli halutaan seurata digitalisaation tasoa Etelä-Pohjanmaan alueella, tulisi seuranta tehdä vuosittain toistuvalla kartoituksella. Todennäköisesti kartoituksen voi tehdä sähköisen kyselyn ja haastattelujen yhdistelmällä, jotta saadaan riittävä määrä vastauksia. Sähköinen kysely mahdollistaa myös tulosten analysoinnin osittain automatisoidusti.

Digitalisaation seuranta on luonteeltaan nopeasti muuttuvan asian seurantaa: teknologiat kehittyvät ja työnteon tavat muuttuvat. Vaasan yliopisto voi osallistua tutkimusten tekoon vuosittain osana opinnäytteiden (kandidaatintutkielman, gradut) tekoa ja normaalia tieteellistä tutkimusta, mikä mahdollistaisi sen, että Etelä-Pohjanmaan liiton ei tarvitse tehdä seurantaa itse. Seurannan laatu tulisi tällöin myös arvioiduksi, sillä kaiken yliopistossa tehdyn tutkimuksen taso arvioidaan ja tutkimuksen tekotapa kuvataan avoimesti.

Aiheeseen sopivasti vuosittaiselle tutkimukselle voi asettaa tavoitteeksi sen, että sen tekoa automatisoidaan ja tekemiseen kehitetään prosessi, jota hiomalla digitalisaation tason seuranta tulee muodostumaan mahdollisimman vaivattomaksi.

Digitalisaation tason nostaminen ja nouseminen edelläkävijäksi on mahdollista seuraavien toimenpiteiden avulla:

1. Digitalisaation tason nykytilan arviointi
2. Digitalisaation tason kohottaminen arvioinnin perusteella
    a. Digitalisaation edellytysten lisääminen: osaaminen, infra, …
    b. Digitaalisten teknologioiden käytön lisääminen
    c. Digitalisaation positiivisten vaikutusten lisääminen
3. Toimenpiteiden onnistumisen arviointi osana seuraavaa digitalisaation tason nykytilan arviointia

4 WP4: SIMULOINTI JA SUORITUSKYVYN ARVIOINTI

Tämän osuuden tavoitteena on toteuttaa yleinen kustannusmalli kuorma-auto- ja junakuljetuksille. Mallin ideana on arvioida kustannuksia tilanteessa, jossa uusi operaattori hankkii tarvittavan kaluston ja tarjoaa kuljetuspalvelua. Malli mahdollistaa tavaraliikenteen yhteysvälikohtaisten vuotuisten kustannusten ennustamisen, mikäli vuotuiset kuljetusmäärät ovat tiedossa. Kustannusmallin luomisessa on hyödynnetty toimintolaskennan menetelmiä (Oksanen, 2003). Kustannusmallin yleisen luonteen vuoksi joitakin yksinkertaistuksia ja olettamia on tehty.

Tähän tutkimukseen on valittu havainnollistavaksi esimerkiksi Seinäjoen ja Helsingissä sijaitsevan Vuosaaren sataman välinen kuljetuskäytävä. Kuljetusmatka on rautateitse 348 kilometriä ja maanteitse 375 kilometriä. Kustannuksia laskettiin 100–400 tuhannen tonnin kuljetusmäärillä. Tälle kuljetusmäärälle realistinen oletus on, että junia kulkee yksi päivässä. Rekkoja kulkee vastaavan kapasiteetin vaativa määrä. Kuormausasteeksi on oletettu 80% molemmille kulkumuodoille. Vuotuiset kustannukset saatiin kertomalla päivittäiset kustannukset kuljetuspäivillä (350). Yhdistelmien kulutuslukemat perustuvat keskimääräiseen kulutukseen. Mallissa on sekä yhdistelmäajoneuvojen että junien osalta oletettu, että hankitaan uutta kalustoa, joten käytetty kalusto ja leasing-vaihtoehdot ovat rajattu ulkopuolelle.

4.1 Junakuljetus

Tutkimuksessa luotiin yleinen laskennallinen kustannusmalli Suomen rautatietavaraliikenteeseen. Junan kustannusmalli on pyritty tekemään mahdollisimman yleisestä näkökulmasta, ottamatta kantaa siihen mitä kuljetetaan. Tästä syystä laskelmissa on käytetty nettotonneja. Kustannukset on mallin muodostamista ajatellen jaettu kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteitä kustannuksia voidaan katsoa olevan henkilöstökustannukset, pääomakustannukset sekä verot ja muut maksut. Muuttuvia kustannuksia puolestaan ovat energia- ja kunnossapitokustannukset. (Iikkanen, 2013; Kordnejad, 2013)

4.1.1 Pääomakustannukset

Kuljetuskaluston osalta määritettiin aluksi hankintahinta, joka jaksotettiin kaluston todennäköiselle pitoajalle. Todennäköiseksi pitoajaksi arvioitiin veturin osalta 30 vuotta ja vaunujen osalta 20 vuotta. Käytetyt kaluston hankintatiedot perustuvat sekä julkisiin että haastatteluista saatuihin tietoihin, ja näiden pohjalta tehtyihin hinta-arvioihin. Koska käytetyllä kalustolla ei ole jälkimarkkinoita, kalustolle ei lasketa jäännösarvoa (uponnut kustannus). Pääomakustannus määritettiin kiinteän tasaerän mukaisesti 5%:n laskentakorolla, jolloin poistot ja korot ovat yhtä suuret koko pitoajan (Kaava 1). Vuotuisesta

tasaerästä määritettiin edelleen kalustolle laskennallinen aika-arvo (€/min) kuvaamaan kuljetuspalveluun sidottua pääomakustannusta. Pääoman laskennallinen tasaerä on sama riippumatta siitä, onko kalusto käytössä vai ei. Kalustosta kertyy piilokustannuksia silloin kun sitä ei käytetä.

(1) $$\boldsymbol{Vuotuinen\ tasaer}\text{ä} = \frac{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{n} * \frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{n}-1} * \boldsymbol{N}$$

, missä N on hankintahinta, p on korkokanta ja n maksuerien määrä.

4.1.1.1 Veturit

Vertailussa käytettiin yhtä sähköveturia ja kolmea dieselveturia. Sähköveturina on käytetty Sr2-veturia, joka on raskaassa tavaraliikenteessä- ja matkustajaliikenteessä käytettävä veturi (VR Group, 2023). Sen massa on 84 tonnia, teho 6100 kW ja hankintahinnaksi on arvioitu 3,75M€. Sr2-veturi kykenee vetämään 80 km/h keskinopeudella noin 2000 tonnin painoisen junan (Iikkanen, 2013). Dieselvetureina laskennassa on käytetty yleisesti käytössä olevia Dr14-, Dr16- ja Dr19-vetureita (VR Group, 2023). Dr14 (massa 87 tonnia, hankintahinta 2,5M€) on tarkoitettu vaihto- ja järjestelytöihin. Kaksi muuta veturia, Dr16 ja Dr19, ovat teholtaan noin 2000kW luokkaa ja pystyvät näin vetämään 80km/h keskinopeudella 900 tonnia, jolloin sitä raskaampien kuormien vetämiseen tarvitaan käytännössä kaksi veturia (Iikkanen, 2013). Dr16-veturin massa on 84 tonnia ja hankintahinnaksi arvioitiin 3M€, Dr19:n osalta vastaavat luvut ovat 88 tonnia ja 3,3M€.

4.1.1.2 Vaunut

Vaunukaluston osalta laskennassa käytetään Suomessa käytössä olevaa Sdggnqss-w -vaunutyyppiä, joka on tarkoitettu erityisesti yhdistetyille kuljetuksille (VR Group, 2023). Kyseisen vaunun massa on 31,2–32 tonnia, kuorma 58–58,5 tonnia ja maksimipaino yhteensä noin 90 tonnia. Vaunun hankintahinnaksi on arvioitu 150 000€.

4.1.2 Kunnossapitokustannukset

Kunnossapidon kustannuksiksi arvioitiin vuonna 2012 Iikkasen (2013) mukaan sähköveturille 0,9€/km, dieselveturille (2000kW) 1,2€/km, vaihtotyöveturille 0,1€/min ja vaunuille 0,03€/km. Vastaavat arvo muunnettuna vuoden 2022 kustannustasoon Tilastokeskuksen rahanarvomuuntimella ovat seuraavat: sähköveturi 1,04€/km, dieselveturi (2000kW) 1,39€/km, vaihtotyöveturi 0,116 €/min ja vaunu 0,08 €/km.

4.1.3 Energiakustannukset

Energian kulutus ja sitä kautta kustannukset ovat riippuvaisia monesta tekijästä, kuten veturin ominaisuuksista, nopeudesta, junan massasta, liikennepaikkatiheydestä ja radan geometriasta (Iikkanen, 2013). Siksi energiakustannus perustuu tässä tutkimuksessa keskimääräiseen energiankulutukseen, jossa on otettu aina huomioon junan tyyppikohtainen massa, keskinopeus sekä keskimääräinen liikennepaikkaväli. Tavarajunien energiankulutus perustuu Iikkasen (2013) sekä Iikkasen ja Haapalan (2018) matemaattiseen malliin tavarajunan nettoenergiankulutuksesta. Tämän perusteella sähköveturin vetämän tavarajunan nettoenergiankulutusta kuvaa seuraava malli:

(2) $$Y = 5,209 - 0,0161 * X_2 - 7,030 * 10^{-5} * {X_2}^2 + 0,0128 * X_1 - 0,000137 * X_1 * X_2 + 2,653 * 10^{-6} * {X_2}^2 * X_1 - 8,510 * 10^{-7} * {X_1}^2 + 3,494 * 10^{-8} * X_2 * {X_1}^2 - 2,321 * 10^{-10} * {X_2}^2 * {X_1}^2$$

, missä Y on energian käyttö (kWh/junakm), X_1 on junan massa (t) ja X_2 on nopeus (km/h).

Vaihtotöiden osalta oletettiin kulutukseksi 26 l/h eli 0,433 l/min. Raskaan dieselveturin eli tämän tutkimuksen osalta Dr16- ja Dr19-veturien (2000kW) polttoaineen kulutusta voidaan puolestaan kuvata seuraavalla mallilla:

(3) $$Y = 0,649 - 0,0285 * X_2 - 8,708 * 10^{-5} * {X_2}^2 + 0,00769 * X_1 - 0,000180 * X_1 * X_2 + 1,496 * 10^{-6} * {X_2}^2 * X_1 - 9,224 * 10^{-7} * {X_1}^2 + 1,1730 * 10^{-8} * X_2 * {X_1}^2 + 9,095 * 10^{-11} * {X_2}^2 * {X_1}^2$$

, missä Y on polttoaineen kulutus (l/junakm), X1 on junan massa (t) ja X2 on keskinopeus (km/h).

Liikennöinnin osalta keskinopeudeksi valittiin 80 km/h. Mallissa otetaan huomioon myös vaunumäärän vaikutus kulutukseen massan perusteella. Mikäli junaa joudutaan vetämään useammalla yhteen kytketyllä veturilla, voidaan myös veturien yhteenlaskettu energiankulutus arvioida aikaisemmin esitettyjen energiankulutusmallien avulla.

Sähkön kokonaishintana (sisältäen siirtohinnan) käytetään tässä tutkimuksessa 9,89 snt/kWh, joka perustuu vuodessa 70 000–150 000 MWh kuluttaneiden yritys- ja yhteisöasiakkaiden vuoden 2023 hintahistoriaan (Tilastokeskus, 2023). Dieselpolttoaineen osalta käytettiin rikittömän kevyen polttoöljyn verotonta hintaa (1,38 €/l), joka perus-tui vuoden 2023 hintahistoriaan (Tilastokeskus, 2023).

4.1.4 Henkilöstökustannukset

Junahenkilöstön työvoimakustannukset perustuvat Palkkavertailun (18.8.2023) antamaan arvioon keskipalkasta. Ilmarisen palkkalaskurilla työnantajalle olemme laskeneet arviot veturinkuljettajan, vaihtotyön johtajan ja ratapihatyöntekijän palkkakustannusten erittelystä (Taulukko 8).

Taulukko 8 Junahenkilöstökustannusten erittely.

Henkilöstökustannukset				
Kustannustekijä	Yksikkö	Veturinkuljettaja	Vaihtotyön johtaja	Ratapihatyöntekijä
Kokonaispalkka	€/kk	4342	3554	3122
Bruttopalkka	€/a	52104	42648	37464
Vuosilomakorvaus	€/a	4689	3838	3372
Yht.	€/a	56793	46486	40836
Sairausvakuutusmaksut	€/a	869	711	625
Työeläkemaksu	€/a	10450	8553	7514
Työttömyysvakuutusmaksu	€/a	295	241	212
Tapaturmavakuutusmaksu	€/a	398	325	286
Ryhmähenkivakuutus	€/a	34	28	25
Yht.	€/a	12046	9858	8662
Yht.	€/a	68839	56344	49498
Työpäivät	pv/a	260	260	260
Työtunnit	h/a	1950,0	1950,0	1950,0
Työn kustannus	€/min	**0,59**	**0,48**	**0,42**

4.1.5 Verot ja maksut

Verohallinnon mukaan vuonna 2023 rikittömän kevyen polttoöljyn polttoainevero on 0,28€/l ja dieselöljyn 0,59€/l. Lisäksi laskennassa huomioitiin Väyläviraston ohjeen mukaan mahdolliset ratamaksut, eli perusmaksu (0,001341 €/brtkm) ja sähkönsyöttölaitteiston käyttömaksu (0,000129 €/brtkm).

4.1.6 Junan kokonaiskustannusten laskenta

Pääomakustannus saadaan laskettua kertomalla matka-aikaan, pysähdyksiin ja junan vaihtoaikaan kuluneen ajan summa kaluston aika-arvolla, ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 4).

(4) $$\boldsymbol{P}\text{ää}\boldsymbol{omakustannus} = (\boldsymbol{t_d} + \boldsymbol{t_s} + \boldsymbol{t_c}) * \boldsymbol{V_h} * (\mathbf{1} + \boldsymbol{yleiskustannuslis}\text{ä})$$

, missä t_d on matka-aika (min), t_s on pysähdykseen kulunut aika (min), t_c junan vaihto-aika (min) ja V_h on kaluston laskennallinen aika-arvo (€/min).

Juoksevat kulut saadaan kertomalla välimatka tai käyttöaika yksikkökustannuksella ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 5).

(5) $$\boldsymbol{Juoksevat\ kulut = s * V_m * (1 + yleiskustannuslis}\text{ä)$$

, missä s on matka (km) tai aika (min) ja V_m on kunnossapidon laskennallinen arvo (€/km tai €/min).

Energiankulutuksen kokonaiskustannukset saadaan kertomalla määräytymisperuste energiankulutuksella ja energian hinnalla ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 6). Määräytymisperuste kattaa veturien ja vaunujen määrän tyypin mukaan.

(6) $$\boldsymbol{Energian\ kulutus = s * E_c * E_p * (1 + yleiskustannuslis}\text{ä)$$

, missä s on matka (km) tai aika (min), E_c on energian kulutus (l/min tai kWh/km tai l/km) ja E_p on energian hinta (€/l tai €/kWh).

Kokonaishenkilöstökulut saadaan laskettua kertomalla matka-ajan, pysähdysten ja junan vaihtoajan summa henkilöstökulun yksikkökustannuksella ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 7).

(7) $$\boldsymbol{Kokonaishenkil}\text{ö}\boldsymbol{st}\text{ö}\boldsymbol{kulut = (t_d + t_s + t_c) * V_s * (1 + yleiskustannuslis}\text{ä)$$

, missä $t_d$on matka-aika (min), t_s on pysähdykseen kulunut aika (min), t_c junan vaihtoaika (min) ja V_s henkilöstön laskennallinen aika-arvo (€/min).

Verot ja maksut sisältävät polttoaineveron ja ratamaksun. Radan käytön kustannus saadaan kertomalla matka, bruttotonnikuorma ja ratamaksun yksikkökustannus (Kaava 8). Polttoainevero saadaan kertomalla aika tai matka, kulutus sekä veron yksikkökustannus (Kaava 9).

(8) $$\boldsymbol{Ratamaksu = s * m * V_t}$$

, missä s on matka (km), m on bruttotonnikuorma ja V_t on radan laskennallinen aika-arvo (€/brtkm).

(9) $$\boldsymbol{Polttoainevero = s * c * V_d}$$

, missä s on aika (min) tai matka (km), c on kulutus (l/km) ja V_d on polttoaineveron laskennallinen yksikkökustannus (€/km tai €/l).

Yleiskustannuslisä lasketaan resurssikohtaisesti erikseen jakamalla laskentakauden välilliset kustannukset laskentakauden välittömillä kustannuksilla (Kaava 10). Tässä tutkimuksessa yleiskustannuslisä ilmaistaan suhteellisena eli prosenttilukuna. Koska oikeellisten välillisten kustannusten laskeminen vaatisi tarkkaa, usein yrityssalaisuuden alaista tietoa, perustuvat tämän tutkimuksen yleiskustannuslisät saatavilla olevan julkisen tutkimustiedon ja yrityksiltä saatujen tietojen perusteella tehtyihin arvioihin (Iikkanen, 2013; Oksanen, 2003).

(10) $$\boldsymbol{Yleiskustannuslisä} = \frac{\boldsymbol{laskentakauden\ välilliset\ kustannukset}\ (€)}{\boldsymbol{laskentakauden\ välittömät\ kustannukset}\ (€)} * \mathbf{100}$$

4.2 Rekkakuljetus

Tutkimuksessa luotiin yleinen laskennallinen kustannusmalli Suomen maantietavaraliikenteeseen. Junan tavoin myös rekan kustannusmalli on pyritty tekemään mahdollisimman yleisestä näkökulmasta, ottamatta kantaa siihen mitä kuljetetaan. Kuorma-auton kustannustekijät luokitellaan henkilöstökustannuksiin ja ajoneuvon kustannuksiin. Ajoneuvon kustannukset voidaan edelleen luokitella kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Ajoneuvon kiinteitä kustannuksia ovat tässä tutkimuksessa pääomakustannukset (kalustokustannukset), liikennöimismaksut (ajoneuvoverot, katsastusmaksut, liikennelupa- ym. maksut viranomaisille) sekä ylläpitokustannukset (säilytys- ja pesukustannukset). Muuttuviin kustannuksiin lasketaan muut juoksevat kulut (voiteluainekustannukset, korjaus- ja huoltokustannukset ja rengaskustannukset), energian kulutus sekä muut verot ja maksut. Muuttuvat kustannukset riippuvat auton ajomääristä, ja tässä tutkimuksessa vuotuisten ajokilometrien ylärajaksi on asetettu 150 000 kilometriä (Skal, 2022). (Kordnejad, 2014; Oksanen, 2003)

4.2.1 Pääomakustannukset

Kuljetuskaluston osalta määritettiin aluksi hankintahinta, joka jaksotettiin kaluston todennäköiselle pitoajalle. Todennäköiseksi pitoajaksi arvioitiin vetopöytäauton osalta 7

vuotta ja trailereille 12 vuotta. Käytetyt kaluston hankintatiedot perustuvat sekä julkisiin tietoihin että haastatteluista saatuihin tietoihin, sekä näiden pohjalta tehtyihin hinta-arvioihin. Käytetylle kalustolle arvioitiin 20%:n vuotuinen arvonalenema, jonka perusteella laskettiin kalustolle arvioitu jäännösarvo. Pääomakustannus määritettiin kiinteän tasaerän mukaisesti 5%:n laskentakorolla jäännösarvo huomioiden, jolloin poistot ja korot ovat yhtä suuret koko pitoajan (Kaava 11). Vuotuisesta tasaerästä määritettiin junan tavoin kalustolle laskennallinen aika-arvo (€/min) kuvaamaan kuljetuspalveluun sidottua pääomakustannusta. Pääoman laskennallinen tasaerä on sama riippumatta siitä, onko kalusto käytössä vai ei. Kalustosta kertyy piilokustannuksia silloin kun sitä ei käytetä.

(11) $$\boldsymbol{Vuotuinen\ tasaer}\text{ä} = \boldsymbol{C_t} - \frac{\boldsymbol{FV}}{\boldsymbol{(1+i)^n}} * \frac{\boldsymbol{i*(1+i)^n}}{\boldsymbol{(1+i)^n-1}}$$

, missä C_t on kuorma-auton hankintahinta (€), FV on jäännösarvo (€), i on korkokanta ja n on pitoaika (vuotta).

4.2.1.1 Vetopöytäauto

Laskennassa käytetään vetopöytäautoa, jonka hankintahinnaksi arvioitiin 185 000€ ja massaksi 28t. Akseleita tämän kaltaisissa vetopöytäautoissa on tavallisesti kolme. Samaa vetopöytäautoa voidaan käyttää kaikissa laskennassa käytettävissä ajoneuvoyhdistelmissä.

4.2.1.2 Trailerit ja yhdistelmät

Laskennassa käytetään kolmea eri trailerikokoa, joiden avulla muodostetaan seuraavat ajoneuvoyhdistelmät maksimimassan mukaan: 44t, 64t ja 76t (HCT). Hankintahinnoiksi arvioitiin 44t:n trailerille 100 000€, 64t:n trailerille 120 000€ ja 76t:n trailerille 135 000€.

4.2.2 Juoksevat kulut

Juokseviin kuluihin lasketaan tässä tutkimuksessa renkaat, vakuutukset (liikenne- ja ajoneuvovakuutus), ylläpitokustannukset (säilytys- ja pesukustannukset), voiteluainekustannukset (kuluvat nesteet) sekä korjaus- ja huoltokustannukset keskimäärin. Renkaiden yhdistelmäkohtainen yksikkökustannus (€/km) saatiin kertomalla renkaiden lukumäärä uuden renkaan keskimääräisellä hinnalla ja jakamalla tämä tulo renkaiden keskimääräisellä kestoiällä ilman pinnoitusta. Hintatiedot perustuivat Oksasen (2003) tutkimuksen lukuihin, jotka muutimme Tilastokeskuksen (2023) rahanarvomuuntimella nykypäivän arvoon. Hinnaksi renkaille saimme 44t:lle 0,07€/km, 64t:lle 0,10€/km ja HCT:lle 0,12€/km (Kaava 12).

(12) $$\textbf{Renkaiden yksikkökustannus} = \frac{Q_t * P_t}{W_t}$$

, missä Q_t on renkaiden lukumäärä (kpl), P_t uusien renkaiden keskimääräinen kappa-lehinta (€) ja W_t on renkaiden keskimääräinen kestoikä ilman pinnoitusta (km).

Muut juoksevat kustannukset (€/km) saatiin laskemalla vakuutusten (€/a), ylläpitokustannusten (€/a) ja voiteluainekustannusten (€/a) summa ja jakamalla se korjaus- ja huoltokustannusten keskimääräisen hinnan (€/km) ja yhdistelmän vuosittaisten ajokilometrien summalla (Kaava 13).

(13) $$\textbf{Muut juoksevat kulut} = \frac{(I_t + I_v) + M_u + L}{M_o + D_a}$$

, missä $I_t$on liikennevakuutus (€/a), $I_v$on ajoneuvovakuutus (€/a), M_u on ylläpitokustannukset (€/a), L on voiteluainekustannukset (€/a), M_o on korjaus- ja huoltokustannukset keskimäärin (€/km) ja D_a on yhdistelmän vuotuiset ajokilometrit (km).

4.2.3 Energian kulutus

Energiakustannus perustuu tässä tutkimuksessa keskimääräiseen energiankulutukseen, jossa on otettu aina huomioon ajoneuvoyhdistelmän tyyppikohtainen massa, kuorma ja keskinopeus. Liikennöinnin osalta keskinopeudeksi valittiin 60 km/h. Kulutustiedot perustuvat sekä julkisiin tietoihin että haastatteluista saatuihin tietoihin kaluston kulutustiedoista Suomessa ja niiden pohjalta tehtyihin keskimääräisiin kulutusarvioihin. 44t:n yhdistelmän osalta keskimääräiseksi kulutukseksi arvioitiin 33l/100km, 64t:n osalta 45l/100km ja 76t:n osalta 58 l/100km (Nylund, 2006; Skal, 2022). Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2023 dieselöljyn verottoman hinnan keskiarvo oli 1,93€/l ja kevyen rikittömän polttoöljyn 1,38€/l.

4.2.4 Henkilöstökustannus

Työvoimakustannukset perustuvat Palkkavertailun (18.8.2023) antamaan arvioon keskipalkasta. Ilmarisen palkkalaskurilla työnantajalle olemme laskeneet arvion palkkakustannusten erittelystä (Taulukko 9).

Taulukko 9 Rekkahenkilöstökustannusten erittely.

Henkilöstökustannukset		Kuski
Kokonaispalkka	€/kk	3407
Bruttopalkka	€/a	40 884

Vuosilomakorvaus	€/a	3680
Bruttopalkka yht.	€/a	44564
Sairausvakuutusmaksu	€/a	682
Työeläkemaksu	€/a	8200
Työttömyysvakuutusmaksu	€/a	232
Tapaturmavakuutusmaksu	€/a	312
Ryhmähenkivakuutusmaksu	€/a	27
Sivukulut yht.	€/a	9452
Työnantajan kustannukset yht.	€/a	54015
Työpäivät	pv/a	260
Työtunnit	h/a	1950
Työn kustannus	€/min	0,46

4.2.5 Verot ja maksut

Tässä tutkimuksessa veroihin ja maksuihin lasketaan liikennöimismaksut (ajoneuvoverot, katsastusmaksut, liikennelupa- ym. maksut viranomaisille) sekä polttoainevero. Liikennöimismaksut perustuvat julkiseen dataan ja haastatteluista saadun tiedon perusteella tehtyyn arvioon 3315 €/a (Oksanen, 2003). Polttoaineveron hinnaksi määräytyy Verohallinnon linjausten mukaan dieselöljylle 0,59€/l ja kevyelle rikittömälle polttoöljylle 0,28€/l. (Verohallinto, 2023).

4.2.6 Rekan kokonaiskustannusten laskenta

Pääomakustannus saadaan laskettua kertomalla matka-aikaan, pysähdyksiin ja kuormauksiin kuluneen ajan summan yksikkökustannuksella ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 4).

Juoksevien kulujen kokonaiskulut saadaan kertomalla keskenään matka, yksikkökustannus ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 14).

(14) $$\boldsymbol{Juoksevat\ kulut = D * V_r * (1 + yleiskustannuslis}\text{ä})$$

, missä D on matkan pituus (km) ja V_r on juoksevien kulujen laskennallinen yksikkökustannus (€/l).

Energian kulutuksen kokonaiskustannukset saadaan kertomalla keskenään matka (km), kulutus (l/km), yksikkökustannus (€/l) ja lisäämällä suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 15).

(15) $$\textbf{Energian kustannus} = \boldsymbol{D} * \boldsymbol{V_c} * \boldsymbol{V_e} * (\mathbf{1} + \textbf{yleiskustannuslis}\text{ä})$$

, missä D on matkan pituus (km), V_c on keskimäärinen yhdistelmätyypin kulutus (l/km) ja V_e on energiankulutuksen laskennallinen yksikkökustannus (€/l).

Kokonaishenkilöstökulut saadaan laskettua, kun kerrotaan matka-ajan, pysähdysten ja kuormauksen summa henkilöstökulun yksikkökustannuksella ja lisätään suhteellinen yleiskustannuslisä (Kaava 16).

(16) $$\textbf{Kokonaishenkil}\text{ö}\textbf{st}\text{ö}\textbf{kulut} = (\boldsymbol{t_d} + \boldsymbol{t_s} + \boldsymbol{t_l}) * \boldsymbol{V_s} * (\mathbf{1} + \textbf{yleiskustannuslis}\text{ä})$$

, missä t_d on matka-aika (min), t_s on pysähdyksiin kulunut aika (min), t_l on kuormausaika (min) ja V_s henkilöstön laskennallinen aika-arvo (€/min).

Veroihin ja maksuihin kuuluvat polttoainevero (Kaava 17) sekä liikennöimismaksut (Kaava 18). Nämä summaamalla saadaan verojen ja maksujen kokonaiskustannukset.

(17) $$\textbf{Polttoainevero} = \boldsymbol{D} * \boldsymbol{V_c} * \boldsymbol{V_p}$$

, missä D on matkan pituus (km), V_c on keskimääräinen yhdistelmätyypin kulutus (l/km) ja V_p on polttoaineveron laskennallinen yksikköhinta (€/l).

(18) $$\textbf{Liikenn}\text{ö}\textbf{imismaksut} = \boldsymbol{D} * \frac{\boldsymbol{O_c}}{\boldsymbol{D_a}}$$

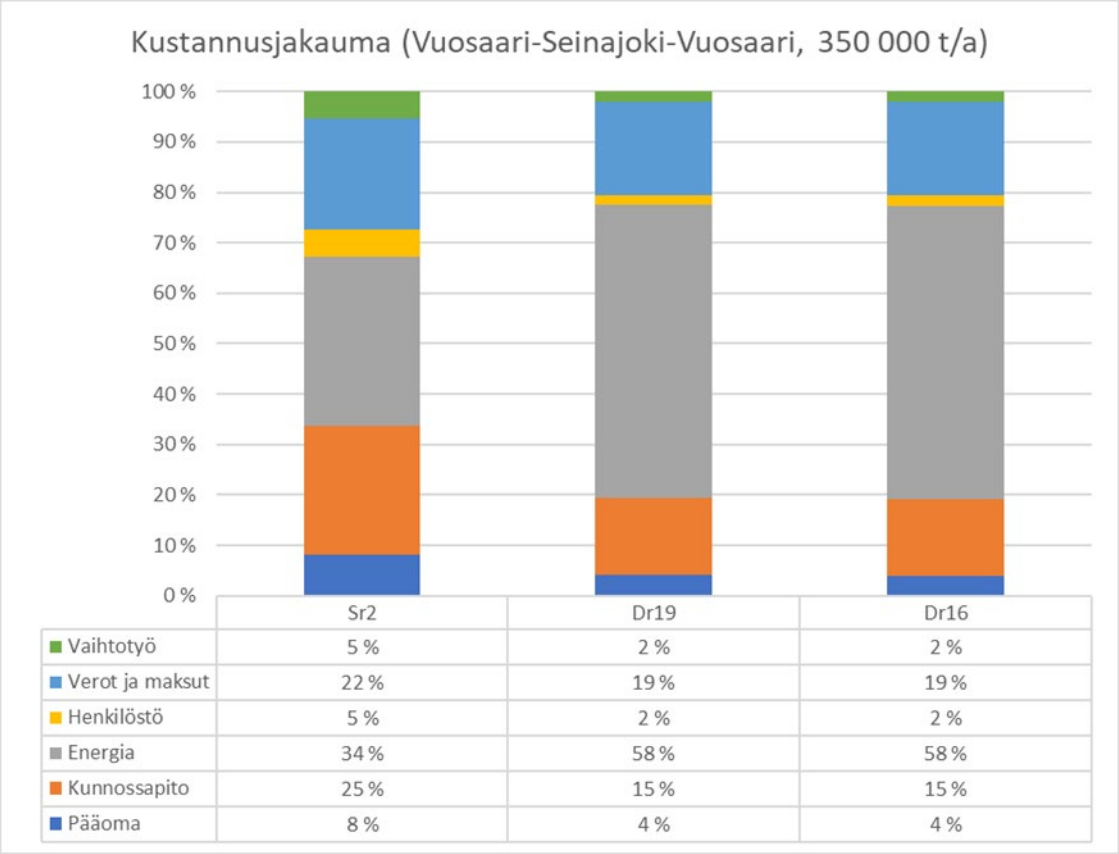
, missä D on matkan pituus (km), O_c on vuotuiset liikennöimismaksut (€/a) ja D_a on yhdistelmän vuotuiset ajokilometrit (km).

4.3 Tulokset

Kuljetuskustannuslaskelmista käyvät ilmi kuljetusmuotokohtaiset kustannusjakaumat ja herkkyystekijät edestakaiselle kuljetukselle sekä yksittäisellä matkalla että vuositasolla Seinäjoen ja Vuosaaren välillä. Seuraavaksi kuvataan kyseiset kustannusjakaumat yleiskustannuslisin sekä herkkyystarkastelut.

4.3.1 Junan kustannusjakauma

Tässä esimerkissä 350 000 tonnin vuotuisen kuljetusmäärän vieminen tarkoittaa junaa, jossa on 22 vaunua. Kuvio 37 esittää junan kustannusjakauman veturityypeittäin. Veturien mukaan eritellyssä kustannusrakenteessa suurimpia eriä ovat energia, kunnossapito, sekä verot ja maksut. Nämä muodostavat yhteensä 81–92% kaikista kustannuksista. Varsinkin dieselvetureita käytettäessä energiakustannusten hinta korostuu merkittävästi: energiakustannukset kattavat Dr19- ja Dr16-vetureita käytettäessä noin 58% kokonaiskustannuksista. Sr2-veturilla energiakustannusten osuus (34%) on niin ikään suurin. Sr2-veturilla suhteessa toiseksi suurin kustannuserä on kunnossapidon kustannukset (25%), kun taas dieselvetureilla vastaava luku on 15%. Kuitenkin absoluuttiset kunnossapitokustannukset ovat Sr2-veturia käytettäessä pienemmät varsinkin suuremmilla kuljetusmäärillä, jolloin käytetään kahta veturia. Dieselvetureilla toiseksi suurin kustannuserä ovat verot ja maksut (19%), mikä aiheutuu suurilta osin polttoaineverosta. Sr2-veturilla verot ja maksut ovat kolmanneksi suurin kustannuserä (22%), ratamaksun ollessa hieman kalliimpi kuin dieselvetureilla. Yhteenvetona voidaan todeta, että kustannusjakauma vaihtelee merkittävästi sähkö- ja dieselveturin välillä, ja nämä erot heijastavat niiden erilaisia ominaisuuksia, kuten energiankulutusprofiilia ja kunnossapitotarpeita. Junakaluston pääomakustannukset käytön ajalta muodostavat 4–8% kustannuksista. Todellisuudessa kalustoon sitoutuu pääomaa myös sen ollessa käyttämättömänä.



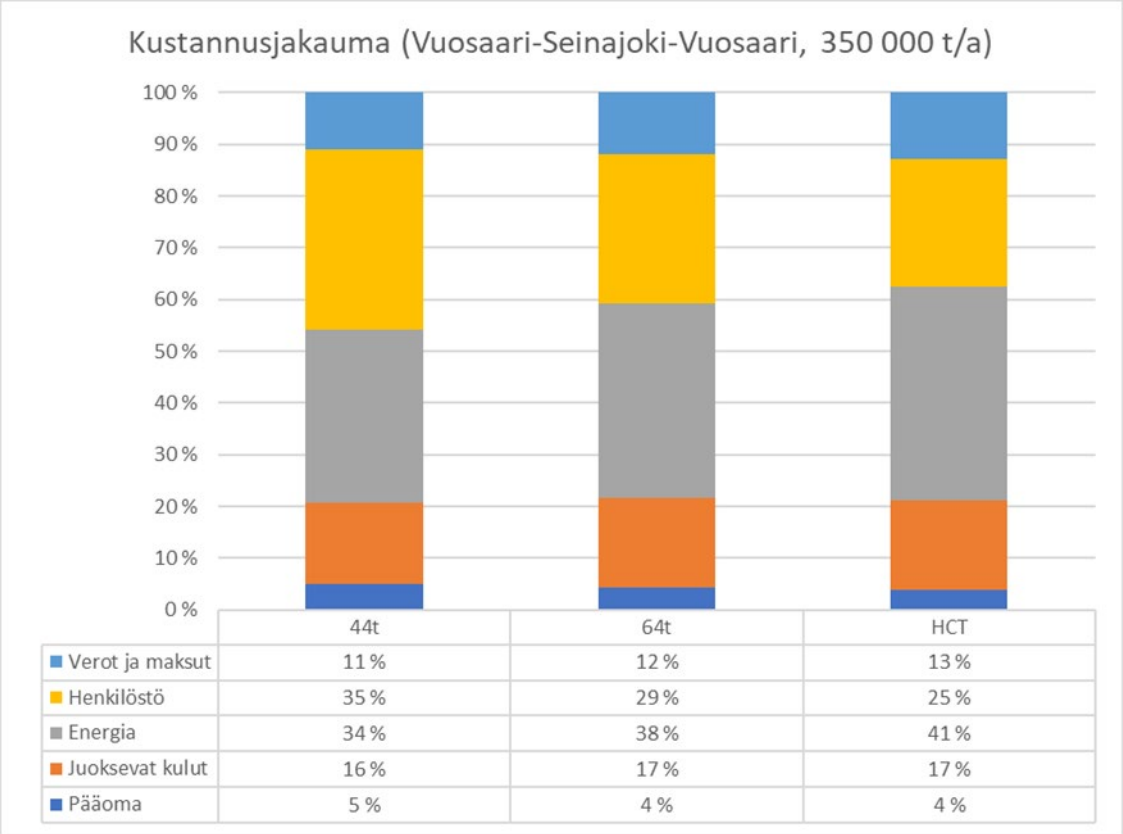
	Sr2	Dr19	Dr16
Vaihtotyö	5 %	2 %	2 %
Verot ja maksut	22 %	19 %	19 %
Henkilöstö	5 %	2 %	2 %
Energia	34 %	58 %	58 %
Kunnossapito	25 %	15 %	15 %
Pääoma	8 %	4 %	4 %

Kuvio 37 Junan kustannusjakauma veturityypeittäin (350 000 t/a).

4.3.2 Rekan kustannusjakauma

Kuvio 38 esittää rekan kustannusjakauman yhdistelmätyypeittäin. Pääomakulut muodostavat käytön aikana kaikilla kolmella yhdistelmäajoneuvotyypillä suhteellisen pienen osuuden (vain 4–5%) kokonaiskustannuksista. Junan tavoin pääomaa sitoutuu todellisuudessa myös kaluston ollessa käyttämättömänä. Rekkojen kustannusrakenteessa suurimpia eriä ovat energia, henkilöstö ja juoksevat kulut. 44 tonnin ajoneuvoyhdistelmällä ajettaessa henkilöstökustannukset muodostuvat kalleimmaksi osaksi (35%). Tämä selittyy sillä, että yhdistelmän kapasiteetti suhteessa ajoneuvon bruttopainoon on pieni, jolloin samalle kuljetusmäärälle vaaditaan huomattavasti suurempi määrä ajoneuvoja. 64 tonnin yhdistelmälle henkilöstökustannusten osuus on 29% ja 76 tonnin yhdistelmälle 25%. Molemmissa suuremmissa yhdistelmissä energia muodostaa suurimman osan kustannusrakenteesta (38–41%). Energian osuus kustannuksista kasvaa ajoneuvon massan mukana. Juoksevat kulut muodostavat rekkaa käytettäessä 16–17% kustannuksista. Verot ja maksut muodostavat suhteellisen pienet osuudet kokonaiskustannuksista kaikilla ajoneuvotyypeillä. Ne kasvavat hieman ajoneuvotyypin mukana (44 tonnin yhdistelmä 11 %, 64 tonnin yhdistelmä 12 %, HCT 13 %), mutta niiden vaikutus kokonaiskustannuksiin on silti melko

vähäinen. Yhteenvetona voidaan todeta, että raskaammat ajoneuvot kuluttavat enemmän energiaa ja aiheuttavat suurempia juoksevia kuluja, mutta niillä on pienemmät henkilöstökulut suhteessa kuljetettuun määrään. Pienemmät ajoneuvot taas näyttävät kärsivän suuremmista henkilöstökustannuksista, mutta niiden energiankulutus ja juoksevat kulut ovat pienemmät.

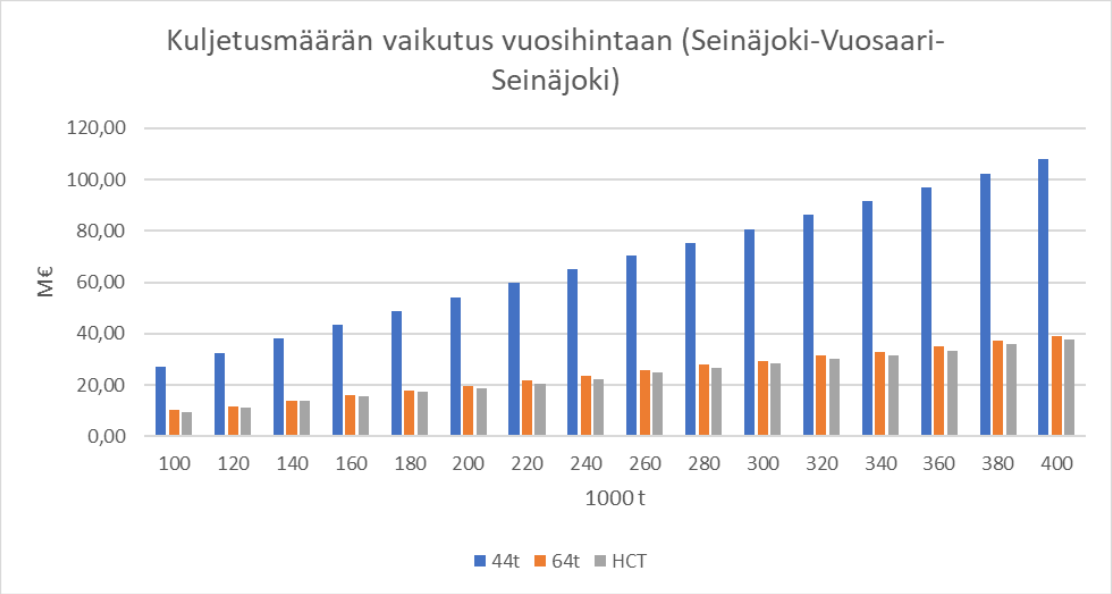


	44t	64t	HCT
Verot ja maksut	11 %	12 %	13 %
Henkilöstö	35 %	29 %	25 %
Energia	34 %	38 %	41 %
Juoksevat kulut	16 %	17 %	17 %
Pääoma	5 %	4 %	4 %

Kuvio 38 Rekan kustannusjakauma yhdistelmätyypeittäin (350 000 t/a).

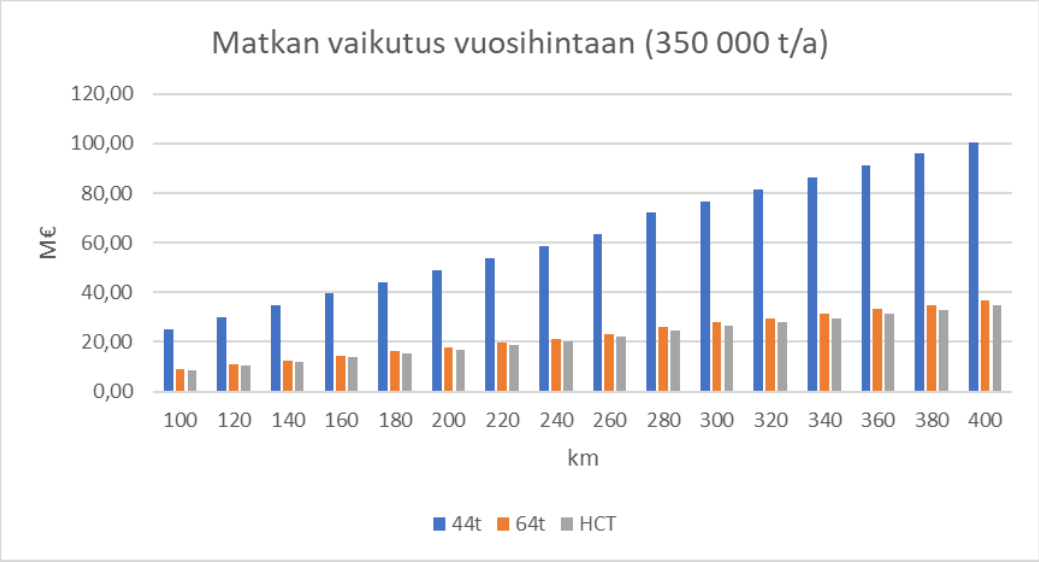
4.3.3 Rekan kustannusten herkkyystarkastelu

Kuvio 39 esittää eripainoisten yhdistelmäajoneuvojen suoriutumisen suhteessa vuosittaiseen kuljetusmäärään tonneina. Suuremmat kuljetusmäärät lisäävät lineaarisesti kokonaiskustannuksia kaikilla yhdistelmäajoneuvotyypeillä, koska kuljetusmäärä lisää kuljetustarvetta. Yleisesti ottaen 44 tonnin yhdistelmällä on korkeammat kustannukset verrattuna 64 tonnin ja HCT-yhdistelmiin, kuljetusmäärästä riippumatta. Tämä johtuu yhdistelmän pienemmästä kuljetuskapasiteetista verrattuna raskaampiin yhdistelmiin, mikä aiheuttaa suuremman kuljetusfrekvenssin. Kun kuljetusmäärät kasvavat, kasvavat myös kustannuserot eri yhdistelmien välillä. Vaikka HCT-yhdistelmiin liittyvät investoinnit voivat aluksi olla suuremmat, ne ovat kokonaiskustannuksiltaan edullisempia erityisesti suurilla kuljetusmäärillä.

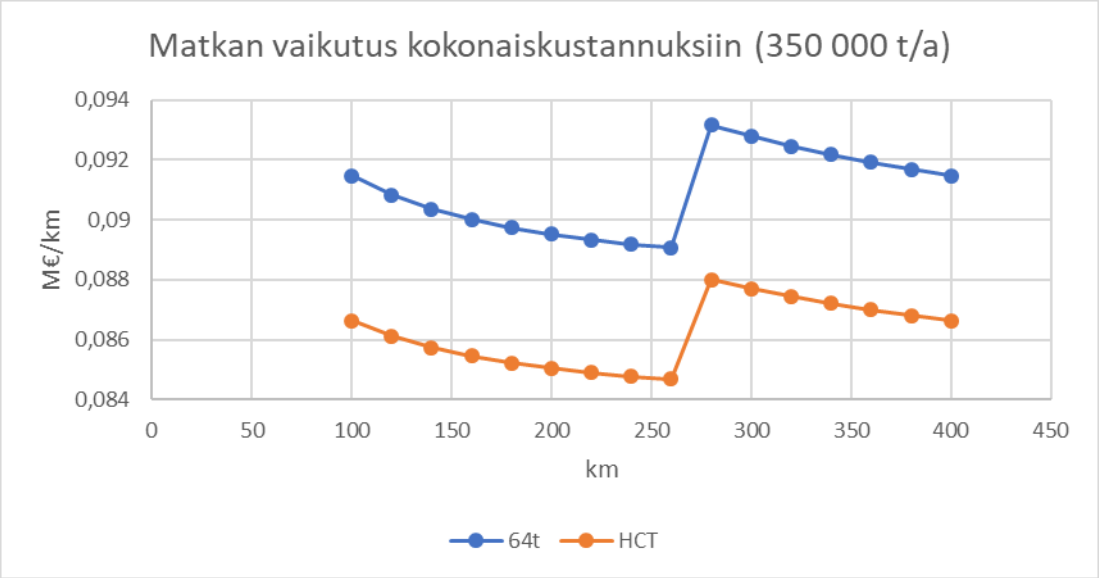


Kuvio 39 Kuljetusmäärän vaikutus rekkakuljetuksen vuosihintaan.

Kuvio 40 esittää matkan vaikutuksen vuosihintaan. Yleisesti ottaen suorituskustannukset kilometriä kohti laskevat kaikilla yhdistelmäajoneuvotyypeillä matkan pituuden kasvaessa. Kustannukset nousevat tarkastellulla matkavälillä ainoastaan siinä kohdassa, missä kuljettajan on pidettävä matka-ajasta johtuen tauko (Kuvio 41). Tämä nostaa käytön aikaisia pääoma- ja henkilöstökustannuksia. Taulukon perusteella HCT-yhdistelmäajoneuvot ovat suhteessa kustannustehokkaimpia. Niiden suurempi kuljetuskapasiteetti mahdollistaa alhaisemmat ajoneuvomäärät ja siten pienemmät kokonaiskustannukset käyttöajalta tietylle tavaramäärälle matkasta riippumatta.



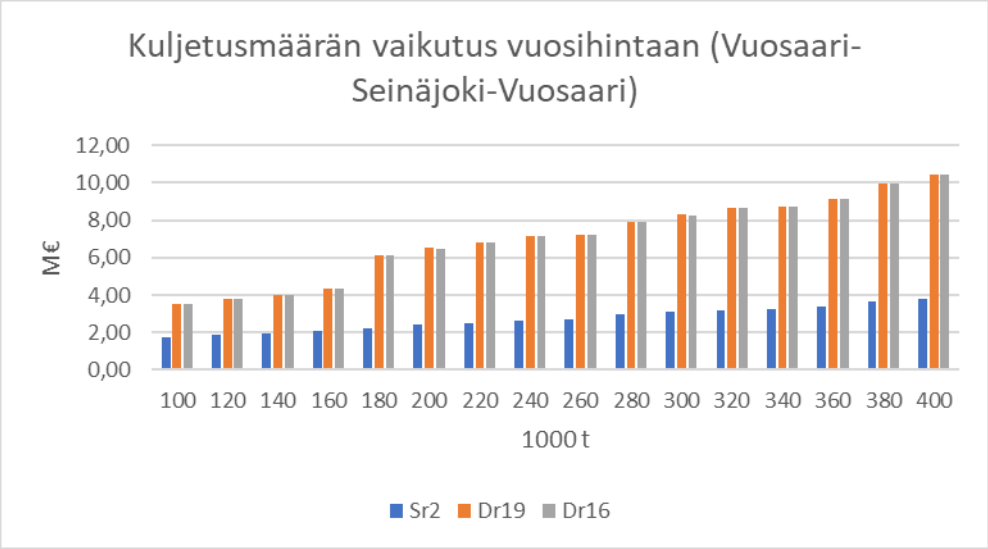
Kuvio 40 Matkan vaikutus rekkakuljetuksen vuosihintaan.



Kuvio 41 Matkan vaikutus rekan kokonaiskustannuksiin (350 000 t/a).

4.3.4 Junan kustannusten herkkyystarkastelu

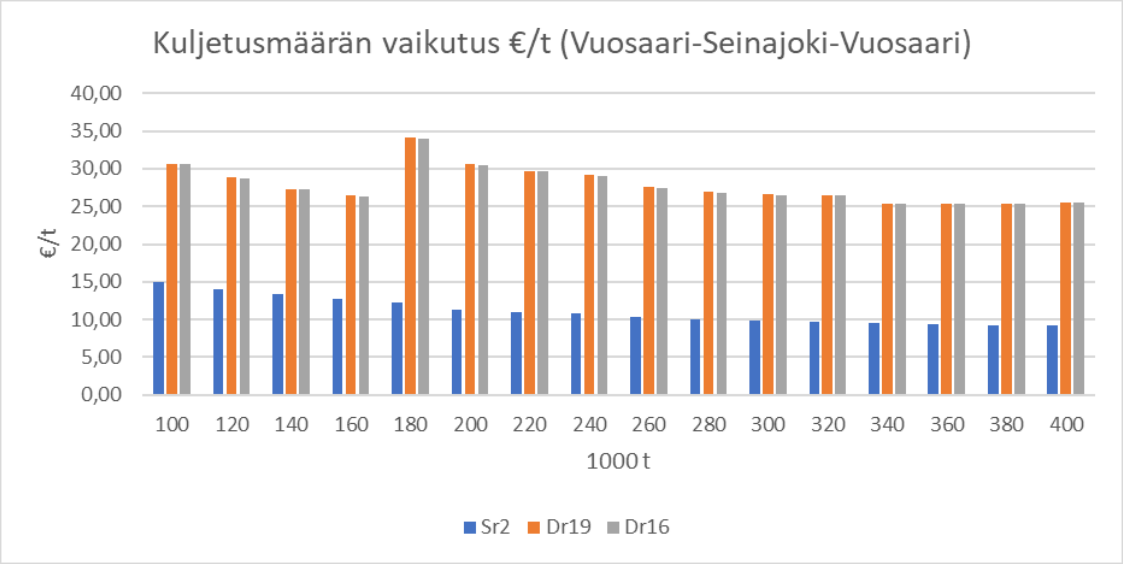
Kuvio 42 esittää eri veturityyppien suoriutumista suhteessa vuosittaiseen kuljetusmäärään. Kuviosta nähdään, että kaikilla veturityypeillä kokonaiskustannukset kasvavat kuljetusmäärän kasvaessa. Sr2-veturityyppi näyttää olevan kustannustehokkain vaihtoehto kaikilla kuljetusmäärillä.



Kuvio 42 Kuljetusmäärän vaikutus junakuljetuksen vuosihintaan.

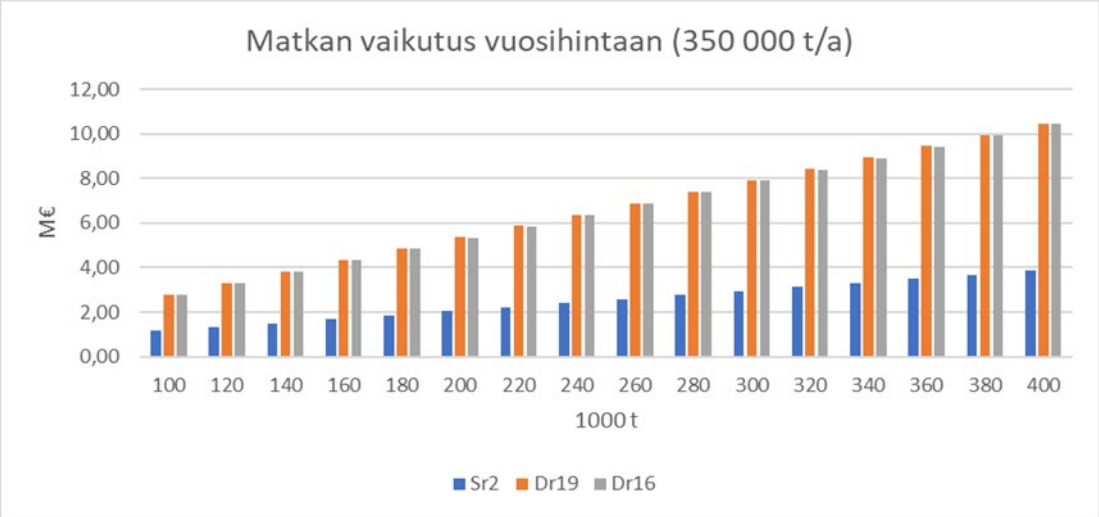
Kuvio 43 osoittaa, että Sr2-veturin hinta per tonni on alhaisin kaikilla etäisyyksillä. Dr19-veturin käytön aikaiset kustannukset ovat hieman alhaisemmat kuin Dr16-veturilla, jonka

hinta per tonni on korkein kaikilla etäisyyksillä. Yleisesti ottaen kustannukset tonnia kohti laskevat kuljetusmäärän kasvaessa kaikilla veturityypeillä. Mitä suurempi kuljetusmäärä, sitä alhaisemmat kustannukset tonnia kohti ovat. Noin 170 000 tonnin vuotuinen kuljetusmäärä yhdellä junalla päivässä nostaa junan massan yli 900 tonniin, jolloin dieselvetureita tarvitaan kaksi. Tämä kaksinkertaistaa veturin pääomakustannukset ja juoksevat kulut.



Kuvio 43 Kuljetusmäärän vaikutus junakuljetuksen tonnihintaan.

Kuvio 44 esittää matkan vaikutuksen junan vuosihintaan. Sr2-juna on taloudellisin vaihtoehto vuosihinnan näkökulmasta. Dieselveturit ovat käytännössä samanhintaiset, Dr19-junan ollessa hieman kalliimpi korkeampien pääomakustannuksien johdosta. Analysoitaessa matkan vaikutusta havaitsemme, että kaikkien junatyyppien vuosihinnat kasvavat matkan pituuden lisääntyessä. Tämä on odotettua, koska pidemmillä matkoilla junat kuluttavat enemmän resursseja, mikä taas lisää kustannuksia.

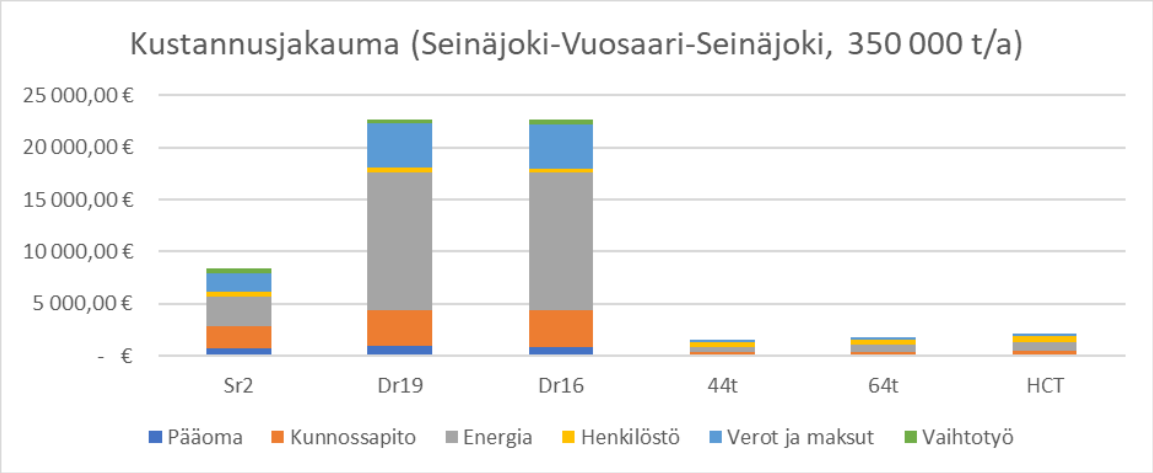


Kuvio 44 Matkan vaikutus junan vuosihintaan.

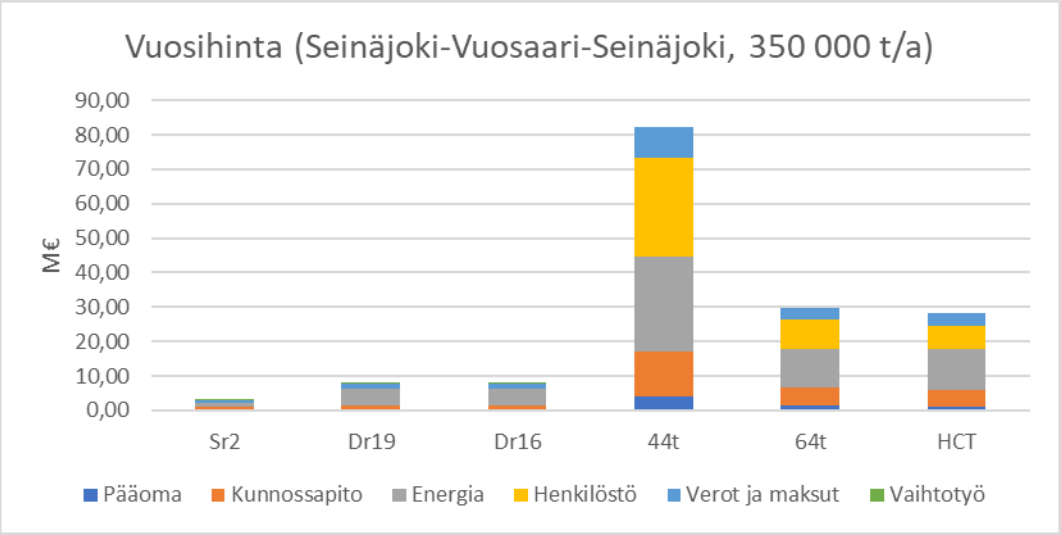
4.4 Kustannusten vertailua kuljetusmuotojen välillä

Kuvio 45 havainnollistaa kustannusten jakaumaa eri kuljetusmuotojen välillä yksittäisellä matkalla. 44 tonnin yhdistelmä on edullisin vaihtoehto, ja rekkakuljetukset ovat yleisesti huomattavasti junakuljetuksia edullisempia yksittäisellä matkalla. Vuositasolla rekkakuljetuksien määrä kasvaa kuitenkin niin paljon suuremmaksi, että rekka on kokonaiskustannuksiltaan junaa huomattavasti kalliimpi vaihtoehto näillä kuljetusmäärillä (Kuvio 46). Vuositasolla edullisimmaksi vaihtoehdoksi tulee Sr2-juna. 44 tonnin yhdistelmä, joka oli halvin yhdellä matkalla, on puolestaan selvästi kallein vaihtoehto.

Alla olevista kuvioista voimme päätellä, että mikäli yrityksellä on huomattavat ja säännölliset kuljetustarpeet, on juna kaikista kustannustehokkain vaihtoehto. Junan nouseva rajahyöty voidaan nähdä vertailemalla kuvioita 45 ja 46. Mikäli kuljetusvolyymeissa ja -reiteissä on suurtakin vaihtelua, saattaa rekkakuljetus tulla kokonaiskustannuksissa edullisimmaksi vaihtoehdoksi junan nousevan rajahyödyn vuoksi.



Kuvio 45 Yhden matkan kustannusten vertailu (350 000 t/a).



Kuvio 46 Kustannusten vuosihintojen vertailu (350 000 t/a).

5 WP5: KONSEPTIN MALLINTAMINEN

Työpaketissa 4 rakennettiin yleinen malli rekka- ja junakuljetusten kustannusrakenteen ja kannattavuuden vertailulle. Tässä työpaketissa mallinnetaan valittuja reittejä teoreettisella tasolla. Mallinnuksen ideana on testata yhdistettyjen kuljetusten konseptin toimivuutta ja kannattavuutta Etelä-Pohjanmaalaisten yritysten perspektiivistä. Mallinnus on tehty mahdollisimman yleisestä näkökulmasta ottamatta erityistä kantaa esimerkiksi kuljetettaviin tavaralajeihin.

5.1 Mallinnukseen valitut reitit

Ensimmäiseksi mallinnetaan Seinäjoki–Helsinki (Vuosaaren satama)–Seinäjoki-yhteys ja vertaillaan yhdistettyä kuljetusta ja maantiekuljetusta. Suomen sisäisissä rautatiekuljetuksissa on käytännössä jouduttu käyttämään kustannusarviota, koska tällä hetkellä vastaavaa tavarakuljetusta ei ole. Kuljetusten koonnissa ja loppujakelussa (sekä maantie- että yhdistetyt kuljetukset) on molemmissa käytetty noin 50 kilometrin kuljetusmatkaa, joka tarkoittaa ajassa 50 minuuttia. Yhdistetyissä kuljetuksissa on järjestelyyn, nostoon ja purkuun varattu yhteensä 1 tunti per suunta.

Vertailtavaksi kuljetuskäytäväksi valittiin Seinäjoki–Treviso, kahdella eri reittivariaatiolla. Italian valinta Eurooppaan asti ulottuvan kuljetusmallinnuksen kohteeksi johtui siitä, että Italia on useiden Etelä-Pohjanmaan valmistavien yritysten materiaalitoimittaja. Lisäksi Pohjoismaat ja laajemmin koko Eurooppa nähtiin eteläpohjalaisten yritysten keskuudessa potentiaalisena kohdemarkkinana viennin kannalta. Ensimmäisenä reittivaihtoehtona tarkastellaan jo olemassa olevaa Seinäjoki–Vuosaari–Rostock–Treviso-reittiä, jossa kuljetukset hoidetaan tällä hetkellä Vuosaari–Rostock-laivakuljetusta lukuunottamatta rekalla. Toinen reittivaihto on Seinäjoki–Vaasa–Uumaja–Treviso. Tässä vaihtoehdossa Seinäjoki–Vaasa-väli kuljetetaan maanteitse, Vaasa–Uumaja laivalla ja Uumaja–Treviso junalla. Yhdistetyissä kuljetuksissa on järjestelyyn, nostoon ja purkuun varattu yhteensä 2 tuntia per suunta.

5.2 Seinäjoen tavaravirrat

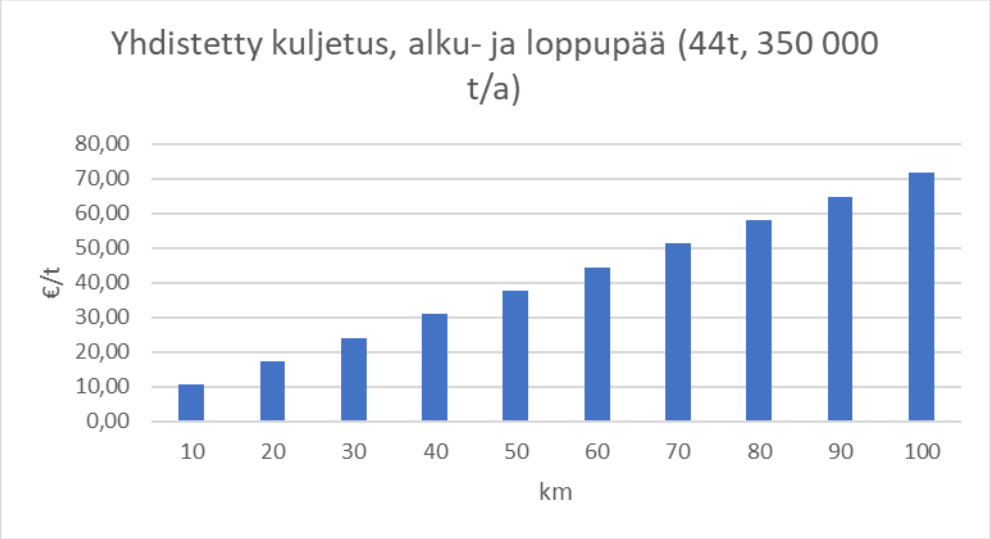
Taulukko 10 esittää pääradan varren seutukuntien väliset tavaravirrat tuhansissa tonneissa vuosien 2016–2018 keskiarvoina. Luvut perustuvat Tilastokeskuksen aineistoihin, joista on poistettu maa-ainekset ja muuttokuljetukset. Taulukosta nähdään, että vuositasolla Seinäjoelta Helsinkiin tavaraa kulkee 270 000 tonnia ja Helsingistä Seinäjoelle 170 000 tonnia. Edestakaisin tavaraa kulkee siis noin 440 000 tonnia. Jos oletetaan, että noin 80 prosenttia Seinäjoen ja Helsingin välisistä tavaravirroista pystyttäisiin siirtämään yhdistettyihin kuljetuksiin, olisi edestakainen volyymi vuositasolla noin 350 000 tonnia.

Taulukko 10 Pääradan varren seutukuntien tavaravirrat (tuhat tonnia) vuosien 2016-2018 keskiarvoina (Limowa ry / Heikki Lahtinen).

	Helsinki	Oulu	Kokkola	Seinäjoki	Tampere
Helsinki	(3600)	550	70	170	810
Oulu	470	(8500)	45	10	45
Kokkola	60	40	(1700)	25	25
Seinäjoki	270	35	25	(6500)	165
Tampere	610	30	35	135	(12000)

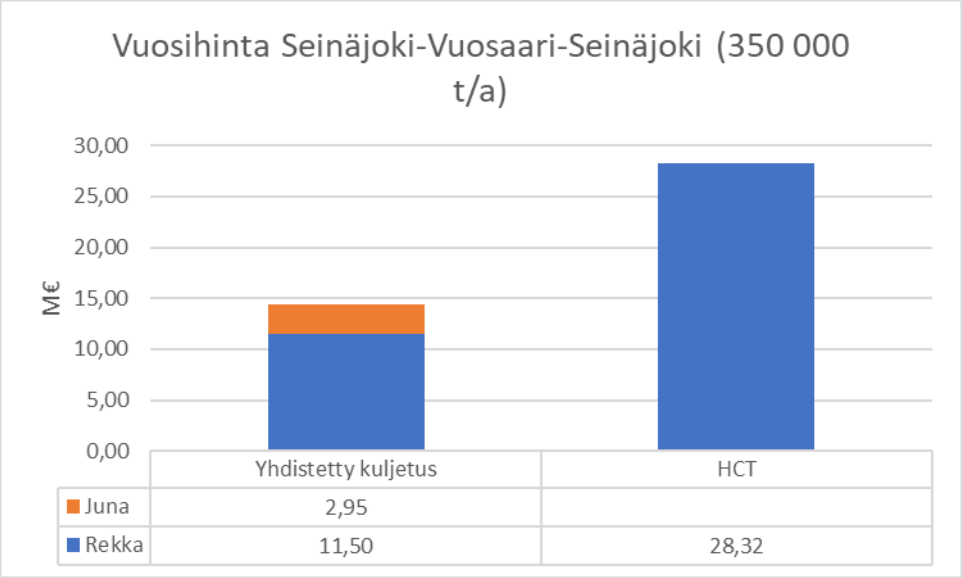
5.3 Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki

Tässä mallinnuksessa vertaillaan Seinäjoen ja Helsingin välistä teoreettista vuotuista tavaravolyymia (350 000 tonnia) pelkkänä rekkakuljetuksena sekä yhdistettynä kuljetuksena. Kuvio 47 esittää kustannusten nousun syöttö- ja jakelumatkojen suhteessa tonnihintaan, kun käytetään 44 tonnin yhdistelmää. Syöttö- ja jakelumatkoiksi yhdistettyjen kuljetusten osalta valittiin 50 kilometrin matka.



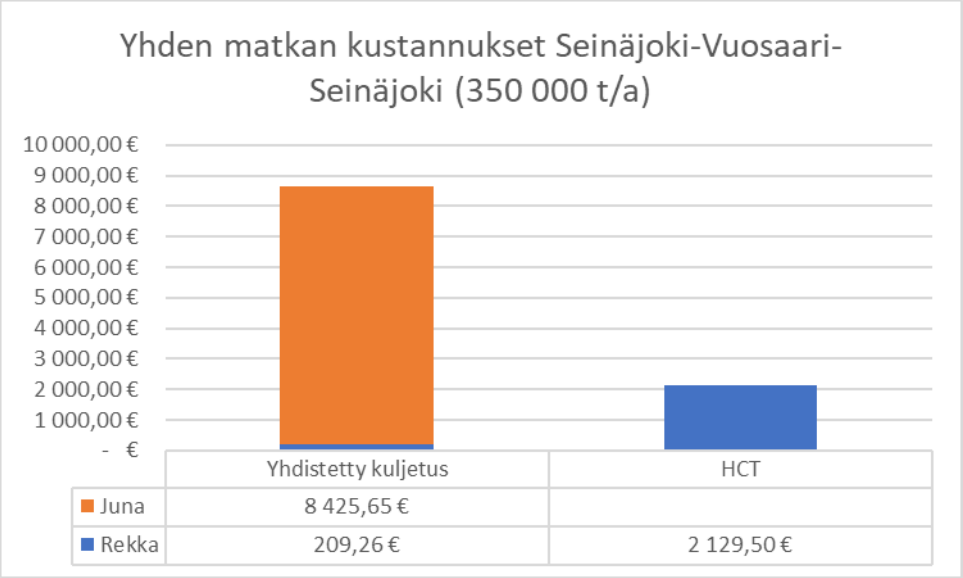
Kuvio 47 Syöttö- ja jakelukuljetuksien matkojen pituuksien vaikutus tonnihintaan (350 000 tonnia/vuosi).

Kuvio 48 esittää yhdistettyjen kuljetusten ja HCT-kuljetuksen vuositason hintavertailun (M€), kun kuljetetaan 350 000 tonnia vuodessa. Mallinnus osoittaa, että vuosihintatasolla yhdistetty kuljetus on noin neljä kertaa kustannustehokkaampi ratkaisu. Yhdistettyjen kuljetusten kustannusrakenteesta näemme, että yli puolet kustannuksista koostuu syöttö- ja jakelukuljetuksista.



Kuvio 48 Vuosihinta Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi).

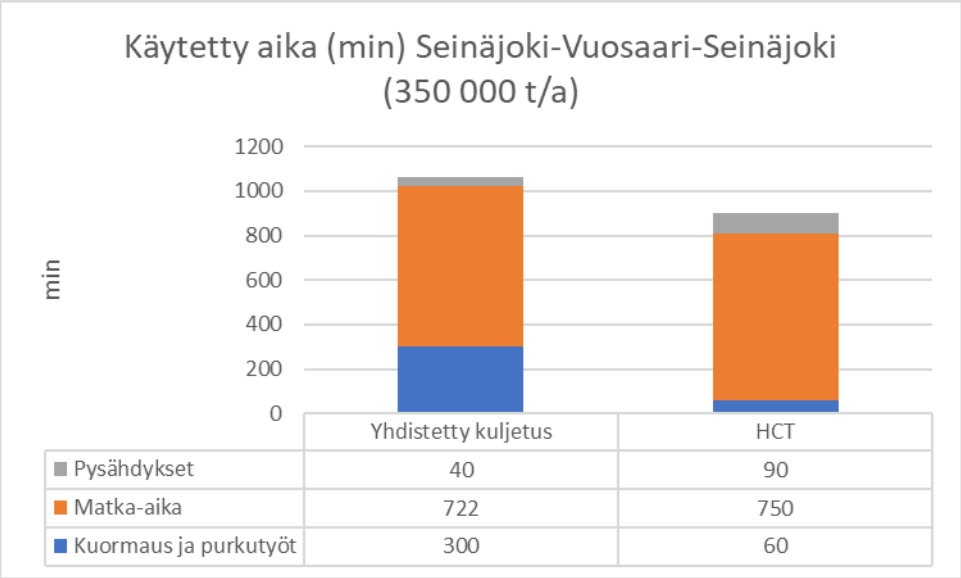
Kuvio 49 puolestaan esittää kustannusten vertailun yksittäisen matkan tasolla. Yhdellä matkalla HCT on huomattavasti kustannustehokkaampi ratkaisu kuin yhdistetty kuljetus. Vuositasolla tarkasteltaessa yhdistettyjen kuljetusten kustannusrakenne on huomattavasti erilainen, ja vertailussa korostuu junan nouseva rajahyöty suhteessa etäisyyteen ja kuljetusmäärään.



Kuvio 49 Yhden matkan kustannukset Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi).

Kuviossa 50 vertaillaan yhdistettyyn kuljetukseen ja maantiekuljetukseen (HCT) käytettyä aikaa. Kuormaukseen ja purkuun on laskettu mukaan myös junan vaihtoon kuluva aika

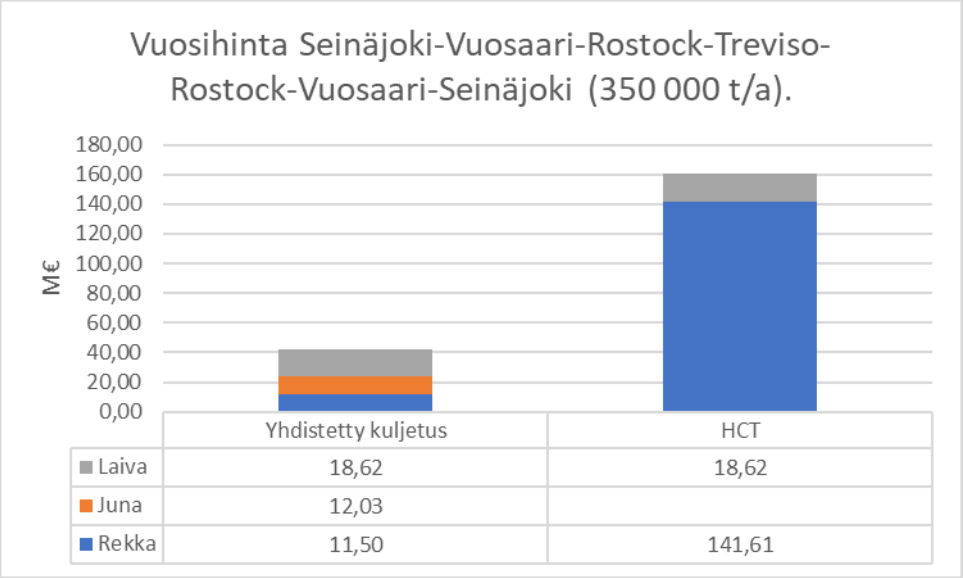
(15min). Matka-aikaan on puolestaan laskettu mukaan sekä junan (runkolinja) että rekan käyttämä aika (syöttö- ja jakelukuljetukset). Mallinnus osoittaa, että ajalliselta kestoltaan yhdistetty kuljetus vie noin 160 minuuttia enemmän kuin maantiekuljetus. HCT:n kokonaisaikaa pidentää merkittävästi lain vaatima 45 minuutin tauko 4,5 tunnin välein.



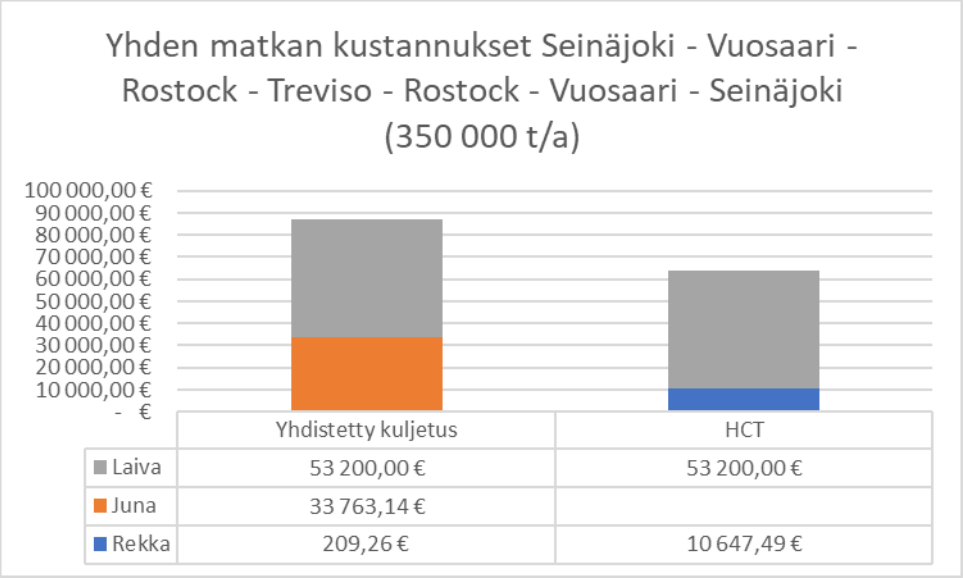
Kuvio 50 Käytetty aika (min) Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/ vuosi).

5.4 Seinäjoki-Treviso-Seinäjoki

Jotta reitit olisivat vertailukelpoisia, käytämme myös Trevison reiteillä samaa 350 000 tonnin vuotuista volyymia. Seinäjoki–Vuosaari–Rostock–Treviso-reitti on jo käytössä oleva reitti, jota operoidaan tällä hetkellä vain rekkakuljetuksina (poissulkien laivakuljetus Vuosaari–Rostock-välillä). Vertailun vuoksi olemme laskeneet saman reitin teoreettiset arvot yhdistettyjen kuljetusten näkökulmasta siten, että välit Seinäjoki–Vuosaari ja Rostock–Treviso liikennöitäisiin junalla (Kuvio 51). Vertailtaessa yksittäisen matkan (Kuvio 52) ja vuositason hintaa voidaan havaita junan kustannustehokkuuden nousevan rajahyödyn myötä samaan tapaan kuin reitillä Seinäjoki–Vuosaari–Seinäjoki. Vertailu osoittaa, että yhdistetyt kuljetukset ovat vuositasolla 74% kustannustehokkaampi vaihtoehto, kun taas yksittäisellä matkalla HCT on 27% kustannustehokkaampi. Vuositason kustannusrakenteesta huomaamme, että laivan kustannuksella ei ole suurta painoarvoa HCT:n kustannuksissa. Junan kustannusrakenteessa laiva on noin kolmanneksen kustannuksista. Laivan kustannusten merkitys korostuu yhden matkan kustannusrakenteessa, jolloin sen kustannukset ovat sekä yhdistetyssä kuljetuksessa että HCT:ssa yli puolet kokonaiskustannuksista.



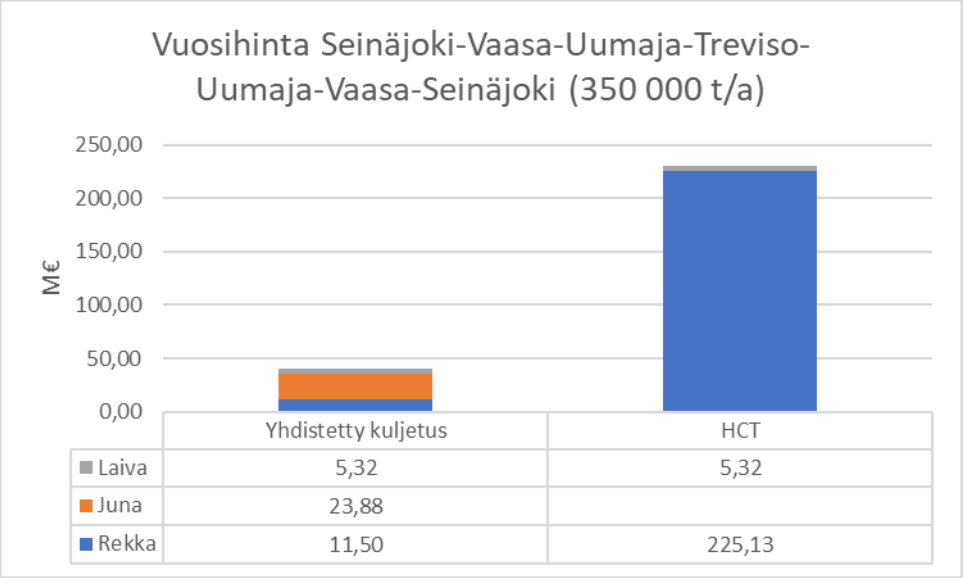
Kuvio 51 Vuosihinta Seinäjoki–Vuosaari–Rostock–Treviso–Rostock–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 tonnia/vuosi).



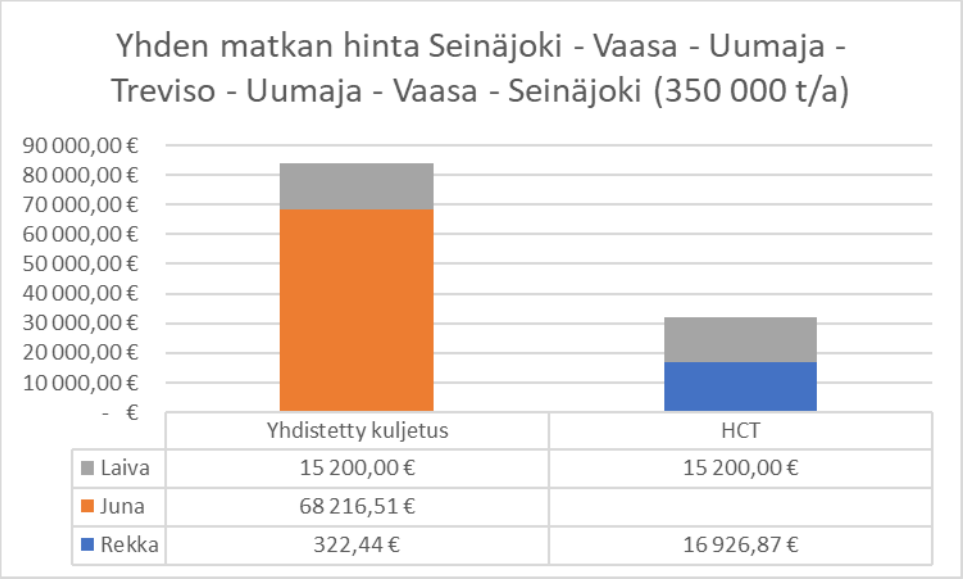
Kuvio 52 Yhden matkan kustannukset Seinäjoki–Vuosaari–Rostock–Treviso–Rostock–Vuosaari–Seinäjoki (350 000 t/a).

Vaihtoehtoinen kuljetusreitti Seinäjoelta Trevisoon kulkee Vaasan ja Uumajan kautta. Tämä reittivaihtoehto nousi esiin haastatteluissa, joten olemme sen ottaneet huomioon myös mallinnuksessa. Kuvio 53 esittää kustannusten jakautumisen vuositasolla, kun taas Kuvio 54 esittää jakauman yhdeltä matkalta. Kuviosta voidaan havaita, että yksittäisellä matkalla HCT on 62% kustannustehokkaampi kuljetusmuoto, kun taas vuositasolla yhdistetty kuljetus on 82% kustannustehokkaampi. Uumajan kautta kuljettaessa laivan osuus

kustannuksista on vuositasolla erittäin pieni. Yhdellä matkalla laivan osuus kustannuksista on yhdistetyissä kuljetuksissa 18% ja HCT:lla kuljetettaessa 47%.



Kuvio 53 Vuosihinta Seinäjoki–Vaasa–Uumaja–Treviso–Uumaja–Vaasa–Seinäjoki (350 000 t/a).



Kuvio 54 Yhden matkan hinta Seinäjoki–Vaasa–Uumaja–Treviso–Uumaja–Vaasa–Seinäjoki (350 000 t/a).

5.5 Yleisiä havaintoja ja johtopäätöksiä

Kun vertaillaan kaikkia kuljetusreittejä keskenään, voidaan havaita, että junan nouseva rajahyöty korostuu pidemmillä reiteillä sekä pitkällä aikavälillä. Seinäjoen etäisyys pääkaupunkiseudusta on aikataulullisesti juuri sillä rajalla, että yhdistetyt kuljetukset puoltavat sekä aikataulullisesti että euromääräisesti paikkaansa kotimaan rahtiliikenteessä.

Yhdellä matkalla HCT on huomattavasti kustannustehokkaampi ratkaisu kuin yhdistetty kuljetus. Toisaalta mallinnus osoittaa, että vuosihintatasolla yhdistetty kuljetus on jokaisella valitulla reitillä kustannustehokkaampi ratkaisu. HCT:n kokonaiskuljetusaikaa pidentää merkittävästi lain vaatima 45 minuutin tauko 4,5 tunnin välein, mikä nostaa pääoma- ja henkilöstökustannuksia. Laivan kustannusten merkitys korostuu yhden matkan kustannusrakenteessa, koska yksittäisen rahdin vieminen laivalla on verraten kallista, mikä johtuu laivan nousevasta rajahyödystä.

6 YHDISTETTYJEN KULJETUSTEN PALVELUKONSEPTI- JA OPEROINTIMALLI

6.1 Yhdistettyjen kuljetusten palvelujen ja kysynnän vaihtelun hallinta

Tässä osiossa käsitellään intermodaalitoimijoiden operatiivisen tason vaihtoehtoja toimintansa tehostamiseen. Suurin osa rautatiekuljetuksen kustannuksista koostuu kiinteistä kustannuksista, ja uuden palvelun marginaalikustannukset ovat yleensä alhaiset, koska ne koostuvat pääasiassa polttoaine- ja työvoimakustannuksista (Woxenius ym., 2013). Tyhjät paikat junissa ovat käyttämätöntä kapasiteettia ja siten hukkaa kiinteille kustannuksille ja haitallisia kilpailukyvyn kannalta. Seuraavaksi esitellään toimenpiteet intermodaalipalveluiden lastitilan käyttöasteen lisäämiseksi, ja sen myötä tulonhankinnan tehostamiseksi ja kilpailukyvyn parantamiseksi.

Käyttö- ja täyttöastetta lisäävien toimenpiteiden käyttöönotto vaatii usein tiedon jakamista ja -vaihtoa yhdistettyjen kuljetusten toimijoiden, kuten esimerkiksi lähettäjien, huolitsijoiden, maantieliikenteen harjoittajien, terminaalitoimijoiden ja rautatieoperaattorien välillä. Keskimääräisten kustannusten vähentäminen ja tulon maksimointi junien korkealla kuormausasteella on kuitenkin vain toissijainen tavoite: toimijoiden pääasiallinen tavoite on luonnollisesti liiketoiminnan taloudellisen voiton maksimointi. Alhaiset marginaalikustannukset rautatieliikenteessä tarkoittavat suhteellisen suoraa yhteyttä täysien junien ja liiketoiminnan taloudellisen tuloksen välillä. Marginaalikustannusten ymmärtäminen ja kysynnän luonteen tunteminen on siten ratkaisevaa kannattavuuden parantamisen kannalta.

Tilaus- ja toimitusehdoista ja velvollisuuksien jakautumisesta toimijoiden välillä päätetään operatiivisen tason yläpuolella, mutta ne vaikuttavat selkeästi operatiiviseen tasoon. Tiedonjakamisen parantaminen on useiden muiden toimenpiteiden edellytys, mutta se on myös operatiivinen toimenpide. Tieto kuljetuskysynnästä on optimoiduissa ja synkronoiduissa toimitusketjuissa usein saatavilla hyvissä ajoin ennen junien lähtöä. Tämä ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita, että tieto välitetään kuljetusoperaattoreille. Tämä heikentää selvästi palveluntarjoajan mahdollisuuksia parantaa toimintaansa.

6.1.1 Junien kapasiteetin sovittaminen

Junan kapasiteetin sopeuttaminen todelliseen tai vähintäänkin arvioituun kysyntään on ensimmäinen toimenpide lastitilan käyttöasteen tehostamiseksi. Tämä koskee liikennöintitiheyttä ja vaunujen lukumäärää junaa kohti, mutta ei raiteiden ja terminaalien kapasiteettia, sillä nämä oletetaan annetuiksi operatiivisen päätöksenteon tasolla (Monios &

Berqvist, 2017). Korkean kuormausasteen varmistamiseksi yksi vaihtoehto on odottaa junan täyttymistä ennen lähtöä, mutta tämä vaihtoehto sopii harvemmin lähettäjille. Täyttymisen odottaminen on tehotonta kaluston, terminaalien ja rautatieinfrastruktuurin käytön kannalta, ja se altistaa myös aikatauluhaasteille.

Toinen vaihtoehto korkean kuormausasteen varmistamiseksi on noudattaa tiukkaa aikataulua, mutta luoda kapasiteetin niukkuus rajoittamalla junien lukumäärää kysynnän alapuolelle. Tämä kuitenkin tarkoittaa menetettyjä tuloja. Lisäksi on vaarana, että lähettäjät siirtyvät käyttämään joustavampia maantiekuljetuksia.

Kolmas vaihtoehto on soveltaa kiinteää lähtevien junien lukumäärää, mutta vaihdella niiden kapasiteettia muuttamalla saatavilla olevien vaunujen lukumäärää junakohtaisesti. Yhden tyhjän raidevaunun aiheuttamat lisävetokustannukset ovat verrattain alhaiset verrattuna junien muodostamisen ja suunnittelun operatiivisiin kustannuksiin.

6.1.2 Lähtöaikojen sovittaminen

Vaikka aika on yleensä ratkaiseva tekijä valittaessa maantie- tai intermodaalisen kuljetuksen välillä, ajoitus on usein tärkeämpi kuin nopeus. Yleinen käytäntö on edelleen se, että tuotanto ja myynti tapahtuvat päiväsaikaan ja kuljetus yöllä. Tämä on usein ainoa käytettävissä oleva vaihtoehto, koska matkustajaliikenne painottuu päiväsaikaan ja vie merkittävän osan ratakapasiteetista. Jalostusteollisuus ja konttikierto eivät noudata öisin tapahtuviin kuljetuksiin perustuvaa tuotantosykliä, mutta useimmat muut pitkän matkan kuljetusta vaativat tuotesegmentit tekevät niin. Sommar ja Woxenius (2007) osoittivat, että jos junien lähtöajat eivät sovi kuljetusketjun vaatimuksiin, asiakkaat eli lähettäjät, maantieliikenteen harjoittajat tai huolitsijat yksinkertaisesti käyttävät rekkakuljetuksia rautateiden sijaan. Näin ollen lähtöjen ajoittaminen kysynnän ja asiakkaiden tarpeiden mukaan on keskeinen edellytys maantiekuljetusten siirtymisessä rautateille.

6.1.3 Tieliikenteen käyttö rinnakkain rautateiden kanssa

Edelliset toimenpiteet perustuvat siihen, että kaikki pitkät matkat hoidetaan rautateitse, mutta kuljetuspalvelun tarjoajan päämääränä ei sinänsä ole maksimoida junien käyttöä. Tietyt yksikkökuormat voivat olla järkevämpää kuljettaa tieliikenteellä. Kysynnän vaihteluita tasoittava ja joustavuutta odottamattomissa tilanteissa lisäävä – ja siten kannattavuutta parantava – toimenpide on käyttää kuorma-autoja rinnakkain rautateiden kanssa. Esimerkkitilanteessa, jossa muutama ylimääräinen yksikkökuorma jää terminaaliin, rekat tai kuorma-autot voivat kuljettaa nämä kuormat. Näin vältettäisiin toinen, ylimääräinen ja lisäkustannuksia aiheuttava junalähtö tai tuotteiden perillepääsyn viivästyminen. Myös intermodaalinen operaattori voi hyödyntää maantiekuljetuksia esimerkiksi silloin, kun se

rakentaa kuljetusvirtauksia sellaiselle tasolle, jossa rautatiekuljetukset olisivat taloudellisesti järkeviä. Maantiekuljetuksia voidaan käyttää myös tilapäisenä varokeinona aikoina, jolloin vähäiset tavaravirrat eivät enää oikeuta junaliikennettä.

6.1.4 Junareittien sopeuttaminen

Jakamalla dataa ja hyödyntämällä tietoa tulevan suunnittelujakson varaustilanteesta junan operoija voi soveltaa junareittien sopeuttamisen periaatetta, jos junaoperaattorilla on vaihtoehtoisia reittejä käytettävissään. Junaoperaattori voisi ohjata kunkin lähdön eri reiteille maksimoidakseen junakapasiteetin tai tulot. Tämä toimenpide muistuttaa osakuormakuljetusta tai sellaisten bussien toimintaa, jotka ohjataan matkustustarpeen mukaan lentokentältä hotelleihin dynaamisen reittisuunnittelun avulla. Reittien sopeuttaminen voi myös tarkoittaa pysähdysten välttämistä paikoissa, joissa ei ole kysyntää lastaamiselle ja aikataulun mukauttamista siten, että kokonaiskuljetusaikaa lyhennetään. Dynaaminen reititys edellyttää joustavaa pääsyä raideinfrastruktuuriin joko ylimääräisen kapasiteetin tai etukäteen varattujen dummy-paikkojen kautta. Raideaikataulut päivitetään vain muutaman kerran vuodessa, ja paikkojen dynaaminen jakaminen useiden operaattoreiden kesken on monimutkaista.

6.1.5 Hintakannustimet

Hintakannustimien soveltamisen tarkoituksena on maksimoida tulot, eli toisin sanoen soveltaa tuotonhallintaa. Tuotonhallintaa tutkitaan laajasti lentoliiketoiminnassa ja yhä enemmän rautateiden matkustajaliikenteessä, mutta toistaiseksi harvemmin rahtiliikenteessä. Jotta hintakannustimilla olisi vaikutusta, joidenkin huolitsijoiden on oltava hintaherkkiä. Sopimusten kestot ovat yleensä erilaisia matkustaja- ja tavaraliikenteessä: tavaraliikenteessä huolitsijat tekevät usein pitkäaikaisia sopimuksia asiakkaidensa kanssa. Ainakin jotkut huolitsijat voisivat kuitenkin harkita toimintatapojensa muuttamista hintakannustimista hyötyäkseen.

Kuljetuspalveluntarjoaja tarjoaa kuljetuspalveluita eri reittioptioille rautatien varrella, mikä tekee tuoton hallinnasta erilaista kuin esimerkiksi ilmailualalla käytössä olevilla suorilla reiteillä. Kuormausaste linjan varrella vaihtelee usein merkittävästi, ja hinnoittelu tiettyjen terminaalien välillä on silloin ilmeisin perusta hintakannustimille. Hintoja nostetaan niiden palveluiden osalta, joissa on merkittävä kapasiteettivajeen riski, ja toisaalta niitä lasketaan silloin, kun halutaan saada kuljetuskysyntää ylijäämäkapasiteettia omaavien terminaalien välille. Tällöin hintakannustimet voivat karkottaa joitain asiakkaita, mutta ideaalitilanteessa riittävän moni asiakas valitsisi kuitenkin toisen terminaalin välttääkseen kalliin pullonkaulan.

Lähtö- tai saapumisajan tarkkuutta eli laajempaa aikaikkunaa voidaan myös hyödyntää hintaerottelussa, ja tarjota tietyille lähetyksille houkuttelevia hintoja. Tällöin intermodaalitoimija voi väliaikaisesti varastoida joitain yksikkökuormia. Nämä voidaan siirtää vaihtoehtoisilla lähdöillä ja lisätä siten kapasiteetin käyttöastetta.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Yhdistetyt kuljetukset Etelä-Pohjanmaalla: yhteenveto haastatteluista

Tässä luvussa esitellään yleiskuva ja yhteenveto siitä, mitä haastattelujen perusteella välittyi yhdistetyistä kuljetuksista ja niiden mahdollisesta aloittamisesta: edellytyksistä, mahdollisuuksista, pullonkauloista ja siitä, millainen yhdistettyjen kuljetusten toimintamalli vastaisi parhaiten Etelä-Pohjanmaan ja sen yrittäjien tarpeita. ”Äänessä” ovat siis maakunnan yritykset, viranomaiset, asiantuntijat ja muut tutkimuksen sidosryhmät. Yhdistetyistä kuljetuksista puhutaan sekä yleisellä tasolla että nimenomaan Seinäjoen ja Etelä-Pohjanmaan näkökulmasta.

Haastatteluissa keskityttiin elintarvikekuljetuksiin. Elintarvikkeet muodostavat merkittävän osan Etelä-Pohjanmaan viennistä, ja ajatuksena oli myös se, että jos yhdistettyjen kuljetusten konsepti saataisiin toimimaan aikakriittisellä tuotteella, toimisi se varmasti muillakin. Osin tästä syystä näkökulma oli vientipainotteinen, vaikka kotimaan siirtokuljetukset, tuonti ja paluuvirrat luonnollisesti erittäin tärkeinä nähtiinkin. Hankkeen fokus oli nimenomaan kuljetusketjun Suomen sisällä tapahtuvassa osassa, vaikka tiedostettiin, että ulkomaille meneville tai sieltä tuleville tuotteille Suomen sisällä tapahtuvat kuljetukset ovat vain pieni osa laajempaa kuljetusketjua.

Haastatteluista ja myös muuten hankkeen parissa työskennellessä välittyi yleisellä tasolla kuva, että yhdistetyt kuljetukset ja niiden käynnistäminen kiinnostivat alueen yrityksiä, sidosryhmiä ja muita toimijoita yhä enenevässä määrin. Aihe on ollut viime vuosina säännöllisesti esillä esimerkiksi Roveksen logistiikka-alueen suunnittelun ja elintarvikehubin ideoimisen yhteydessä ja herättänyt mielenkiintoa, mutta kiinnostus ei ole muuttunut tekemiseksi, ja varsinkin yritykset ovat vielä odottavalla kannalla. Konsepti kuitenkin kiinnostaa selvästi, ja logistiikka kilpailtuna alana pakottaa yrityksiä pysymään hereillä ja ajan hermolla. Silti yhdistettyjen kuljetusten kohdalla aktiivinen rooli asian edistämisessä ja edelläkävijyyteen liittyvät riskit ja epävarmuudet jätetään ennemmin muille. Vastauksissa ja osallistumisessa näkyi toisaalta myös se, että kiinnostusta ja mahdollisia tulevaisuuden aikeita, samoin kuin joitain yritykseen ja sen toimintaan liittyviä tunnuslukuja, pidettiin mielellään hyvin rajatun piirin tiedossa, eikä niistä haluttu tehdä julkisia ainakaan tässä vaiheessa ja yhteydessä.

Kuljetusten siirtäminen maanteiltä rautateille nähdään sekä kansainvälisissä että kansallisissa strategioissa olennaisena keinona vähentää liikenteen hiilidioksidipäästöjä. Nämä strategiat eivät kuitenkaan ole vielä saaneet ainakaan Suomessa tuekseen mitään konkreettista ohjausta. Nykytilanteessa tuleekin selkeästi esiin se, että tällä hetkellä yhdistettyjen kuljetusten kehittäminen ja edistäminen ei varsinaisesti kuulu kenellekään. Osin tästä

syystä yliopiston ja tutkimuksen kaltainen neutraali toimija toivotettiin kentällä tervetulleeksi, ja hanke nähtiin muutenkin juuri sellaisena toimijana tai vauhdittajana, jonka on mahdollista saada asioita alulle jo pelkästään saattamalla eri toimijoita saman pöydän ääreen.

Huomionarvoista on myös se, että yhdistettyjä kuljetuksia ei tällä hetkellä Suomessa ajeta, eikä niille siten ole olemassa valmista konseptia tai toteutustapaa. Yrityksillä ja niiden asiakkailla on kaikilla omat yksilölliset tarpeensa, intressinsä ja resurssinsa, ja hankkeen muilla sidosryhmillä taas on oma näkökulmansa yhdistettyihin kuljetuksiin. Seinäjoelta puuttuu tällä hetkellä yhdistettyjen kuljetusten tarvitsema infrastruktuuri, eli niiden vaatima kuormauspaikka. Haastatteluissa ja keskusteluissa asioista oltiin usein samaa mieltä, mutta edellä mainituista syistä myös hajonta vastauksissa oli suurta. Tämä korostui muun muassa silloin kun siirryttiin yleiseltä tasolta hahmottelemaan yksityiskohtaisemmin sitä, millainen eteläpohjalaisia yrityksiä palveleva yhdistettyjen kuljetusten konsepti voisi olla. Myös yhdistettyjen kuljetusten alla käytävän keskustelun skaala on laaja, ja haastatteluissa saatettiin siirtyä nopeastikin jostain lastausteknisestä yksityiskohdasta pohtimaan esimerkiksi kaluston saatavuutta, EU:n päästökauppaa tai kotimaan terminaaliverkostoa.

Yleisen tason edellytyksinä yhdistettyihin kuljetuksiin siirtymiselle yritykset näkivät sen, että kuljetukset tuottavat niille ja muille kuljetusketjun osapuolille taloudellisia, yrityskuvallisia tai toiminnallisia etuja rekkakuljetuksiin verrattuna. Yhdistettyjen kuljetusten on oltava toimintavarmoja ja taloudellisesti kilpailukykyisiä, ja niiden on vastattava toimitusketjujen aikatauluvaateisiin. Taloudellisuus edellyttää vahvoja, säännöllisiä ja nimenomaan kahdensuuntaisia kuljetusvirtoja – myös paluuvirrat ja kalustokierto on otettava yhteyden suunnittelussa huomioon. Runkokuljetusyhteys Seinäjoelta Helsinkiin on noin 350 kilometriä, joten ollakseen kilpailukykyinen suhteessa autokuljetuksiin muun muassa kustannusten, matka-ajan ja yleisen sujuvuuden osalta junakuljetuksen lastauksineen, purkuineen ja liityntäyhteyksineen on oltava huolellisesti suunniteltu, sujuva ja varmatoiminen. Myös infrastruktuurin on oltava kunnossa.

7.1.1 Kuljetusmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä – vertailussa rekka ja juna

Ilmapiiri on viime vuosina muuttunut ja muuttuu koko ajan yhdistetyille kuljetuksille – ja yleensäkin rautateillä kuljettamiselle – edullisemmaksi muun muassa logistiikkayrityksissä jo näkyvän kuljettajapulan, ruuhkautuvien maanteiden (erityisesti Keski-Euroopassa), ympäristönäkökulman merkityksen korostumisen ja lisääntyvän ympäristötietoisuuden sekä dieselpolttoaineen hinnankorotusten myötä. Erityisesti kustannushyödyt ja mahdollisuus kuljettaa ympäristöystävällisemmin ja vähäpäästöisemmin mainittiin usein, kun keskusteltiin rautatiekuljetuksiin siirtymisellä saavutettavista hyödyistä ja kilpailukykyeduista. Lisäksi ympäristöystävällisen kuljettamisen tiedostettiin tuovan yrityksille

imago- ja sen myötä kilpailuetua. Mainituksi tuli myös mahdollisuus pidentää maantiekuljetuskaluston käyttöikää siirtämällä rekat junaan, jolloin ajoneuvojen tiekilometreistä leikkautuu iso osa pois. Sen sijaan maantieliikenteen ruuhkautumista ei koettu ainakaan vielä Suomessa ongelmaksi, eikä myöskään tieverkoston kunnon heikkenemistä, kasvavaa korjausvelkaa eikä raskaan liikenteen roolia näissä asioissa.

Kuljettajapulan yhteydessä nousi esiin vaikeus löytää osaavia kuljettajia sekä kuljettajia, jotka haluaisivat ajaa nimenomaan jakeluliikennettä. Pitkille linjoille kuljettajia oli sen sijaan helpompi saada. Ympäristönäkökulman korostuminen näkyi siinä, että ympäristöasiat, erityisesti CO2-päästöjen ja hiilijalanjäljen muodossa, olivat tulleet kiinteäksi osaksi yritysten toimintaa sekä heidän omasta aloitteestaan että asiakkaiden kiinnostuksen ja vaatimustenkin seurauksena. Toisaalta pyrkiminen päästöjen vähentämiseen esimerkiksi polttoainekulujen pienentämisen myötä nähtiin myös suorana keinona säästää kustannuksissa. Vaikka ympäristönäkökulma on korostunut ja ympäristötietoisuus lisääntynyt, pidettiin tärkeimpänä ”konsulttina” esimerkiksi kuljetustavan valinnassa yhä euroa: useimmissa tapauksissa asiakas ei vielä ollut valmis maksamaan ylimääräistä siitä, että tuote valmistettaisiin tai kuljetettaisiin ympäristöystävällisesti. Sen sijaan, jos hinnat ovat samat tai lähellä toisiaan, voi ympäristöystävällisyys vaikuttaa päätökseen.

Mainitulle kehitykselle on luonnollisesti olemassa myös vastavoimansa, joka vetää ja sitoo kuljetuksia yhä kumipyörille. Rekkaa pidettiin joustavana, tehokkaana ja varmana kuljetusmuotona, jonka käyttö oli junaan verrattuna huomattavasti riskittömämpää, kun kuljetettava erä oli merkittävästi pienempi ja siten ”kaikki munat eivät olleet samassa korissa”. Rekkakuljetuksia oli helppo suosia siksi, että niille ei nähty olevan vaihtoehtoja: nykytilanteessa rautatiekuljetuksia ei osattu nähdä optiona, koska vastaavia tuotteita ei tällä hetkellä kiskoilla juurikaan kulje, tai niitä pidettiin sopimattomana kyseiselle tuotteelle esimerkiksi sen vaatimien aikataulujen tai mahdollisiin vaihtotöihin sisältyvien rikkoutumisriskien vuoksi. Seinäjoella ei myöskään ole valmiina terminaalia tai edes lastauspaikkaa.

Rekalla kuljettaminen näyttäytyi haastatteluissa läpikotaisin tuttuna ja turvallisena toimintana, jonka prosessit ja käytännöt olivat hioutuneet vuosien aikana toimiviksi ja tehokkaiksi. Rautatiekuljetus taas nähtiin uutena ja arvaamattomana vaihtoehtona, joka kyllä kiinnosti, mutta jonka toiminnasta ja toimivuudesta ei ollut takeita. Yritysten tilaus- ja toimitusketjut ovat kehittyneet niin hektisiksi ja aikakriittisiksi, että yhdistettyjen kuljetusten käytön myötä toimitusketjuun tulevat ylimääräiset lastaukset ja purut nähtiin niille uhkana. Rautatiekuljetuksessa epäilystä herätti myös se, että prosessin ja toimitusketjun hallinta ei olisi enää kokonaan omissa käsissä, ja toimitusketju altistuisi uusille, ennalta-arvaamattomille häiriö- ja epävarmuustekijöille. Joillekin yrityksille oli tärkeää, että he saivat pitää koko toimitusketjun osalta langat omissa käsissään aina tuotteen valmistuksesta sen jakeluun. Yhdistettyjen kuljetusten tuomat ylimääräiset vaiheet

mietityttivät sikäli, että rekalla pääsee usein suoraan ”ovelta ovelle”, mutta runkokuljetus junalla tuo prosessiin lisäkäsittelyjä, joista jokainen vie aikaa ja rahaa ja tuo riskejä. Rekalla kuljetettaessa riskit ovat yksilöllisempiä ja pienempiä.

Yhdistetyt kuljetukset oli kaikille konseptina tuttu, mutta yrityksillä oli sen käytäntöön soveltamisessa ja mahdollisessa omiin tarpeisiin sovittamisessa niin paljon avoimia kysymyksiä, että se vaikeutti kokonaisuuden hahmottamista. Edellisen yhdistettyjen kuljetusten jakson loppumisesta on jo kymmenkunta vuotta aikaa, ja monilla oli tästä jaksosta mieleen jäänyt lähinnä viimeisten vuosien vaikeudet. Yritykset olivat ehtineet suunnitella ja rakentaa logistiikkansa rekkakuljetusten varaan, ja esimerkiksi kalustoinvestoinnit oli jo pitkään tehty nimenomaan rekalla kuljettamiseen nojaten. Samaisen kaluston soveltuminen yhdistettyihin kuljetuksiin nähtiin haasteena. Yrityksillä oli erityisesti pitkillä runkolinjoilla käytössään kuljetuskapasiteetin maksimoivia 4,4 metriä korkeita rekkoja, kun taas raiteilla pystyy ajolankojen korkeuden ja nykyisen yhdistettyjen kuljetusten vaunukaluston mittojen vuoksi kuljettamaan tällä hetkellä maksimissaan 4,2 metriä korkeaa kalustoa. Käytössä olevat matalammat trailerit eivät taas sovellu nostamalla lastattavaksi, sillä niistä puuttuivat nostamisen mahdollistavat lisäosat ja tukirakenteet. Polttoaineen hinnan nousua oli puolestaan kompensoinut se, että rekkojen polttoainetaloudellisuus on kohentunut huomattavasti viimeisen kymmenen vuoden aikana.

7.1.2 Yhdistettyjen kuljetusten reitit ja reittioptiot

Yhdistetyistä kuljetuksista puhuttaessa reittivaihtoehdoista on yleensä esillä Oulu–Helsinki-yhteys tai Oulu–Turku, joista ensin mainittua pidetään vaihtoehdoista potentiaalisimpana. Tähän on monta syytä. Ensiksikin kyseisellä välillä kulkee paljon tavaraa, joten tarvittavien volyymien kokoaminen on mahdollista. Toiseksi, etäisyys Oulun ja Helsingin on noin 680 kilometriä eli riittävän pitkä siihen, että rautatiekuljetuksen hyödyt maantiekuljetuksiin nähden nousevat selvästi esiin. Kolmanneksi, reittien päätepisteissä eli Oulussa (Oritkari), Helsingissä (Vuosaari) ja Turussakin (Pansio) on jo olemassa yhdistettyjen kuljetusten käsittelyyn soveltuvaa infrastruktuuria. Tämä madaltaa huomattavasti kynnystä mahdollisen pilotin osalta.

Seinäjoen sijainti pääradan varressa, Oulu–Helsinki-yhteyden puolivälissä ja lukuisten rautateiden risteyskohdassa on logistisesti erinomainen. Tämä näkyi myös esille tulleissa reittivariaatioissa ja niiden monipuolisuudessa. Seinäjoelta lähtevien tavaroiden reitti- ja yhteystarpeet voidaan jakaa kahteen osaan: kotimaan sisäisiin kuljetustarpeisiin kaupan keskusvarastoihin, sekä viennin ja tuonnin yhteystarpeisiin eri satamiin.

Eniten esillä oli pääratayhteys eli Seinäjoki–Helsinki (Vuosaari)-yhteys, sillä vientiin menevät tuotteet lähtevät maailmalle pääasiassa Vuosaaren sataman kautta. Vuosaaren satama nähtiin potentiaalisena purkupaikkana myös keskusliikkeiden päivittäistavaran

logistiikkakeskuksia (K-ryhmän keskusvarasto sijaitsee Vantaan Hakkilassa ja S-ryhmän keskusvarasto Sipoossa) ajatellen. Myös pohjoisemmasta vaihtoehdosta oli puhetta juuri päivittäistavaran osalta, mutta tarkoitukseen sopivaa paikkaa ei välttämättä ole tällä hetkellä valmiina tai projekti on vasta varhaisella suunnitteluasteella.

Volyymien kannalta pelkkä Seinäjoki–Vuosaari-yhteys voisi olla ainakin alkuvaiheessa haastava, joten moni näki realistisempana vaihtoehdon, missä Seinäjoki toimisi Oulu–Helsinki-reitin pysähdyspaikkana, jossa junaa täydennettäisiin ripeästi Seinäjoelta, muualta Etelä-Pohjanmaalta ja mahdollisesti kauempaakin, esimerkiksi Vaasasta tulevilla tuotteilla. Pysähdyspaikkana ja välietappina toimimisessa on sekä hyvät että huonot puolensa. Oma juna mahdollistaisi nimenomaan paikallisten tarpeiden mukaan toimimisen ja olisi joustavampi lastaus- ja purkuajan suhteen, mutta se vaatisi täyttyäkseen ja kustannustehokkaasti toimiakseen merkittävästi isommat volyymit.

Vaihtoehtoisina tai täydentävinä reitteinä nähtiin myös tuotteiden kuljettaminen maailmalle Vaasa–Uumaja-laivayhteyden kautta. Yhteysväliä liikennöi moderni ja vähäpäästöinen alus, jota hyödyntämällä kuljetus olisi ympäristöystävällisesti ja nopeasti eurooppalaista raideleveyttä käyttävässä Ruotsissa, josta jatkomahdollisuutena olisi suora rautatieyhteys aina Etelä-Eurooppaan asti. Vaasa–Uumaja-yhteys toimii luonnollisesti myös toisinpäin, jolloin Seinäjoki voisi toimia osana esimerkiksi Pohjois-Norjasta tai Ruotsista tulevaa kuljetuskäytävää.

Haastatteluissa nousi esiin myös muita reittivaihtoehtoja. Seinäjoelta Kaskisten satamaan ulottuvan Suupohjan radan käyttö veisi kuljetukset pois ruuhkaiselta pääradalta. Inton elintarvikehub-selvityksessä kartoitettiin alustavasti Seinäjoelta lähteviä konttimääriä, ja päästiin noin 70 konttiin viikossa. Selvityksen mukaan tämä riittäisi jo omaan laivaan. Toisaalta Suupohjan radan hyödyntämistä estää sen heikko kunto ja sen myötä epävarmuus radan tulevaisuudesta. Kaskisten satamalla ei myöskään ole vielä mahdollisuutta käsitellä kontteja, mutta tämän palvelun lisääminen sataman valikoimiin on ollut suunnitelmissa. Reitin mahdollisena päätepisteenä ja vientiin menevien yhdistettyjen kuljetusten satamana etelässä nousi esiin myös Hanko. Tällöin kuljetus poistuisi ruuhkaiselta pääradalta Hyvinkäällä ja jatkaisi siitä kohti Hankoa. Hyvinkää–Hanko-ratayhteyden sähköistyksen on tarkoitus valmistua vuonna 2024.

7.1.3 Yhdistetyt kuljetukset käytännössä – mitä tavoitella?

Millainen eteläpohjalaisia yrityksiä palveleva yhdistettyjen kuljetusten konsepti voisi sitten olla? Yleisellä tasolla tästä oltiin yksimielisiä: tarpeisiin vastaisi parhaiten säännöllinen, aikataulutettu, täsmällinen, luotettava ja kustannustehokas yhteys: kuljetusketju, jossa pitkä runkolinjaosuus kulkisi rautateitse ja tarvittava syöttö- ja jakeluliikenne hoidettaisiin rekoilla.

Yhteyden ja aikataulujen säännöllisyys nähdään tärkeänä, vaikka kuljetettavat volyymit vaihtelevat esimerkiksi viikonpäivien tai sesonkien mukaan. Yhteyden ei tarvitsisi välttämättä olla ainakaan aluksi päivittäinen, mutta kuitenkin säännöllinen. Junasta tulisi olla mahdollisuus ostaa sekä kiinteää kapasiteettia että kertaluonteista tai tilapäistä ad hoc -kapasiteettia. Tämä mahdollistaisi myös pienemmän mittakaavan toimijoiden mukaanpääsyn. Kiinteä kapasiteetti olisi luonnollisesti edullisempaa, kuitenkin kiinteät kulut korvaavaa. Sesonki- ja kausivaihtelusta johtuen kiinteä kapasiteetti ei kuitenkaan täyty aina. Näissä tapauksissa olisi hyvä, että palvelu mahdollistaisi myös sellaisen kapasiteetin siirtämisen tai eteenpäin myymisen toiselle toimijalle, joka jäisi muuten käyttämättä.

Sujuva ja ripeä lastaaminen ja purku ovat keskeinen osa toimivaa ja kustannustehokasta ja kilpailukykyistä konseptia. Niiden merkitys korostuu erityisesti silloin, jos Seinäjoen rooli on toimia välipysähdyksenä pidemmällä reitillä ja junassa on jo entuudestaan aikakriittisiä tuotteita. Lastaamisen ja purun tulisi onnistua ilman vaihtotöitä. Vaihtotöihin menee aikaa, ne lisäävät kustannuksia ja joidenkin tuotteiden kohdalla vaihtotyöt myös lisäävät rikkoutumisriskiä.

Yrityksestä riippuen junalla oltiin kiinnostuneita kuljettamaan niin yhdistelmiä, trailereita kuin konttejakin. Kuljetettavien yksiköiden monipuolisuus mahdollistaisi tehokkaamman volyymien kokoamisen ja kuljetusten yhdistämisen, mutta samalla se lisää vaatimuksia lastausinfrastruktuuria ja junan vaunukalustoa kohtaan. Käytännössä konttien, trailereiden ja yhdistelmien kuljettaminen junassa tarkoittaisi sitä, että lastausmenetelminä olisivat ainakin nostaminen (kontit ja noston kestävät trailerit) sekä ajamalla lastaaminen (trailerit ja yhdistelmät). Seinäjoen terminaalilta tai lastauspaikalta tämä edellyttäisi infrastruktuurin osalta nostolaitteita (esimerkiksi konttikurottaja) sekä lastauslaituria, jotta ajamalla lastaaminen ja purkaminen olisi mahdollista myös junan sivusta käsin, eikä pelkästään vaunujonon päädystä.

7.1.4 Volyymien yhteenkokoaminen ja kuljetusten konsolidointi

Aiempien selvitysten (mm. Holm & Tyynilä, 2020) mukaan yhdistetyt kuljetukset ovat taloudellisesti kannattavia, jos junaan saadaan 20–25 vaunullista kuljetettavia yksiköitä. Toisaalta tähän lukuun ei kannata lukittautua, sillä se saattaa muuttua esimerkiksi tieliikenteen kilpailukyvyn heikentymisen tai rautatiekuljetusten tukemisen myötä. Joka tapauksessa 20–25 vaunun kokonaista junakuormaa on pidetty tähän asti tavoitteena myös yhdistettyjen kuljetusten mahdollisuuksia selvitettäessä. Seinäjoen ja Etelä-Pohjanmaan volyymeja on selvitetty useaan otteeseen esimerkiksi yhdistettyjen kuljetusten tai elintarvikehubin suunnittelua varten (mm. Pöyskö & Harvio, 2010). Tulokset ovat olleet vaihtelevia ja riippuvat paljon esimerkiksi selvitysten laajuudesta, kyselyjen otannasta tai vastausprosentista. Yhteistä näille selvityksille ja kyselyille on ollut havainto siitä, että yhdistettyjen kuljetusten – ja erityisesti oman Seinäjoki–Helsinki-yhteyden – käynnistäminen

edellyttää tehokasta volyymien yhteenkokoamista, joka taas edellyttää eriävien intressien ja erityisesti aikataulutarpeiden yhteensovittamista. Jos tässä onnistutaan, potentiaaliset volyymit on pääasiassa nähty riittäviksi yhdistetyille kuljetuksille ja jopa päivittäiselle yhteydelle. Lisäksi uskottiin, että jos konsepti osoittautuu toimivaksi, sen kysyntä tulee jatkossa kasvamaan. Sen sijaan liikennöinnin alkuvaiheessa on epävarmaa, kuinka suuri osa potentiaalisesta kuljetuskysynnästä siirtyy käyttämään uutta palvelua.

Volyymien yhdistäminen ja kokoaminen riittävälle tasolle on yksi tärkeimmistä yhdistettyjen kuljetusten menestymisen edellytyksistä. Riittävät volyymit eivät välttämättä synny pelkästään yhden teollisuudenalan, esimerkiksi metalli-, puusepän- tai elintarviketeollisuuden kuljetuksista, vaan näitä pitää myös yhdistellä. Kaikkea ei ole myöskään pakko siirtää raiteille, vaan sinne voidaan siirtää ensin nimenomaan tuotteita, jotka soveltuvat rautatiekuljetuksiin parhaiten. Elintarvikkeiden kohdalla tällaisia voisivat olla vaikkapa vähemmän aikaherkät tuotteet, kuten vientiin menevät pakasteet, joita vievä laiva lähtee Vuosaaresta maailmalle esimerkiksi kerran viikossa, ja jotka kestävät muutaman päivän odottelun, kunhan kuljetusyksikön virran- ja sen myötä kylmänsaanti on turvattu. Tuoretuotteiden kohdalla aikataulut ovat paljon kriittisemmät.

Jos ajatellaan Seinäjoelta lähteviä elintarvikekuljetuksia, ne voidaan jakaa kahteen päävirtaan: vientiin meneviin tuotteisiin sekä kauppaketjujen keskusvarastoihin meneviin tuotteisiin. Molemmilla on omat aikataulutarpeensa ja -vaatimuksensa, ja ne eroavat toisistaan huomattavasti. Näin ollen näiden volyymien yhdistäminen vaatisi joustavamman aikataulun tuotteiden yhdistämistä kiireellisemmän aikataulun tuotteiden aikatauluvaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi päivittäisten elintarvikekuljetusten aikatauluihin voitaisiin mahdollisesti yhdistää kiireetöntä vientiin menevää tavaraa, ja vastaavasti vientiin meneviin kuljetuksiin voisi yhdistää kiireettömiä elintarvikekuljetuksia ja päivittäistavaraa. Ylipäätään yhdistettyjen kuljetusten aloittamista helpottaisi merkittävästi se, että yhteyden perustaksi löytyisi säännöllisesti kuljetettava, suhteellisen suurivolyyminen, ei-aikakriittinen tuote, jonka varaan konseptin voisi rakentaa. Tuote toisi yhteydelle säännöllisen ja kiinteän perusvolyymin ja toimisi siten ”pohjarahtina”, täyttäen junasta esimerkiksi 60% osuuden ja kattaen kiinteät kulut. Aiemmin tällaisia tuotteita ovat olleet esimerkiksi Lapin Kulta -olut tai maitojauhe.

Tässä vaiheessa haastatteluita esille tuli yleensä sitoutuminen yhdistettyjen kuljetusten käyttöön, joka on eräs konseptin monisyisistä haasteista. Kuljetusten aloittaminen vaatii eri toimijoilta joka tapauksessa investointeja toimintaedellytyksiin, muun muassa kuljetuskalustoon, lastaus- ja terminaali-infrastruktuuriin sekä rautatie- ja tieverkkoon. Palvelun potentiaalisilla käyttäjillä, yrityksillä, taas on epäluuloja rautatiekuljetusten toimivuudesta varsinkin aikatauluvarmuuden suhteen. Heillä on myös jo olemassa oleva kuljetusmuoto, jonka ylläpitoon ja kehittämiseen he ovat jo pitkään investoineet. Näin ollen he eivät ole valmiita sitoutumaan yhdistettyjen kuljetusten käyttöön pitkäksi aikaa, ainakaan

ennen kuin konseptin toimivuudesta, kustannustehokkuudesta ja luotettavuudesta on varmistuttu. Toiminnasta vastaava taho taas luonnollisesti toivoisi yrityksiltä pidempiaikaista sitoutumista jo alkuvaiheessa.

7.1.5 Oma juna Seinäjoki–Helsinki vai yhteys osana laajempaa kuljetusketjua?

Haastatteluissa potentiaalisimpana yhteytenä nähtiin Seinäjoki–Vuosaari-reitti. Yhdistettyjen kuljetusten käynnistämistä tällä reitillä voidaan tarkastella kahdesta näkökulmasta: siten että Seinäjoki olisi yhteysvälin toinen päätepiste tai vaihtoehtoisesti siten, että Seinäjoki toimisi pysähdyspaikkana pidemmällä reitillä, esimerkiksi noin 680 kilometriä pitkällä Oulu–Helsinki-yhteysvälillä, jonka puolivälissä Seinäjoki sijaitsee. Seuraavassa vertaillaan tarkemmin näitä vaihtoehtoja.

Oma junayhteys Seinäjoelta Helsinkiin mahdollistaisi konseptin rakentamisen nimenomaan paikallisten toimijoiden tarpeiden mukaisesti, ja olisi joustavampi junan lastaus- ja purkuajan suhteen. Myös aikatauluriskit olisivat lyhyemmällä yhteysvälillä pienemmät. Seinäjoella juna lastattaisiin paikallisilla sekä muualta Etelä-Pohjanmaalta ja mahdollisesti kauempaakin, esimerkiksi Vaasasta tulevilla tuotteilla. Realistisen keräilyalueen nähdään ulottuvan noin 100–150 kilometrin säteelle Seinäjoesta.

Oma juna -vaihtoehdossa erityisen kriittisiä tekijöitä ovat volyymit, niiden riittävyys, yhteen kokoaminen, aikataulu- ja muiden tarpeiden yhteensovittaminen sekä noin 340 kilometrin etäisyys Helsingistä, mikä ei ehkä ole riittävän pitkä korostaakseen tarpeeksi junakuljetuksen kustannustehokkuutta ja muita etuja rekalla kuljettamiseen verrattuna. Seinäjoki–Helsinki-väli on niin lyhyt, että vajaata volyymia ei todennäköisesti voi tai kannata paikata täydentämällä junia toisesta kuljetusreitille jäävästä terminaalista. Tuplasti pidemmällä Oulu–Helsinki-yhteysvälillä tämä onnistuisi – aikataulujen niin salliessa – luontevasti juuri Seinäjoella.

Seinäjoki–Helsinki-yhteys voisi siis olla ainakin alkuvaiheessa haastava, joten moni näki realistisempana vaihtoehdon, missä Seinäjoki toimisi Oulu–Helsinki-reitin pysähdyspaikkana. Tällöin junaa täydennettäisiin Seinäjoelta sen keräilyalueelta tulevilla tuotteilla. Näin yhdistetyt kuljetukset voisi käynnistää pienemmillä volyymeilla ja tiheämmällä, mahdollisesti jopa päivittäisellä yhteydellä, mihin Seinäjoen volyymit eivät kenties yksin riittäisi. Epävarmuustekijöitä ja haasteita olisivat tällöin aikataulujen yhteensovittaminen (Oulun tarpeet ja isommat volyymit määrittävät) sekä ahtaampi aikaikkuna lastaamiselle varsinkin silloin, jos junassa on jo kyydissä aikakriittisiä tuotteita. Suurin epävarmuustekijä on luonnollisesti se, että vaikka Oulu–Helsinki-yhteyden käynnistämistä uudelleen on tutkittu viime vuosina useaan otteeseen, ei yhteyttä ole vielä tällä hetkellä olemassa, joten sen varaan ei voi rakentaa mitään. Toisaalta tämä antaisi mahdollisuuden suunnitella

konsepti yhdessä Oulun toimijoiden kanssa alusta alkaen sellaiseksi, että se täyttää molempien tarpeet. Suunnitelmat Oulu–Helsinki-välillä vaikuttavat Seinäjokeen myös sitä kautta, että yhdistettyihin kuljetuksiin käyttökelpoinen vaunukalusto ei tällä hetkellä riittäisi siihen, että molempia yhteyksiä ryhdyttäisiin ajamaan samoina päivinä omilla junillaan.

7.1.6 Terminaali tarvitaan

Seinäjoella ei ole tällä hetkellä kuormauspaikkaa. Luonnollinen paikka lastaamiselle ja raideliikenneterminaalille olisi Roveksen koko ajan vaiheittain rakentuvalla logistiikka-alueella, jonne sellaista on suunniteltu ainakin viidentoista vuoden ajan. Aiemmissa selvityksissä (mm. Pöyskö & Harvio, 2010; SEEK & Etelä-Pohjanmaan liitto, 2012; Aarnikko ja muut, 2015) yritykset ovat toivoneet alueelle nimenomaan yhdistetyt juna-/autokuljetukset mahdollistavaa kuormauspaikkaa tai terminaalia. Samaisissa selvityksissä on kerätty myös paljon tietoa siitä, millaisia palveluita yritykset alueelle ja raideliikenneterminaaliin tarvitsisivat, ja millä ehdoilla he ovat kiinnostuneita näitä palveluita käyttämään. Tähän selvitykseen haastatellut eivät pitäneet terminaalipalveluita tärkeinä ainakaan alkuvaiheessa, jatkossa kokemusten kertyessä ja yhdistettyjen kuljetusten jo vakiinnuttua ja osoitettua kilpailukykynsä ja toimivuutensa, konseptia voi ja kannattaa luonnollisesti myös jatkokehittää palveluidenkin osalta. Sen sijaan tärkeintä olisi saada kuljetukset alkuun pienillä alkuinvestoinneilla, mahdollisimman tehokkaasti jo olemassa olevaa infrastruktuuria ja kalustoa hyödyntäen. Alussa riittäisi siis pelkkä säilytysmahdollisuudella varustettu lastauspaikka, josta kontit, trailerit ja yhdistelmät saataisiin nostettua tai ajettua junaan ja tietysti myös purettua sieltä pois. Näin konseptin toimivuutta päästäisiin testaamaan pienemmällä riskillä ja matalammalla kynnyksellä.

Asema reitillä vaikuttaa myös kuormauspaikan infrastruktuuriin, ja Seinäjoen toimiessa pidemmän reitin välietappina vaatimukset kuormauksen sujuvuutta ja sen myötä infrastruktuuria kohtaan kasvavat. Kuormaus on tässä tapauksessa mahdollista hoitaa kahdella tavalla: siten että tyhjät vaunut lastataan jo valmiiksi, ja liitetään sitten junan jatkoksi tai siten, että junassa on jo – esimerkiksi sujuvan kalustokierron takaamiseksi – tyhjät vaunut mukana. Lastaaminen on mahdollista joko nostamalla (kontit ja nostokelpoiset trailerit) tai ajamalla (yhdistelmät vetureineen tai irtoperävaunut esimerkiksi vetomestarin avulla). Ajamalla lastaaminen tapahtuu joko sivusta laiturilta tai päädystä ramppien avulla, ja käytännössä sujuva ajamalla lastaaminen vaatisi lastauslaiturin ainakin toiselle puolelle raidetta. Hidastavien, työvoimaa vaativien ja siten kustannuksia nostavien vaihto- ja siirtotöiden eliminoimiseksi ja sujuvan liikenteen turvaamiseksi sekä pohjoiseen että etelään käyttökelpoisin ratkaisu olisi läpiajettava kuormauspaikka. Tätä ratkaisua tukisi vielä osaltaan Roveksen alueelle suunniteltu, tennismailan muotoinen lenkki, jossa junat voisivat käydä kääntymässä. Lastausta suunniteltaessa täytyy huomioida myös se että, jos

aiotaan lastata tai purkaa nostamalla, ei rata voi sillä kohtaa olla sähköistetty ainakaan ajolankojen kautta. Toisaalta sähköistyksen puute ei muodostu ongelmaksi, jos yhdistetyissä kuljetuksissa käytetään Sr3-sarjan vetureita. Ne ovat varustettu niin sanotulla last mile -ominaisuudella, joka mahdollistaa lyhyiden matkojen liikennöinnin myös sähköistämättömillä rataosuuksilla.

Edellisessä yhdistettyjen kuljetusten edellytyksiä Seinäjoella selvittävässä raportissa (Pöyskö & Harvio, 2010) kuvattiin yksityiskohtaisesti liikennöinti suunnitellulle terminaalille ja sieltä pois sekä etelästä että pohjoisesta tultaessa. Tässä mallissa terminaali sijaitsee Haapamäen radan kupeessa (ks. luku 2.5.1, Kuvio 8). Terminaali ei ole läpiajettava ja sen raiteisto on selvityksessä mitoitettu mahdollisimman tehokkaaksi: kuormauspaikalla on kaksi käyttöpituudeltaan 750-metristä kuormausraidetta, joista toisella kuormataan ajoneuvoyhdistelmät ajoluiskan kautta ja toisella irtoperävaunut laiturin kautta. Kuormausraiteiden välissä on 30 metriä leveä ja 200 metriä pitkä laituri irtoperävaunujen kuormausta varten. Terminaalin raideyhteyksien alustavaksi kustannusarvioksi arvioitiin tuolloin noin 6,7 miljoonaa euroa, jonka päälle tulisi vielä infrastruktuurikustannuksia sekä mahdollisesti tarvittava pääraiteen perusparannus, jonka kustannusarvio oli noin 900 000 euroa. Seinäjoki–Helsinki-junan kuormaus veisi samaisen selvityksen mukaan 2–3 tuntia ja Helsinki–Seinäjoki-junan purku 1–2 tuntia. Valmiiksi kuormattujen vaunujen liittämisen Seinäjoella Oulu–Helsinki-junaan arvioitiin vievän noin 30–45 minuuttia, mutta tätä optiota ei pidetty mahdollisena asiakkaiden aikatauluvaatimusten vuoksi. Näin ollen selvitys keskittyi Seinäjoki–Helsinki-yhteyden konkretisoimiseen. (Pöyskö & Harvio, 2010)

7.1.7 Kuka toimintaa pyörittää?

Rautatieoperaattorilla on yhdistettyjen kuljetusten toteutumisessa ja toteuttamisessa merkittävä rooli, sillä heillä on hallussaan rautatiekuljetuksiin tarvittavaa kalustoa sekä mahdollisuus hyödyntää ratakapasiteettia. Heidän palveluksiaan tarvitaan siis ainakin vedon järjestämisessä. Rautatieoperaattoreista VR:llä on kokemusta yhdistettyjen kuljetusten toteuttamisesta ja tarvittava kalusto, mutta ei välttämättä mielenkiintoa ajatella asioita uusiksi ja toimia toisin kuin ennen; kehittää yhdistettyjä kuljetuksia, niiden asemaa tai yhdistetyille kuljetuksille räätälöityjä palvelu-, toiminta- ja hinnoittelumalleja. Tällöin rautatiekuljetusten käyttäjiksi voitaisiin saada uusia asiakkaita ja heidän tuotteitaan. Aiemmin VR on profiloitunut nimenomaan raskaan tavaran ja puun kuljettamiseen ja ylipäätään vastaamaan teollisuuden tarpeisiin, eikä yhdistetyt kuljetukset ole olleet yhtiön prioriteettilistalla korkealla. Tämä on sikäli ymmärrettävää, että VR on voinut nähdä yhdistetyt kuljetukset ja niiden kehittämisen kilpailijana muun muassa omille kumipyöräkuljetuksilleen, tai olevan ristiriidassa tämänhetkisten asiakkaidensa intressien kanssa.

Yhdistetyille kuljetuksille ja yleisemmin uudentyyppisille rautatiekuljetusten toiminta- ja palvelumalleille ennustettiin haastatteluissa olevan kysyntää, mutta kuka vastaisi esimerkiksi terminaalitoiminnoista sekä palvelun myymisestä? Useimmin ratkaisuna nähtiin ”paikallinen logistiikkayritys”: tarvittavat resurssit ja tietotaidon omaava, paikalliset asiakkaat, sidosryhmät ja olosuhteet tunteva toimija, joka hallitsee palvelun myynnin asiakkaille, osaa neuvotella tarvittavat sopimukset esimerkiksi VR:n kanssa, järjestää käyttöön oikeanlaisen kaluston, hoitaa terminaalitoiminnot sekä tarvittavat noudot ja toimitukset ja hallitsee myös vaadittavan byrokratian. Tällainen yhden luukun periaatteella toimiva palvelu on asiakkaan näkökulmasta (kustannus-)tehokas ja houkutteleva: haastatteluissakin tuli ilmi, että monessa asiassa pelätään useamman toimijan olevan synonyymi lisäkustannuksille, sillä jokainen prosessiin osallistuja haluaa tehdä osuudellaan voittoa. Tässä tapauksessa rautatieoperaattorin vastuulle jäisi pelkkä veto.

7.1.8 Kuinka päästä liikkeelle?

Kuten todettua, että tällä hetkellä yhdistettyjen kuljetusten kehittäminen ja edistäminen ei varsinaisesti kuulu kenellekään. Tämä on yksi keskeisistä syistä sille, että toiminta ei ole alkanut uudelleen, ei Etelä-Pohjanmaalla eikä muuallakaan Suomessa. Asian eteen on tehty Etelä-Pohjanmaallakin paljon töitä, mutta liikkeellepanevaa voimaa, sellaista sisältä- tai ulkopäin tulevaa tekijää, joka kannustaisi tai pakottaisi käärimään hihat, ei ole ollut. Tällainen kuljetusmuotosiirtymää maanteiltä rautateille vauhdittava sysäys voisi tulla esimerkiksi Euroopan unionilta, kansallisesta ohjauksesta tai yhteiskunnan tarjoamista kannustimista. Mainittu vetoapu ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että jatkuvuuden ja kilpailukyvyn turvaamiseksi yhdistettyjen kuljetusten on oltava toimivia, luotettavia ja liiketaloudellisesti kannattavia.

Toinen hidastava tekijä on ollut se, että vastuun ja sen myötä riskit ottavaa ja jakavaa tahoa tai koalitiota ei ole vielä löytynyt. Toiminnan suunnittelu, organisointi ja varsinkin käynnistäminen vaatisi paikallisilta toimijoilta halua ja kykyä yhteistyöhön sekä yhteisen tahtotilan edistää asiaa ja yhdistää kuljetuksia, sekä tietenkin myös sitoutumista ja investointihalukkuutta. Keskusteltuja on käyty ja uusia yhteistyömuotoja pohdittu, mutta epävarmuus ja riskit on kenties nähty synergiaetuja suuremmiksi. Kyse voi myös olla toimintakulttuurista, missä on totuttu tekemään asioita itse. Yhteistyön osalta taas pelätään muiden osapuolten vapaamatkustajuutta tai sitä, että yhteistyö antaa kilpailuetua muille ja vastaavasti heikentää omia mahdollisuuksia.

Molempien hidastavien tekijöiden yhteydessä näkyy myös se, että terminaalia tai käyttöönotettavissa olevaa lastauspaikkaa ei tällä hetkellä ole, eli yksi yhdistettyjen kuljetusten tärkeä toimintaedellytys puuttuu. Avoimia kysymyksiä oli muutenkin vielä paljon ja yksityiskohtaisempia selvityksiä tarvitaan esimerkiksi siihen, että voidaan laskea palvelulle realistinen hinta, jotta nähdään, kuinka houkutteleva ja kilpailukykyinen siitä tulisi. Toisin

sanoen konsepti, sen yksityiskohdat ja vaaditut investoinnit esimerkiksi kalustoon ja infrastruktuuriin pitää luonnostella suhteellisen pitkälle, että nähtäisiin millä hinnalla palvelua pystytään myymään.

7.1.9 Miksi yhdistetyt kuljetukset eivät varsinaisesti kuulu kenellekään?

Lukuisista yhdistettyjä kuljetuksia ja niiden toteuttamista koskevista selvityksistä huolimatta konkreettinen edistyminen ja tulokset antavat vielä odottaa itseään. Tilannetta voidaan havainnollistaa vertaamalla yhdistettyjen kuljetusten konseptia palapeliin. Tavallisesti palapelin kokoaminen aloitetaan ensin kulmapaloista, siirrytään sitten reunan kasaamiseen ja siitä pikkuhiljaa kohti keskustaa. Yhdistettyjen kuljetuksien konseptin rakentaminen alkaa usein kulmapaloista eli perusteista, mutta siirtyy pian keskustan yksityiskohtien pariin. Tästä seuraa se, että tietyt yhdistettyjen kuljetusten peruselementit ja lainalaisuudet jäävät huomiotta. Esimerkiksi yritysten välinen yhteistyö ja tiedon jakamisen haasteet ovat usein tunnistettu yhdistettyjen kuljetusten käynnistämisen suurimmiksi esteiksi, mutta tämä näkökulma jää usein vähälle huomiolle. Konseptin rakentamisessa tulisikin huomioida koko yhdistettyjen kuljetusten prosessi, alkaen taustatekijöistä ja toiminta-edellytyksistä, ja edetä systemaattisesti vaiheittain kohti konkreettisia ratkaisuja. Näin voidaan taata, että kaikki tärkeät näkökohdat tulevat huomioiduksi ja pystytään suunnittelemaan ja luomaan toimiva ja tehokas yhdistettyjen kuljetusten konsepti.

Aineiston ja analyysin perusteella olemme paikantaneet näitä mainittuja aukkoja. Ensinnäkin on selvää, että julkisen tahon tulisi luoda tasapuoliset mahdollisuudet rautatiemarkkinoille tuloon, jotta kilpailu lisääntyisi ja markkina kehittyisi. Yhdistettyjä kuljetuksia ei tällä hetkellä Suomessa hyödynnetä, eikä toimivaa konseptia tai toimintamallia nykytarpeisiin ole valmiina. Yrityksillä ja niiden asiakkailla on kaikilla omat yksilölliset tarpeensa, intressinsä ja resurssinsa. Tämä tarkoittaa, että ei ole yhtä oikeaa tapaa tarjota palveluita tai tuotteita, vaan yritysten ja asiakkaiden ja muiden yhdistettyjen kuljetusten toimijoiden on tehtävä yhteistyötä kaikkien kannalta sopivien ratkaisujen löytämiseksi. Konsensus on siitä, että yhdistettyjen kuljetusten kannalta tärkeitä ovat tasaiset kuljetusmäärät, mutta toisaalta konseptin pitää kestää myös volyymien vaihtelua. Avainasemassa volyymien turvaamisessa ja kustannusten vähentämisessä koko kuljetusketjussa on yhteistyön tehostaminen. Yhdistettyjen kuljetusten laiteinvestoinnit ovat niin suuria, että kaluston käyttöasteen tulee olla riittävän korkea, jotta toiminta olisi kannattavaa. Uusissa kehittyvissä kuljetuskäytävissä palvelujen käynnistäminen on usein haastavaa, joten liiketoimintamallin muotoilu on tärkeää. Jonkun on otettava vastuulleen liiketoiminnan johtaminen, mutta tämä ei ole itsestään selvää, kun huomioidaan vallitsevat käytännöt.

Julkinen sektori pyrkii yleisellä tasolla edistämään aktiivisesti yritysten siirtymistä kestävämpiin toimintamalleihin muun muassa verottamalla rankemmin fossiilisia polttoaineita. Tästä huolimatta monet yritykset kokevat kannustimet puutteellisiksi. Yhdistetyt

kuljetukset nähdään Suomessa usein logistiikkayritysten huolena. Haastatteluista kuitenkin ilmenee, että logistiikkayrityksetkin olisivat valmiita siirtymään intermodaalisiin vaihtoehtoihin, jos sellaisia olisi tarjolla. Toisin sanoen yritykset odottavat, että kyseistä palvelua voitaisiin ostaa joltakin, eivätkä niinkään ajattele sitä osana omaa liiketoimintaansa. Yhdistetyt kuljetukset kokonaisuudessaan muodostavat näin ollen uuden liiketoiminnan, mikä tekee siitä hyödyllisen toiminnan vain niille, jotka tavoittelevat sitä liiketoiminnallisena vaihtoehtona. Muille se näyttäytyy pelkästään ostettavana palveluna.

Yhdistettyjen kuljetusten konseptissa asiakkaita olisivat siis sekä loppuasiakkaat että muut kuljetusyritykset. Palvelu koostuu monista eri toiminnoista, kuten esimerkiksi lastauksesta, alku- ja loppupään kuljetuksista sekä raideoperoinnista, joten ketju muodostuu loppuasiakkaan näkökulmasta helposti monimutkaiseksi. Toiminnan tulisi siksi perustua yhden luukun periaatteeseen. Palvelua ostavan kuljetusyrityksen näkökulmasta yhdistetyissä kuljetuksissa on vain enemmän välikäsiä, jotka nostavat palvelun hintaa. Yhdistettyjen kuljetusten palvelun tulisi tästä näkökulmasta katsottuna olla kuljetusyritykselle halvempi kuin pitkän matkan operoiminen rekalla itse. Jos taas välissä ei olisi rekkakuljetusyritystä ja loppuasiakas ostaisi palvelun suoraan yhdistettyjen kuljetusten palveluntarjoajalta, tulisi sen olla hinnaltaan ja laadultaan kilpailukykyinen substituuttiensa kanssa. Toisin sanoen vertikaalisen yhteistyön merkitys korostuu erityisesti yhdistetyissä kuljetuksissa, sillä muiden kuljetusyritysten näkökulmasta yhdistettyjen kuljetusten tarjoaja on niille suora kilpailija.

Rautatieoperaattorit ovat keskeisessä asemassa yhdistettyjen kuljetusten toteuttamisessa ja kehittämisessä. Suomessa potentiaalisia operaattoreita on kuitenkin vähän. VR:llä on kokemusta yhdistettyjen kuljetusten toteuttamisesta, mutta se ei välttämättä ole kiinnostunut ottamaan niitä palveluvalikoimaansa ja kehittämään toimintamallia mahdollisimman tehokkaaksi ja kilpailukykyiseksi. VR saattaa nähdä yhdistetyt kuljetukset kilpailijana omille kumipyöräkuljetuksilleen tai kokea yhdistettyjen kuljetusten edistämisen, esimerkiksi niiden priorisoinnin raiteilla, olevan ristiriidassa nykyisten asiakkaidensa tarpeiden kanssa. Muita jo olemassa olevia vaihtoehtoisia operaattoreita ovat Fenniarail tai North Rail Holding (ent. Operail), joiden pieni kalustokapasiteetti rajoittaa kuitenkin merkittävästi toiminnan käynnistämistä ja potentiaalista laajentumista. Täysin uuden operaattorin perustaminen ei sekään ole täysin mutkatonta raskaiden lupaprosessien vuoksi (ks. luku Rautatiemarkkinat). Jos yhdistettyjä kuljetuksia halutaan edistää Suomessa, tarvitaan uudenlaisia operaattoreita, jotka ovat kiinnostuneita kehittämään yhdistettyjä kuljetuksia sekä tarjoamaan räätälöityjä palveluja ja toimintamalleja. Uusien operaattorien markkinoilletulo on siten tärkeää kilpailullisen markkinan muodostumisen kannalta.

Asetelmaa voi havainnollistaa soveltamalla sinisen ja punaisen meren teoriaa (Kim & Mauborgne, 2005), jossa meret kuvaavat yritysmaailman markkinatilanteita. Punaisella merellä viitataan nykyisiin markkinoihin, jossa kilpailu on intensiivistä. Punaisen meren

markkinat ovat täynnä kilpailevia yrityksiä, jotka kamppailevat samoista asiakkaista ja pyrkivät saavuttamaan kilpailuedun hinnan, laadun, brändin tunnettuuden tai muun erottuvuuden kautta. Tällainen kilpailu johtaa usein hintasotaan ja alhaisiin voittomarginaaleihin. Punaisessa meressä yritykset pyrkivät taistelemaan osuuksista jo olemassa olevilla markkinoilla.

Sininen meri puolestaan viittaa tilanteeseen, jossa kilpailua ei vielä ole. Se siis kuvaa uusia, kilpailuttomia markkinoita tai markkinarakoja, joita ei ole vielä hyödynnetty. Sinisessä meressä yritykset pyrkivät luomaan uutta kysyntää innovatiivisilla tuotteilla tai palveluilla, jotka eroavat merkittävästi olemassa olevista vaihtoehdoista. Siten ne pyrkivät luomaan kilpailuetua samalla kun laajentavat markkinoitaan. Ne kilpailevat edelleen samoista asiakkaista punaisen meren yritysten kanssa ja hankkivat uutta asiakaskuntaa, mutta eivät osallistu hintasotaan punaisen meren kilpailijoiden kanssa. Tavoitteena on löytää ainutlaatuisia ja arvon luomista mahdollistavia tekijöitä, jotka erottavat yrityksen kilpailijoista ja houkuttelevat uusia asiakkaita.

Vallitsevia kuljetusmarkkinoita voi verrata punaiseen mereen. Kuljetusmarkkinat ovat erittäin kilpailtuja, ja siksi substituuteilla on paljon markkinavoimaa. Yritykset voivat joko muuttaa olemassa olevia punaisen meren markkinoita sinisen meren markkinoiksi tai siirtyä suoraan uusille markkinoille, jotka ovat tähän asti olleet käyttämättömiä. Eri kuljetusmuotojen yhdistäminen muodostaa Suomen tapauksessa sinisen meren kilpailutilanteen, sillä toimijaa tällä sektorilla ei vielä ole. Yhdistettyjen kuljetusten tulisi löytää sellaisia asiakkaita, joille rekkakuljetukset ovat huono substituutti (esim. vienti, tuonti, kontit, bulk tai pitkän matkan kuljetukset). Yhdistettyjen kuljetusten yksikkökustannukset ovat käänteen verrannolliset kuljetusetäisyyteen ja kuljetettavaan massaan, joten potentiaalisin markkinarako on raskailla ja pitkän matkan kuljetuksilla. Yrityksiä tulisikin kannustaa suuntaamaan huomionsa punaisen meren sijaan sinisen meren löytämiseen, missä kilpailuetu tuotetaan pelkän hinnan sijaan myös lisäarvon kautta. Näin yhdistetyt kuljetukset voisivat saada kestävää kilpailuetua ja välttää intensiivisen kilpailun mukanaan tuomat haitat.

Kuljetusmarkkinoiden tilanne Suomessa ei ole kuitenkaan yhdistettyjen kuljetusten kannalta täysin mutkaton. Haastatteluista välittyi, että kuljetusmuotoa valittaessa hinta on usein tärkein valintakriteeri, eikä ympäristöystävällisyydestä olla valmiita maksamaan ylimääräistä. Tämä hankaloittaa yhdistettyjen kuljetusten strategiaprofiilin luomista, eikä yhdistettyjen kuljetusten lähestyminen sinisen meren strategian kautta ole vallitsevilla markkinoilla vaihtoehto. Yhdistettyjen kuljetusten on siten kilpailtava punaisella merellä, missä hinnalla on merkittävä rooli kilpailuedun saavuttamisessa. Tällä hetkellä ei siis riitä, että yhdistetyt kuljetukset ovat saman hintaisia kuin substituuttinsa, vaan niiden tulisi olla halvempia.

7.2 Markkinoilletulon esteet

7.2.1 Monopolistinen markkina

VR:llä on monopoliasema Suomen rautatiemarkkinoilla. Tämä vääristää markkinatilannetta ja hankaloittaa näin ollen yhdistettyjen kuljetusten pilottihankkeiden toteuttamista. Koska markkinoilletulo on hidas prosessi, voi markkinoilla jo toimiva yritys reagoida markkinoilletulopyrkimykseen esimerkiksi laskemalla hintojaan, ja näin strategisesti pyrkiä estämään uuden toimijan tulon markkinoille. Toisaalta monopoliasemassa olevalla yrityksellä on mahdollisuus korottaa hintojaan yli markkinahinnan, koska kilpailua ei ole. Tämän kaltainen epäsymmetrinen markkinatilanne voi johtaa hintatasoon, joka ei ole kilpailukykyinen.

7.2.2 Infrastruktuuri

Raidekapasiteetin puute, raiteiden huono kunto ja poikkeava raideleveys rajoittavat rahtiliikenteen siirtymistä raiteille. Tärkeiden rataosuuksien nykyiset puutteet, esimerkiksi yksiraiteiset osuudet ja paikoin huono kunto, aiheuttavat junaliikenteeseen ruuhkia, ohitustarpeita ja häiriöherkkyyttä, sekä näiden myötä aikatauluhaasteita. Viivytykset ja myöhästymiset kertautuvat helposti koko Suomen rataverkolla. Poikkeuksellisen raideleveyden vuoksi Suomen rautatiemarkkinat eivät ole kovin houkutteleva vaihtoehto kansainvälisille toimijoille.

Terminaalit tai kuivasatamat ovat keskeinen osa yhdistettyjen kuljetusten infrastruktuuria, ja erityisesti terminaalitiheys on tärkeä yhdistettyjen kuljetusten kilpailukykytekijä. Suuri merkitys on tulevaisuudessa myös sillä, missä kulkee julkisen rahoituksen raja. Markkinoiden kehitykseen tulee vaikuttamaan merkittävästi se, lasketaanko esimerkiksi terminaalit operaattorin vai julkisen rahoituksen piiriin. Toimivan kilpailuympäristön kannalta on tärkeää, että terminaalien ja muiden oheispalveluiden omistus on neutraalilla toimijalla. Vielä nykyäänkin VR:llä on merkittävä rooli oheispalvelujen tarjoajana ja kiinteistöjen, kuten terminaalien, omistajana. Asetelma on tasapuolisen kilpailun kannalta ongelmallinen. Uusien terminaalien omistus tulisi kohdistua sellaiselle tahoille, että niiden toiminnan kontrolloiminen olisi mahdollista, kuten esimerkiksi kunnille ja valtiolle. Terminaalien kontrolloimisella voidaan edesauttaa tasapuolisen kilpailun syntymistä ja näin poistaa markkinoilletulon esteitä (ks. luku 2.8.4.). Julkisen omistuksen avulla voitaisiin siis varmistaa tarvittavien investointien teko ja muutenkin edistää rautatiekuljetusten ja yhdistettyjen kuljetusten kilpailukykyä.

7.2.3 Hallinnollinen ulottuvuus

Hallinnollinen markkinoilletuloprosessi näyttäytyy uudelle toimijalle monimutkaisena. Raidemarkkinoille tulo kestää lupaprosesseineen minimissään noin vuoden, jonka aikana yrityksellä on jo oltava tieto käytössä olevasta kalustosta sekä toiminnan vaatiman ratakapasiteetin ja palveluiden käytöstä. Lisäksi ratakapasiteetin haku on tehtävä viimeistään kahdeksan kuukautta ennen toiminnan aloittamista. Toisin sanoen operaattorin on tiedettävä kysyntänsä lähes vuosi etukäteen, mikä voi olla haastavaa etenkin aloittelevalle operaattorille. Tämän seurauksena operaattorit haluavat varmistaa etukäteen asiakkaiden sitoutumisen palvelun käyttöön, mikä ei taas ole mielekästä hektisillä markkinoilla toimiville kuljetusyrityksille ja muille loppuasiakkaille. Henkilöliikenne priorisoidaan lainsäädännön turvin tavaraliikenteen edelle, mikä osaltaan hankaloittaa tarvittavan raidekapasiteetin saamista. On myös mahdollista, että samaa kapasiteetti-ikkunaa on hakenut joku muu, jolloin toivotun kapasiteetin saaminen on epävarmaa. Suomessa myös erilaiset tukijärjestelmät ovat monia muita maita heikommat, ja niiden puute on rajoittanut yhdistettyjen kuljetusten kehittymistä. Tukijärjestelmillä on kuitenkin suuri merkitys rahdin siirtämisessä teiltä raiteille.

7.2.4 Kysyntäpotentiaali

Markkinoilletulon taustalla on oletus kysyntäpotentiaalin olemassaolosta. Volyymien yhdistäminen ja kokoaminen riittävälle tasolle on yksi tärkeimmistä yhdistettyjen kuljetusten menestymisen edellytyksistä. Esimerkiksi Seinäjoelta lähtee elintarvikkeita sekä vientiin että kauppaketjujen keskusvarastoihin, ja kuljetusten aikatauluvaatimukset eroavat toisistaan merkittävästi. Volyymien yhdistäminen suoraan ei siten onnistu, mutta joustavamman aikataulun tuotteita voisi mahdollisesti yhdistää kiireellisemmän aikataulun tuotteisiin siten, että ne kulkisivat nimenomaan tiukempien aikatauluvaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi vientiin meneviin kuljetuksiin voisi yhdistää kiireettömiä elintarvikekuljetuksia ja päivittäistavaraa, ja päivittäisten elintarvikekuljetusten aikatauluihin voitaisiin puolestaan yhdistää kiireetöntä vientiin menevää tavaraa. Toisaalta, jos asiakkaat olisivat valmiita joustamaan tiukoista aikatauluvaateistaan, volyymien yhdistäminen helpottuisi. JIT-ajattelusta luopuminen tarkoittaisi yrityksille todennäköisesti kuitenkin suurempia varmuusvarastoja eli sitoutuneen pääoman osuuden kasvattamista. Toisaalta, varmuusvarastojen kasvattaminen antaisi paremman kontrollin toimitusketjusta ja kasvattaisi näin resilienssiä.

Joidenkin yritysten kohdalla yhdistettyjen kuljetusten käyttäminen tarkoittaisi sitä, että toimitusketjun hallinta ei olisi enää kokonaan omissa käsissä. Toimitusketjun kokonaisvaltainen hallinta ja resilienssi ovat nousseet tärkeiksi teemoiksi koronan ja Ukrainan sodan aiheuttamien shokkien myötä. Tämän seurauksena yritykset voidaan sijoittaa

koordinaatistoon, jonka akseleita ovat individualismi ja epävarmuuden välttäminen. Yritysten tulee siis pystyä varmistumaan etukäteen palvelun luotettavuudesta ja hinnasta.

Poikkeuksellinen raideleveys muuhun Eurooppaan verrattuna nostaa kalustoinvestoinnin kustannuksia ja vähentää siten läntisen yhdysliikenteen houkuttelevuutta. Yhteensopimattoman infrastruktuurin ja Itämeren vuoksi Suomi on kuin muusta Euroopasta irrallinen saari. Näillä tekijöillä on rajoittava vaikutus Suomen markkinoiden kokoon ja asiakkaiden määrään. Pieni markkina-alue vaikuttaa sekä toimijoiden että asiakkaiden määrään, mikä taas vaikuttaa kaluston valmistajien ja vuokraajien määrään kansallisilla markkinoilla

7.2.5 Tuotantopanosten hankinta

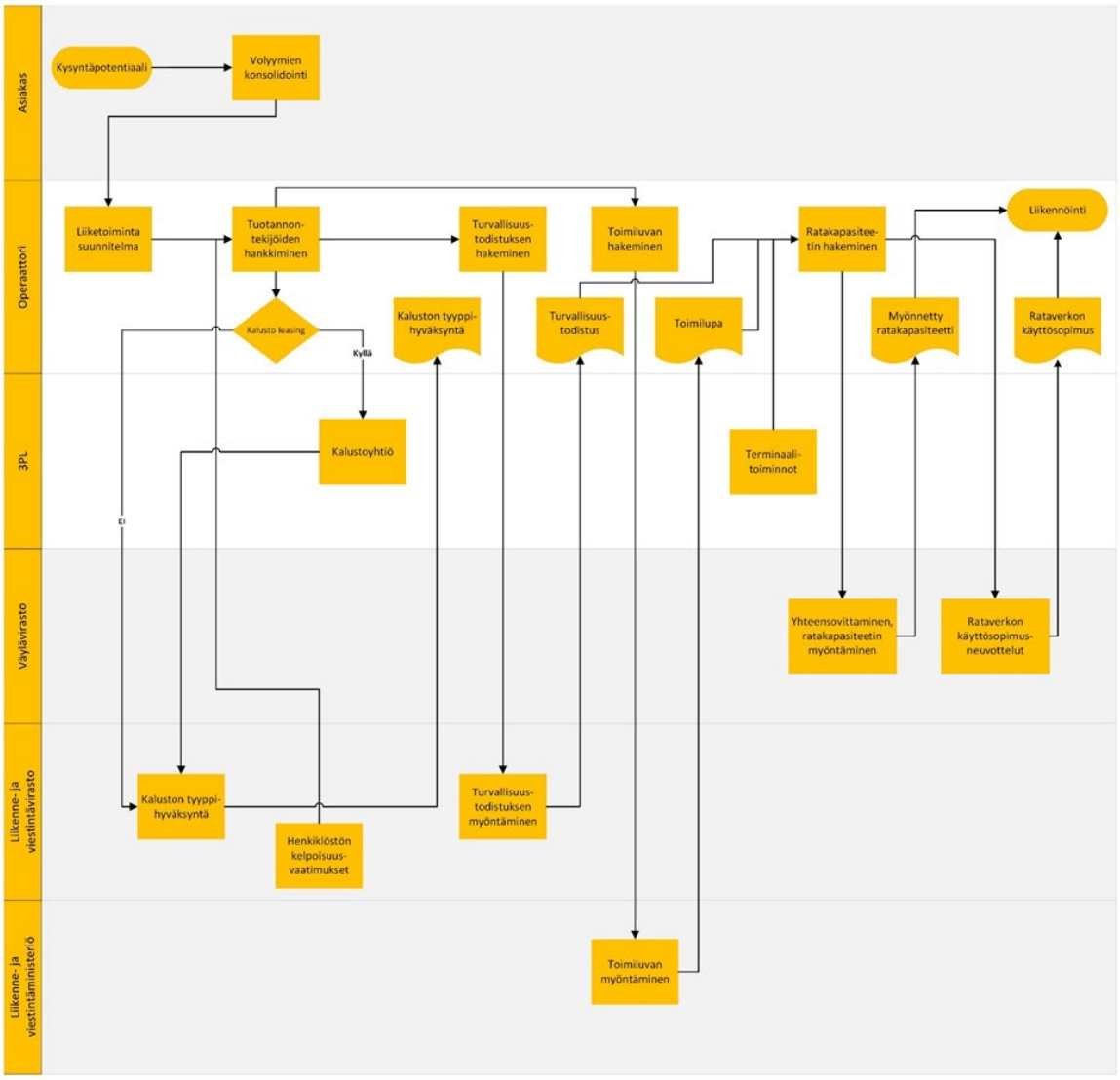
Markkinoilletulon ja kilpailun esteenä voidaan nähdä myös Suomeen vaadittavan kaluston kalleus. Suomen poikkeavan raideleveyden vuoksi käytetyn kaluston jälleenmyyntimarkkinat ovat käytännössä olemattomat. Tämän seurauksena kalusto pitää joko ostaa uutena Euroopasta ja tyyppihyväksyttää Suomeen tai valmistaa itse. Jälkimarkkinoiden puuttuminen tarkoittaa myös suuria uponneita kustannuksia, koska ostettua kalustoa ei voida käytännössä myydä eteenpäin. Tämä saattaa vähentää markkinoiden vetovoimaa ja markkinoilletulomahdollisuuksia erityisesti pienempien toimijoiden kohdalla. Kilpailukykyisen palvelun rakentaminen voi olla – arvioituihin kuljetusvolyymeihin nähden – uudelle toimijalle liian suuri investointi, erityisesti kaluston hankintakustannusten vuoksi. Myös tarvittavien taitojen ja pätevyyden omaavien henkilöiden rekrytointi nähdään esteenä Suomen markkinoilla.

7.2.6 Yhteenveto

Yhdistettyjen kuljetusten markkinoilletulon esteet ovat huomattavia ja painottuvat rautatiemarkkinoille. Rautatiemarkkinat muodostavat merkittävän osan yhdistetyistä kuljetuksista, ja markkinoita hallitseva VR pystyy reagoimaan muuttuvassa markkinatilanteessa siten, että se voi säilyttää markkina-asemansa. Lisäksi Suomen rautateiden tavaraliikennemarkkinat ovat poikkeavasta raideleveydestä ja markkinoiden suhteellisen pienestä koosta johtuen rajatut, mikä vähentää markkinoilletulon houkuttelevuutta. Vallitsevan kilpailuasetelman muuttaminen sekä markkinoilletulon esteiden purkaminen vaatii aktiivisempaa otetta viranomaisilta ja lainsäädännöltä. Viranomaisten tulisi luoda kilpailunedellytykset sellaisiksi, että byrokraattisiksi koettu markkinoilletulo ja rautatieliikenteen harjoittaminen on mahdollista. Kaluston saatavuutta tulisi edistää, jotta markkinoilletulon esteitä pystyttäisiin madaltamaan. Yksi keino tähän on kaluston leasing-yhtiöt, mikä takaisi tasapuolisen ja hyvän kaluston saatavuuden pienentäen siten markkinoilletuloon tarvittavia investointeja ja riskejä.

Suomessa rautatieoperaattoreita on vain muutama, joten potentiaaliset yhdistettyjen kuljetusten operaattorit ovat tällä hetkellä harvassa. Lisäksi VR:n monopolistinen asema rautatiemarkkinoille tekee asetelmasta haastavan. Nykyisistä rautatieoperaattoreista yhdistettyjä kuljetuksia voisi operoida Fenniarail tai North Rail Holding (ent. Operail). Yhtiöiden pieni kalustokapasiteetti rajoittaa kuitenkin toiminnan käynnistämistä ja mahdollista laajentumista. Jo olemassa olevalla rautatieoperaattorilla on merkittävä kilpailullinen etu verrattuna täysin uutteen operaattoriin, sillä se on jo valmiiksi selättänyt rautatieoperoinnin aloittamiseen liittyvän byrokraattisen vaiheen.

Täysin uuden operaattorin perustaminen on monimutkainen prosessi. Kuvio 55 pyrkii kuvastamaan täysin nollasta aloittavan yhdistettyjen kuljetusten operaattorin toiminnan perustamisen vaiheita. Jos yhdistettyjä kuljetuksia halutaan edistää Suomessa, tarvitaan nykyisten operaattoreiden rinnalle sellaisia operaattoreita, jotka ovat kiinnostuneita kehittämään nimenomaan yhdistettyjä kuljetuksia sekä tarjoamaan uudentyyppisiä toiminta- ja hinnoittelumalleja sekä aiempaa monipuolisempia ja yksilöllisemmin räätälöityjä palvelumalleja. Uusien operaattorien markkinoilletulo on tärkeää juuri kilpailullisen markkinan muodostumisen kannalta.



Kuvio 55 Yhdistettyjen kuljetusten markkinoilletulo.

7.3 Keinoja yhdistettyjen kuljetusten käynnistämiseen

Suomen yhdistettyjen kuljetusten markkinat ovat tällä hetkellä tyhjät, eikä runkokuljetuksia rautateitse ole tarjolla. Suomella on siis hyvä mahdollisuus valita haluttu kehityssuunta. Muista maista kerättyjen kokemusten mukaan etenkin omistajuuden keskittymisen purkaminen kuljetusketjun eri toimintojen välillä, yhdistettyjen kuljetusten tukeminen, investointien tukeminen, kilpailun edistäminen sekä kaluston saatavuus osoittautuivat merkittäviksi tekijöiksi rautatiemarkkinoiden ja yhdistettyjen kuljetusten kehittämisessä ja edistämisessä. Nämä ovat selkeitä kehityskohtia myös Suomessa.

Muista maista saatujen kokemusten perusteella omistajuuden keskittymisen purkaminen edesauttaa reilua kilpailua ja voisi helpottaa uusien toimijoiden tuloa markkinoille. Suomessa VR:n vahvaa asemaa raideoperaattorina korostaa sen merkittävä rooli oheispalveluiden tarjoajana ja esimerkiksi terminaalien omistajana. Omistajuuden keskittymisen vähentämiseksi kuljetusketjun eri toimintojen välillä kiinteistöjen omistus tulisikin kokonaan irtauttaa VR:stä neutraalille yhtiölle, samalla tavalla kuin liikenteenohjaus aikoinaan irtautettiin. Näin rautatiemarkkinoista tulisi uusille toimijoille houkuttelevampi vaihtoehto. Kuten Ruotsista ja Isosta-Britanniasta saaduista kokemuksista huomataan, raideoperaattorit eivät halunneet käyttää kilpailijoiden operoimia terminaaleja, eikä vapaa pääsy terminaaleihin toteutunut halutulla tavalla. Tällä tavoin myös VR:n vahva asema heikentyisi hieman, mikä voisi puolestaan edesauttaa kilpailun lisääntymisessä.

Terminaaleja ei kuitenkaan kannattaisi myydä yksityiselle sektorille, sillä infrastruktuurin julkinen omistus on kokemusten perusteella hyvä asia. Ruotsissa terminaalien vaatimat investoinnit jäivät yksityisomistuksessa tekemättä, mikä heikensi rautatiekuljetusten kilpailukykyä. Saman ongelman kanssa kamppaillaan myös Isossa-Britanniassa, jossa osa terminaaleista tarvitsisi investointeja. Isossa-Britanniassa pohditaankin, kuuluuko näihin tarvittaviin uudistuksiin käyttää julkista rahoitusta ja kannustaa ja tukea siirtymistä teiltä raiteille, vai tulisiko yksityisten omistajien maksaa investoinnit itse. Julkisen omistuksen avulla voitaisiin varmistaa tarvittavien investointien teko, ja edistää rautatiekuljetusten ja yhdistettyjen kuljetusten kilpailukykyä.

Kuten Ruotsissa ja Isossa-Britanniassa nähtiin, pelkästään omistuksen eriyttäminen raideoperoinnista ei välttämättä riitä, jos terminaalioperointi on yhä raideoperaattoreiden vastuulla. Tämän takia myös kuljetusketjun eri toimintojen operoinnissa tulisi välttää omistajuuden keskittymistä, sillä se vaarantaa avoimen pääsyn ja reilun kilpailun toteutumista. Omistajuuden keskittymisen purkaminen johtaa kuitenkin pirstaloituneempiin markkinoihin, missä on omat riskinsä, kuten Ruotsista saaduista kokemuksista voidaan huomata. Toisaalta kuten aiemmin todettiin, pirstaloituneet markkinat vaativat vain eri toimijoilta syvempää yhteistyötä kuten Ison-Britannian markkinat osoittavat.

Suomessa myös erilaiset tukijärjestelmät ovat muita maita heikommat, ja niiden puute on rajoittanut yhdistettyjen kuljetusten kehittymistä. Tukijärjestelmillä on suuri merkitys rahdin siirtämisessä teiltä raiteille. Rautatiemarkkinoiden tukeminen on pakollista, kuten Ison-Britannian epäonnistunut rautatiemarkkinoiden yksityistämishanke osoitti. Uuden tukijärjestelmän suuruuden arvioimiseksi täytyisi kuitenkin tietää yhdistettyjen ja maantiekuljetusten kustannuserot. Ruotsissa tukijärjestelmän vaikutuksien kannalta tärkeimpinä edellytyksinä pidettiin tukien jatkuvuutta, pitkäaikaisuutta ja ennakoitavuutta. Näiden puuttuessa Ruotsin tukijärjestelmä ei tuottanut toivottuja tuloksia. Suomen tulisi siis ottaa opiksi muiden maiden kokemuksista, jotta tehtävät uudistukset olisivat mahdollisimman tehokkaita alusta lähtien. Saksassa yhdistettyjä kuljetuksia on tuettu rahallisten

tukijärjestelmien lisäksi erilaisten lakiin perustuvien vapautuksien ja erityisoikeuksien avulla. Suomessa pitäisikin selvittää, minkälaisia lakiin perustuvia keinoja olisi mahdollista hyödyntää yhdistettyjen kuljetusten tukemiseksi.

Suomessa yhdistettyjen kuljetusten terminaaliverkosto on huomattavasti suppeampi kuin esimerkiksi Ruotsissa. Saksassa ja Isossa-Britanniassa uusien terminaalien rakentamista on tuettu merkittävästi, ja Saksassa yhdistettyjen kuljetusten terminaalimäärä on kasvanut huomattavasti. Suurin osa Saksassa olevista, ei liittovaltion omistamista yhdistettyjen kuljetusten terminaaleista onkin saanut julkista tukea, joten tukijärjestelmillä on tässäkin suhteessa merkittävä vaikutus. Terminaalien rahoitus on kuitenkin monimutkainen kokonaisuus, jossa tulee ottaa huomioon useita eri asioita. Suomeen tulisi suunnitella tavoitteellinen terminaaliverkosto, jossa otetaan huomioon potentiaalisimmat terminaalien sijainnit sekä terminaalien koko. Ruotsista saadut kokemukset osoittavat, että yhdistettyjen kuljetusten kasvua voivat rajoittaa liian suuret ja harvaan sijoitetut terminaalit. Niiden takia alun ja lopun syöttö- ja jakelukuljetukset voivat olla liian pitkiä, jolloin yhdistettyjen kuljetusten kustannustehokkuus kärsii.

Isosta-Britanniasta saatujen kokemusten perusteella toimivan leasingmarkkinan avulla mahdollistettu hyvä kaluston saatavuus auttaa markkinoilletuloesteiden vähentämisessä. Isossa-Britanniassa on myös tuettu kaluston hankintaa. Suomessa kaluston hankinta on ongelmallista poikkeavan raideleveyden takia, sillä se heikentää käytetyn kaluston hankintamahdollisuuksia muista maista. Tukijärjestelmän avulla voitaisiin kuitenkin kannustaa kalustoinvestointeihin ja vähentää markkinoilletuloesteitä pienentämällä markkinoille tuloon tarvittavia investointeja ja riskejä kaluston osalta.

Yhdistettyjen kuljetusten uudelleenaloituksesta on usein keskusteltu juuri VR:n kanssa, ja VR:n mukanaoloa yhdistetyissä kuljetuksissa pidetään ikään kuin itsestäänselvyytenä. VR:llä on yhdistettyjä kuljetuksia varten kalustoa, joka ei tosin ole täysin yhteensopivaa nykyisten kuljetusyksiköiden kanssa. Yhtiöllä on myös kokemusta yhdistettyjen kuljetusten toteuttamisesta Suomessa, mikä osaltaan puoltaa yhdistettyjen kuljetusten uudelleen käynnistämistä siten, että VR hoitaisi raideoperoinnin. Muista maista saadut kokemukset puoltavat kuitenkin uudistusten tekemistä, markkinoiden laajempaa avaamista sekä kilpailun lisäämisen edesauttamista.

7.4 Yhdistettyjen kuljetusten käynnistämisen skenaariot

Työn lopputuloksena laadittiin kaksi vaihtoehtoista skenaariota kuvaamaan yhdistettyjen kuljetusten tulevaisuuden kehityskulkua niin Etelä-Pohjanmaalla kuin kansallisella tasollakin.

Ensimmäisessä skenaariossa yhdistettyjen kuljetusten reittiverkoston ja palvelutarjonnan annetaan syntyä ja kehittyä pääsääntöisesti markkinalähtöisesti. Lähtöoletuksena on tällöin kärjistetysti se, että jos yhdistetyt kuljetukset todella on tarpeellinen, kilpailukykyinen ja kannattava konsepti, kiinnostuneita käynnistäjiä kyllä riittää, ja konsepti saadaan toimintaan esteistä huolimatta. Eräs potentiaalinen kehityskulku voisi tällöin olla sellainen, että joku rohkea toimija, jolla on uskoa tai tietoa yhdistettyjen kuljetusten kannattavuudesta, taito ja rohkeus kasata toimiva verkosto sekä resursseja ratkaista kalusto- ja infrastruktuuriongelmat, tekee investointipäätöksen ja käynnistää toiminnan. Tällöin riskinä on – kuten uuden palvelun aloittaessa muutenkin – että moni haluaa jättää riskinoton muille ja seurata aluksi vain sivusta, ja lähteä mukaan vasta sitten kun palvelun toimivuus, tässä tapauksessa esimerkiksi junien aikataulussa pysyminen, on todistettu ja muutenkin mahdolliset lastentaudit selätetty. Tällöin on todennäköistä, että palvelu pyörii aluksi vajaalla kapasiteetilla ja mahdollisesti tappiollakin, sillä käyttäjien ja volyymien löytyminen ottaa aikansa. Toiminnan aloittajan onkin syytä varautua mahdollisiin alkuvaiheen ongelmiin.

SWOT-analyysi skenaariosta 1:

- *Vahvuudet ja mahdollisuudet:* Ei vaadi erityisiä toimenpiteitä eikä investointeja. Prosessi on joustava, kevyt ja ratkaisukeskeinen – konsepti syntyy, jos se koetaan tarpeelliseksi ja kilpailukykyiseksi. Kuljetusmarkkinat kehittyvät omaehtoisesti kysynnän ja tarjonnan ohjaamina, jolloin kehittämiseen ei tarvita julkisten organisaatioiden nykyistä suurempaa panostusta. Konsepti kehittyy käyttäjien ehdoilla todellisia tarpeita vastaavaksi.

- *Heikkoudet ja uhat:* Asia ei edisty, sillä se ei kuulu kenellekään. Toiminnasta puuttuu suunnitelmallisuus ja pitkäjänteisyys. Rajoittavat tekijät ja pullonkaulat pysyvät toimintaympäristössä sekä infrastruktuurissa, joten yhdistettyjen kuljetusten toimintaedellytykset eivät kehity tai toteudu. Kuljetusmuotosiirtymä ja päästötavoitteet jäävät siten toteutumatta. Logistiikkakustannukset kohoavat tiekuljetusten kustannustason nousun ja vaihtoehtojen puuttumisen myötä.

Toisessa skenaariossa valtiolla ja julkisilla organisaatioilla on merkittävä rooli kuljetusmuotosiirtymän edistämisessä sekä yhdistettyjen kuljetusten uudelleen käynnistämisessä. Määrätietoista, pitkän tähtäimen yhteis- ja kehitystyötä tehdään niin kansallisella, maakunnallisella kuin paikallisella tasollakin. Yhdistettyjen kuljetusten käynnistämisen ja toiminnan, sekä yleisemmin rautatieliikenteen ja rautatiemarkkinoiden avautumisen ja kilpailun lisääntymisen edellytyksiä parannetaan sekä esteitä ja pullonkauloja poistetaan suunnitelmallisesti ja pitkäjänteisesti. Yksittäisen yhteyden avaamisen sijaan yhdistettyjä kuljetuksia tarkastellaan laajemmasta mittakaavasta esimerkiksi suunnittelemalla strateginen terminaaliverkosto, jota ajatellen kootaan koordinoidusti yhteen sekä toimijoita että kuljetusvolyymeja.

SWOT-analyysi skenaariosta 2:

- *Vahvuudet ja mahdollisuudet:* Vastuutahot ja työnjako ovat selvillä. Kehittämisessä on aktiivinen, määrätietoinen ja tavoitteellinen ote, ja sillä tuetaan sekä elinkeinotoimintaa että ilmastotavoitteiden toteutumista. Kuljetusmuotosiirtymän toteutuessa päästöt vähenevät, liikenneturvallisuus paranee ja kuljettajapula helpottuu. Rataverkon kapasiteetti saadaan tehokkaammin käyttöön ja samalla tieverkon kuluminen hidastuu. Logistiikkakustannukset alenevat, mikä parantaa paikallista (Etelä-Pohjanmaan yritykset) ja kansallista kilpailukykyä.

- *Heikkoudet ja uhat:* Vaatii yhteistä tahtotilaa paikallisella ja kansallisella tasolla. Kuinka yritys- ja tarvelähtöisyys toteutuu tässä mallissa? Julkista rahaa tarvitaan investointeihin ja avustuksiin sekä kehitystyön edistämiseen. Toimintaympäristön ja infrastruktuurin pullonkauloja ei saada poistettua, joten kuljetusten aito kilpailukyky ja toimintavarmuus eivät parane. Terminaali- ja infrastruktuuri-investoinnit valuvat hukkaan tai jäävät vajaakäytölle, jos toiminta ei käynnisty ollenkaan tai toivotussa mittakaavassa.

Lähdeluettelo

Aarnikko, T., Salanne, I., Lautso, J., Oksanen, E. & Seppä, I. (2015). Seinäjoen logistiikka-alue: Logistiikka-alueen aluevaraussuunnitelma. Sito. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://www.seinajoki.fi/wp-content/uploads/2020/04/Seinajoen_logistiikka-alueen-aluevaraussuunnitelma_SITO_2015.pdf

Agamez-Arias, A.-M., & Moyano-Fuentes, J. (2017). Intermodal transport in freight distribution: A literature review. Transport Reviews, 37(6), 782–807. https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1297868

Ajoneuvolaki 407/2013. Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta. Finlex. Noudettu 25.8.2023 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407

Alexandersson, G. & Hultén, S. (2008 1. maaliskuuta). The Swedish Railway Deregulation Path. Review of Network Economics, 7, 1, 18–36 Noudettu 7.5.2023 osoitteesta https://doi.org/10.2202/1446-9022.1136

Alexandersson, G. & Rigas, K. (2013, huhtikuu). Rail liberalisation in Sweden. Policy development in a European context. Research in Transportation Business & Management, 6, 88-98. Noudettu 7.5.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.12.004 [Rajattu pääsy]

Altuntaş Vural, C., Roso, V., Halldórsson, Á., Ståhle, G., & Yaruta, M. (2020). Can digitalization mitigate barriers to intermodal transport? An exploratory study. Research in Transportation Business & Management, 37, 100525. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100525

Bagwell, P. (2004). The Sad State of British Railways: The Rise and Fall of Railtrack, 1992–2002. The Journal of Transport History, 25(2), 111–124. https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.7227/TJTH.25.2.6 [Rajattu pääsy]

Bekrar, A., Ait El Cadi, A., Todosijevic, R., & Sarkis, J. (2021). Digitalizing the Closing-of-the-Loop for Supply Chains: A Transportation and Blockchain Perspective. Sustainability, 13(5), Article 5. https://doi.org/10.3390/su13052895

Bergqvist, R. & Monios, J. (2014, kesäkuu). The role of contracts in achieving effective governance of intermodal terminals. World Review of Intermodal Transportation Research, 5, 18-38. Noudettu 16.5.2023 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/262767565_The_role_of_contracts_in_achieving_effective_governance_of_intermodal_terminals

Beuthe, M., Jourquin, B., & Urbain, N. (2014). Estimating Freight Transport Price Elasticity in Multi-mode Studies: A Review and Additional Results from a Multimodal Network Model. Transport Reviews, 34(5), 626–644. https://doi.org/10.1080/01441647.2014.946459

Björk, L., & Vierth, I. (2021). Freight modal shift in Sweden: means or objective? VTI. Noudettu 15.5.2023 osoitteesta http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-17177

Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering, 33(5), 308–320. https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124

Bowman, A., Folkman, P., Froud, J., Johal, S., Law, J., Leaver, A., Moran, M., & Williams, K. (2013, 7. kesäkuuta). The Great Train Robbery: Rail Privatisation and After. Noudettu 13.5.2023 osoitteesta https://hummedia.manchester.ac.uk/institutes/cresc/sites/default/files/GTR%20Report%20final%205%20June%202013.pdf

Bundesnetzagentur. (2023, tammikuu). Railway Market Analysis 2022. Noudettu 26.4.2023 osoitteesta https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Rail/Companies/Publications/MarketAnalysis/MarketAnalysis-node.html

Buri, R. & Heinonen, M. & Kanervo, J. & Karjalainen, J. (2022). Kilpailun vaikutukset henkilöliikenteessä ja tavarajunaliikenteessä. Kilpailu- ja kuluttajavirasto. Noudettu 14.4.2023 osoitteesta https://www.kkv.fi/tutkimus-ja-vaikuttaminen/julkaisut/tutkimusraportit/kilpailun-vaikutukset-henkiloliikenteessa-ja-tavarajunaliikenteessa/

Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 97, 157–177. https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.010

Carboni, A., & Dalla Chiara, B. (2018). Range of technical-economic competitiveness of rail-road combined transport. European Transport Research Review, 10(2). https://doi.org/10.1186/s12544-018-0319-3

Climate change and a circular economy for transport. (n.d.). Retrieved 15 March 2023, from https://ellenmacarthurfoundation.org/climate-change-and-a-circular-economy-for-transport

Cowie, J. (2012, 4. tammikuuta). Rail Freight in Great Britain – has privatisation made a noticeable difference? 44th Annual Conference of the University Transport Study Group. Noudettu 11.5.2023 osoitteesta https://napier-repository.worktribe.com/output/192119/rail-freight-in-great-britain-has-privatisation-made-a-noticeable-difference

Cowie, J. (2015, maaliskuu). Does rail freight market liberalisation lead to market entry? A case study of the British privatisation experience. Research in Transportation Business & Management, 14, 4-13. Noudettu 14.5.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.10.004 [Rajattu pääsy]

Crainic, T. G., Perboli, G., & Rosano, M. (2018). Simulation of intermodal freight transportation systems: A taxonomy. European Journal of Operational Research, 270(2), 401–418. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.061

Demir, E., Hrušovský, M., Jammernegg, W., & Van Woensel, T. (2019). Green intermodal freight transportation: Bi-objective modelling and analysis. International Journal of Production Research, 57(19), 6162–6180. https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1620363

Digiradalla kohti turvallisempaa, toimintavarmempaa ja älykästä rautatieliikennettä. (2022). Traficom. Noudettu 11.8.2022, osoitteesta https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/blogit/digiradalla-kohti-turvallisempaa-toimintavarmempaa-ja-alykasta

EEA. (2022). Transport and environment report 2021 | Decarbonising road transport – the role of vehicles, fuels and transport demand. European Union. https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2021/download

Elbert, R. & Seikowsky, L. (2017, 21. tammikuuta). The influences of behavioral biases, barriers and facilitators on the willingness of forwarders' decision makers to modal shift from unimodal road freight transport to intermodal road–rail freight transport. J Bus Econ 87, 1083–1123. Noudettu 27.4.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1007/s11573-017-0847-7 [Rajattu pääsy]

Ely-Keskus. (2012, 12. huhtikuuta). Alueellinen kuljetustuki vuosina 2008–2013 Noudettu 28.5.2023 osoitteesta https://www.ely-kes-kus.fi/documents/10191/56685/Ohje+kuljetustuen+hakijoille+2008+2013.pdf/0c0185ea-7aca-449e-b3b5-2f29263f2727

Eng-Larsson, F., & Kohn, C. (2012). Modal shift for greener logistics – the shipper's perspective. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 42(1), 36–59. https://doi.org/10.1108/09600031211202463

Etelä-Pohjanmaan liitto. (2023). Elinkeinoelämä ja logistiikka. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://epliitto.fi/ljs/toimintaymparisto/elinkeinoelama-ja-logistiikka/

Euroopan Komissio (2019, 11. joulukuuta). Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Noudettu 7.3.2023 osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN

European Commission. (2021a, 14, heinäkuuta). Questions and Answers - Emissions Trading – Putting a Price on carbon. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3542

European Commission. (2022). Directorate-General for Mobility and Transport, Comparative evaluation of transhipment technologies for intermodal transport and their cost – Final report, Publications Office of the European Union. Noudettu 7.3.2023 osoitteesta https://data.europa.eu/doi/10.2832/743839

Fenniarail. (2023). Dr18-veturit. Noudettu 12.5.2023 osoitteesta https://www.fenniarail.fi/kalusto/#veturit

Fingrid. (2023). Fingrid-konsernin puolivuosikatsaus 1.1.-30.6.2023. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2023/fingrid-konsernin-puolivuosikatsaus-1.1.-30.6.2023/

Finlex. Ajoneuvoverolaki 30.12.2003/1281, 4 luku Veron palauttaminen, 34 § (4.5.2018/307). Yhdistettyjen kuljetusten tuki. Noudettu 2.6.2023 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20031281?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ajoneuvoverolaki

Finlex, R. A. (2018, December 28). FINLEX ® - Ajantasainen lainsäädäntö: Raideliikennelaki 1302/2018. Oikeusministeriö, Edita Publishing Oy. https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20181302#L4

Flodén, J. (2010, 8. huhtikuuta). A systems view of the intermodal transport system. Noudettu 6.5.2023 osoitteesta https://www.semanticscholar.org/paper/A-systems-view-of-the-intermodal-transport-system-Flod%C3%A9n/ec00336d633f339ed4d7a8c63b77c2089739719a

Flodén, J. & Woxenius, J. (2017, kesäkuu). Agility in the Swedish intermodal freight market – The effects of the withdrawal of the main provider. Noudettu 5.4.2023 osoitteesta https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221053951630116X [Rajat-tu pääsy]

Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—A literature analysis and redefinition. Thunderbird International Business Review, 60(5), 771–782. https://doi.org/10.1002/tie.21924

Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. Journal of Cleaner Production, 252, 119869. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869

Gibb, R., Lowndes, T., & Charlton, C. (1996). The privatization of British Rail. Applied Geography, 16(1), 35–51. Noudettu 11.5.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1016/0143-6228(95)00024-0 [Rajattu pääsy]

Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G., & Tadei, R. (2019). Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 129, 92–110. https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.07.009

Gupta, H., Yadav, A. K., Kusi-Sarpong, S., Khan, S. A., & Sharma, S. C. (2022). Strategies to overcome barriers to innovative digitalisation technologies for supply chain logistics resilience during pandemic. Technology in Society, 69, 101970. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101970

Harju, J. (2020, 26. huhtikuuta). Taloustutkimus ehdottaa rekkoja juniin ilmastosyistä, sama tehty jo Ruotsissa. *Helsingin Sanomat*. Noudettu 30.5.2023 osoitteesta https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000006487286.html

Hofmann, E., & Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. Computers in Industry, 89, 23–34. https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002

Holm, P. & Tyynilä, J. (2020). Yhdistettyjen kuljetusten edellytykset Helsinki – Oulu ja Turku – Oulu. Taloustutkimus. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://paarata.fi/wp-content/uploads/2020/04/Yhdistetyt-kuljetukset_tiivistelm%C3%A4.pdf

IEA-UIC. (2016). IEA-UIC Energy and CO2 Railway Handbook 2016. https://uic.org/IMG/pdf/iea-uic_railway_handbook_2016.pdf

Iikkanen, P. (2007). Rautateiden tavaraliikenteen kilpailun kohdistuminen ja vaikutusten arviointi. Ratahallintokeskus. Noudettu 23.5.2023 osoitteesta http://www.doria.fi/handle/10024/146673

Iikkanen, P. (2013). Rautatieliikenteen kustannusmallit. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 15/2013. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121463/lts_2013-15_978-952-255-283-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Iikkanen, P. & Haapala, S. (2018). Rautatieliikenteen käyttövoimat tavaraliikenteessä. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 16/2018. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/152412/lts_2018-16_978-952-317-524-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Islam, D. M. Z., Ricci, S., & Nelldal, B. L. (2016). How to make modal shift from road to rail possible in the European transport market, as aspired to in the EU Transport White Paper 2011. European Transport Research Review, 8(3). https://doi.org/10.1007/s12544-016-0204-x

Islam, D. M. Z., Zunder, T. H., & Jorna, R. (2013). Performance evaluation of an online benchmarking tool for European freight transport chains. Benchmarking: An In-ternational Journal, 20(2), 233–250. https://doi.org/10.1108/14635771311307696

Janić, M. (2017). Transport systems: Modelling, planning and evaluation (First edition.). CRC Press, Taylor & Francis Group.

Jahn, M., Schumacher, P., Wedemeier, J., & Wolf, A. (2020). Combined Transport in Europe: Scenario-based Projections of Emission Saving Potentials. (HWWI Research Paper 192). HWWI. https://www.combine-project.com/sites/default/files/content/bilder/hwwi_researchpaper_192.pdf

Junka, T. (2010, 25. maaliskuuta). Valtionyhtiöt 1975–2008. Noudettu 3.6.2023 osoitteesta https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-561-912-9

Jääskeläinen, S. (2021). Fossiilittoman liikenteen tiekartta: Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikeneen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä. Liikenne ja viestin-täministeriön julkaisuja 2021:15. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM_2021_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jäärni, C. (2022, 9.helmikuuta). Täysin Suomen oloihin tehty dieselveturi saatiin testiin Tampereelle – tällainen on nappeja myöten kuljettajien kanssa suunniteltu investointi. Yle Uutiset. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://yle.fi/a/3-12309655

Järvinen, S. (2019. 19. kesäkuuta). Uuta rekka-juna-yhteyttä suunnitellaan Turusta Ouluun. *Raskassarja*. Noudettu 20.8.2023 osoitteesta https://www.raskassarja.fi/uutta-rekka-juna-yhteytta-suunnitellaan-turusta-ouluun/

Kain, P. (1998). The Reform of Rail Transport in Great Britain. Journal of Transport Economics and Policy, 32(2), 247–266. Noudettu 16.5.2023 osoitteesta http://www.jstor.org/stable/20053768 [Rajattu pääsy]

Kim, n. s. & Wee, B. (2023). Assessment of CO2 emissions for intermodal freight transport systems and truck-only system: a case study of the western-eastern Europe corridor. Noudettu 30.5.2023 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/265280413_ASSESSMENT_OF_CO_2_EMISSIONS_FOR_INTERMODAL_FREIGHT_TRANSPORT_SYSTEMS_AND_TRUCK-ONLY_SYSTEM_A_CASE_STUDY_OF_THE_WESTERN-EASTERN_EUROPE_CORRIDOR

Kim, W.C. & Mauborgne, R. (2005). Blue Ocean Strategy: How to Create Uncontested Marketspace and Make the Competition Irrelevant. Harvard Business School Press.

Kine, H. Z., Gebresenbet, G., Tavasszy, L., & Ljungberg, D. (2022). Digitalization and Automation in Intermodal Freight Transport and Their Potential Application for Low-Income Countries. Future Transportation 2(1), 41-54.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. Journal of Cleaner Production, 253, 119942. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942

Korhonen, A., Musto, M., Björkman, J., Laine, M., Mäntynen, J., Lahtinen, T. & Isola, R. (2018). Rataverkon kokonaiskuva: Lähtökohtia ja näkökulmia. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://paarata.fi/wp-content/uploads/2019/12/Rataverkon-kokonaiskuva.pdf

Kordnejad, B. (2014). Intermodal Transport Cost Model and Intermodal Distribution in Urban Freight. Procedia, social and behavioral sciences, 125, 358–372. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1480

Kouvolan kaupunki (2023a, 13. tammikuuta) Suomen ensimmäinen kuivasatama Kouvola RRT on valmis. Noudettu 31.5.2023 osoitteesta https://www.kouvola.fi/en/home/kouvola-logistics-city/rail-and-road-terminal-kouvola-rrt/

Kouvolan kaupunki (2023b, 12. toukokuuta) Terminaalitoiminta käynnistyy Kouvola RRT:llä. Noudettu 31.5.2023 osoitteesta https://www.kouvola.fi/ajankohtaiset/terminaalitoiminta-kaynnistyy-kouvola-rrtlla/

Kyriakidis, M., Pak, K. T., & Majumdar, A. (2015, 1. tammikuuta). Railway Accidents Caused by Human Error: Historic Analysis of UK Railways, 1945 to 2012. Transportation Research Record, 2476(1), 126–136. Noudettu 1.6.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.3141/2476-17 [Rajattu pääsy]

Käppi, M., Mäkelä, T., Saarialho, A. & Salo, P. (2010). KombiSuomea rakentamassa. Yhdistettyjen kuljetusten edistäminen -hankkeen loppuraportti. YTL Yleinen. Teollisuusliitto.

Lahti, T., Wincent, J., & Parida, V. (2018). A Definition and Theoretical Review of the Circular Economy, Value Creation, and Sustainable Business Models: Where Are We Now and Where Should Research Move in the Future? Sustainability, 10(8), Article 8. https://doi.org/10.3390/su10082799

Laisi, M., Mäkitalo, M., & Hilmola, O. (2012). Stimulating competition in the liberalized railway freight market. Baltic Journal of Management, 7(1), 68–85. https://doi.org/10.1108/17465261211195865

Laroche, F., Sys, C., Vanelslander, T., & Van de Voorde, E. (2017). Imperfect competition in a network industry: The case of the European rail freight market. Transport Policy, 58, 53–61. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.04.014

Leiwo H. (2017, 30. marraskuuta). 880 miljoonaa euroa ja 335 raidekilometriä – 11 vuoden ratatyö Seinäjoen ja Oulun välillä on valmis. Yle. Noudettu 8.3.2023 osoitteesta https://yle.fi/a/3-9955370

Lehtimäki, H., Piispanen, V.-V., & Henttonen, K. (2020). Strategic Decisions Related to Circular Business Model in a Forerunner Company: Challenges Due to Path De-pendency and Lock-In. South Asian Journal of Business and Management Cases, 9(3), 402–412. https://doi.org/10.1177/2277977920957957

Lehtinen, J., & Bask, A. H. (2012). Analysis of business models for potential 3Mode transport corridor. Journal of Transport Geography, 22, 96–108. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.001

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2022, 27. tammikuuta). LVM:n ja VR:n välille 9-vuotinen ostoliikennesopimus. Noudettu 4.6.2023 osoitteesta https://lvm.fi/-/lvm-n-ja-vr-n-valille-9-vuotinen-ostoliikennesopimus-1642677

Lonka. T, Viljanen, K., Tikka, K., Haapalahti, A., Tanttu, M., Kankaanpää, L., Huhta, R, Mäntynen, J., & Lang, S. (2023). Eurooppalaisen raideleveyden käyttöönoton mahdollisuudet ja vaikutukset Suomessa. Liikenne ja viestintäministeriö. Nou-dettu 31.8.2023 osoitteesta https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/697c1f25-332b-40ed-9d61-ce3e801e051c/073c1b82-40a1-45df-93d6-3301a88b778e/RA-PORTTI_20230412070136.PDF

Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Rojas Luiz, J. V., Rojas Luiz, O., Jabbour, C. J. C., Ndubisi, N. O., Caldeira de Oliveira, J. H., & Junior, F. H. (2019). Circular economy business models and operations management. Journal of Cleaner Production, 235, 1525–1539. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.349

Lukkari, E. (2019, 14. toukokuuta). Pansioon suunnitteilla intermodal-terminaali. Osto & logistiikka. Noudettu 3.6.2023 osoitteesta https://www.ostologistiikka.fi/kategoriat/kuljetukset/pansioon-suunnitteilla-intermodal-terminaali

Lukinskiy, V. S., Pimonenko, M. M., Paajanen, M., & Shulzhenko, T. G. (2013). Development of Methodology and Tools for Comparative Assessment of Operational Efficiency of Kpi-Based Logistical Infrastructure Facilities. Transport and Telecommunication Journal, 14(3), 223–229. https://doi.org/10.2478/ttj-2013-0019

Lähde, N. (n.d.). Logistiikan digitalisaatiostrategia. Kohti tehokasta ja kestävää logistiikkaa digitalisaatiolla.

Macharis, C., Melo, S., Woxenius, J., van Lier, T., Shaw, J., Ison, S., & Vrije Universiteit Brussel Staff. (2014). Sustainable Logistics. Emerald Publishing Limited. http://ebookcentral.proquest.com/lib/tritonia-ebooks/detail.action?docID=1896280

McKinnon, A. (2010). The role of government in promoting green logistics. Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics; McKinnon, A., Cul-linane,

S., Browne, M., Whiteing, A. Kogan Page. Noudettu 9.6.2023 osoitteesta https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIK/document%20(9).pdf

MDS Transmodal. (2019, 12. helmikuuta). Understanding the UK Freight Transport System. Government Office for Science. Noudettu 19.4.2023 osoitteesta https://www.gov.uk/government/publications/future-of-mobility-the-uk-freight-transport-system

Merkert, R. (2005). The restructuring and future of the British Rail system. Working Paper. Institute of Transport Studies, University of Leeds. Noudettu 12.5.2023 osoitteesta https://eprints.whiterose.ac.uk/2288/

Minárik, M. (2021). Sustainable Transport of Goods Using Combined Transport Solutions: The Case of EU. Nase Gospodarstvo : NG, 67(2), 29–39. http://dx.doi.org/10.2478/ngoe-2021-0010

Mindur, L. (2021). COMBINED/INTERMODAL TRANSPORT - THE GLOBAL TRENDS. Transport Problems, 16(3), 65–75. https://doi.org/10.21307/tp-2021-042

Monios, J. (2012, kesäkuu). Retail logistics in the UK. Noudettu 20.4.2023. osoitteesta: https://www.researchgate.net/publication/264540833_Retail_logistics_in_the_UK#fullTextFileContent

Monios, J. (2015). Integrating intermodal transport with logistics: A case study of the UK retail sector. Transportation Planning and Technology, 38(3), 347-374. Noudettu 13.5.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1080/03081060.2015.1008798 [Rajattu pääsy]

Monios, J. (2018, tammikuu). The economics of intermodal freight transport. Noudettu 23.4.2023 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/323522289_The_economics_of_intermodal_freight_transport

Monios, J. (2019, maaliskuu). Geographies of governance in the freight transport sector: The British case. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 121, 295-308. Noudettu 14.5.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.020

Murto, R., Hilska, L., Gröhn, J., Reinikainen, J., Välke, T., Salo, P. & Pöntynen, R. (2011). Yhdistetyt kuljetukset: Julkisten organisaatioiden rooli ja vaikutusmahdollisuudet. Liikenne ja viestintäministeriö. Noudettu 31.8.20223 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78093/Julkaisuja_32-2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mäkinen, J., Lahtinen, T., Somerpalo, S., Huhta, R., Mäntynen, J., Rantala, J., Säätelä, A. (2020). Etelä-Pohjanmaan liikennejärjestelmäsuunnitelma 2020, WSP Finland Oy & Linea Konsultit Oy.

Nikitinas, V. & Dailydka, S. (2016). The Models of Management of Railway Companies in the European Union: Holding, the German Experience. Procedia Engineering, Volume 134, 2016, Pages 80-88 Noudettu 25.4.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.042

Nirhamo, J. (2020, 9. huhtikuuta). Junaillaan yhdessä kumipyörät kiskoille. Aboard. Noudettu 3.6.2023. osoitteesta https://aboard.portofturku.fi/2020/04/junaillaan-yhdessa-kumipyorat-kiskoille/

Nurminen Logistics Oyj. (2023, 14. helmikuuta) Nurminen Logistics on saattanut päätökseen 13.1.2023 julkistamansa kaupan ostaa suomalaisten sijoittajien kanssa Operail Finland Oy:n koko osakekannan. Noudettu 3.5.2023 osoitteesta https://news.cision.com/fi/nurminen-logistics/r/nurminen-logistics-on-saattanut-paatokseen-13-1-2023-julkistamansa-kaupan-ostaa-suomalaisten-sijoitt,c3713720

Nylund, N. (2006). Raskaan ajoneuvokaluston energiankäytön tehostaminen ”HDEnergian”: Yhteenvetoraportti 2003–2005. VTT. Noudettu 23.8.2023 osoitteesta http://www.motiva.fi/files/1026/HDEnergia_yhteenvetoraportti_lopullinen_viim.pdf

OECD. (2002). Benchmarking Intermodal Freight Transport. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/02benchmarkinge.pdf

Oksanen, R. (2003). Kuljetusten toimintolaskennan sovellukset ja toteutus. Liikenne- ja viestintäministeriö. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78444/1_17_2003.pdf?sequence=1

Oulun Kaupunki. (n.d.) Ouluseudun yhdistettyjen kuljetusten terminaali. Noudettu 24.5.2023 osoitteesta http://oulu.ouka.fi/kehittamishankkeet/kehittamishankkeet2000alkaen/pdf/hankkeet_00_06/yhdistetytkuljetukset.pdf

ORR (Office of Rail Regulation). (2011). Rail freight sites: ORR market study. Noudettu 16.5.2023 osoitteesta https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20120119135438mp_/http://www.rail-reg.gov.uk/upload/pdf/freight_study_may2011.pdf

ORR (Office of the rail and regulation). (n.d. -a). Rolling stock companies. Noudettu 16.5.2023 osoitteesta https://www.orr.gov.uk/about/who-we-work-with/industry/rolling-stock-companies

ORR (Office of the rail and regulation). (n.d. -b). Provision of freight rolling stock market study. Noudettu 1.6.2023 osoitteesta https://www.orr.gov.uk/monitoring-regulation/rail/competition/market-monitoring/provision-freight-rolling-stock-market-study

Palkkavertailu (2023, 6.kesäkuuta). Veturin kuljettajan palkka. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://palkkavertailu.com/palkka/veturinkuljettaja

Palkkavertailu (2023, 7.tammikuuta). Vaihtotyönjohtajan palkka. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://palkkavertailu.com/palkka/vaihtoty%C3%B6njohtaja

Palkkavertailu (2023, 5.huhtikuuta). Ratapihatyöntekijän palkka. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://palkkavertailu.com/palkka/ratapihaty%C3%B6ntekij%C3%A4

Palkkavertailu (2023. 6. elokuuta). Rekkakuskin palkka. Noudettu 23.8.2023 osoitteesta https://palkkavertailu.com/palkka/rekkakuski

Perego, A., Perotti, S., & Mangiaracina, R. (2011). ICT for logistics and freight transportation: A literature review and research agenda. International Journal of Physical

Distribution & Logistics Management, 41(5), 457–483. http://dx.doi.org/10.1108/09600031111138826

Pernestål, A., Engholm, A., Bemler, M., & Gidofalvi, G. (2021). How Will Digitalization Change Road Freight Transport? Scenarios Tested in Sweden. Sustainability, 13(1), Article 1. https://doi.org/10.3390/su13010304

Pollitt, M.G. and Smith, A.S.J. (2002, 2. helmikuuta), The restructuring and privatisation of British Rail: was it really that bad?. Fiscal Studies, 23, 463-502. Noudettu 12.5.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1111/j.1475-5890.2002.tb00069.x

Power, C. & Mian, J. & Spink, T. & Abbott, S. & Edwards, M. (2016). Development of an Evidence-based Geotechnical Asset Management Policy for Network Rail, Great Britain. Procedia engineering, 143, 726-733). Noudettu 19.4.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.112.

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. Journal of Cleaner Production, 179, 605–615. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Santos, J., Baumgartner, R. J., & Ormazabal, M. (2019). Key strategies, resources, and capabilities for implementing circular economy in industrial small and medium enterprises. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 26(6), 1473–1484. https://doi.org/10.1002/csr.1761

Profillidis, V. A. (2004, syyskuu). Experiences from Liberalisation of Road and Rail Transport. Maritime Economics and Logistics, 6, 270-273. Noudettu 25.4.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1057/palgrave.mel.9100113 [Rajattu pääsy]

Pylvänäinen, J., Lehtola, J., Nieminen, T., Brotherus, M., Sandelin, E., Wallin, J. & Artukka, J. (2020). Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä – Digirata-selvityksen loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:6. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-589-7.

Pöllänen, M., Mäkelä, T., Nykänen, L., Liimatainen, H., & Mäntynen, J. (2015). Liikenteen markkinat Suomessa. Trafin tutkimuksia 16/2015. Noudettu 6.6.2023 osoitteesta https://www.traficom.fi/sites/default/files/19497-Liikennemarkkinat_raportti_2015-12-10.pdf

Pöyskö, T. & Harvio, S. (2010). Seinäjoen seudun yhdistetyt kuljetukset: Tarveselvitys. Seinäjoen seudun elinkeinokeskus. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://www.seinajoki.fi/wp-content/uploads/2020/04/Seinajoen_seudun_yhdistetyt_kuljetukset.pdf

Pöyskö, T., Meriläinen, A. & Mäenpää, M. (2011). Yhdistetyt kuljetukset. Julkisten organisaatioiden rooli ja vaikutusmahdollisuudet. (2011:32). Liikenne- ja viestintäministeriö. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-670-2

Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., & Mäkinen, S. J. (2018). Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models. Journal of Cleaner Production, 201, 988–1000. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.072

Reis, V. (2015). Should we keep on renaming a +35-year-old baby? Journal of Transport Geography, 46, 173–179. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.06.019

Reis, V., Fabian Meier, J., Pace, G., & Palacin, R. (2013). Rail and multi-modal transport. Research in Transportation Economics, 41(1), 17–30. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.005

Rentsch, C. & Finger, M. (2015, Annals of Public and Cooperative Economics, 86: 617-640.) YES, NO, MAYBE: THE AMBIGUOUS RELATIONSHIPS BETWEEN STATE-OWNED ENTERPRISES AND THE STATE. Noudettu 25.4.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1111/apce.12096 [Rajattu pääsy]

Reuters Staff. (2014, 25. kesäkuuta). Germany quietly shelves idea of Deutsche Bahn privatization. Reuters. Noudettu 27.4.2023 osoitteesta https://www.reuters.com/article/us-germany-privatisation-deutsche-bahn-idUKKCN0J31WL20141119

Rotaris, L., Tonelli, S., & Capoani, L. (2022). Combined transport: Cheaper and greener. A successful Italian case study. Research in Transportation Business & Management, 100792. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100792

Russo, S. M., & Gronalt, M. (2021). Value added services at intermodal inland terminals and the importance of choosing a moderate innovation path. Research in Transportation Business & Management, 41, 100694. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100694

Räty, L., Musto, M., Lautela, A., & Aitolehti, L. (2020). Rautateiden aikataulusuunnittelu ja ratakapasiteetin hallinta. (28/2020). Väylävirasto. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-317-780-2

Sainio, K. (2023, 20. heinäkuuta). Suomen ja Venäjän välinen rautatieliikenne kehittyy aktiivisesti – takana jo pitkä yhteinen matka. Traficom. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/blogit/suomen-ja-venajan-valinen-rautatieliikenne-kehittyy-aktiivisesti-takana-jo

Salanne, I., Tikkanen, M., Herneoja, A., Kaartinen, K., & Valli, R. (2021). Yhdistettyjen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Suomessa. (2021:24). Liikenne- ja viestintäministeriö. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-670-2

Sankala, K. (2010, 15. syyskuuta). Pohjoisen tavararata tukossa. *Kaleva*. Noudettu 26.5. osoitteesta https://www.kaleva.fi/pohjoisen-tavararata-tukossa/2240725

Sarja, M., Onkila, T., & Mäkelä, M. (2021). A systematic literature review of the transition to the circular economy in business organizations: Obstacles, catalysts and ambivalences. Journal of Cleaner Production, 286, 125492. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125492

Secretary of State for Transport. (2021, 20. toukokuu). Great British Railways The Williams-Shapps Plan for Rail. Noudettu 19.4.2023 osoitteesta https://www.gov.uk/government/publications/great-british-railways-williams-shapps-plan-for-rail

SEEK & Etelä-Pohjanmaan liitto. (2012). Seinäjoen maakunnallinen logistiikka-alue. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://www.seinajoki.fi/wp-

content/uploads/2020/04/Seinajoen-maakunnallinen-logistiikka_alue_EP-Logistics-Oy_2012.pdf

Sirkiä, A., Björkman, J., Ilomäki, R. & Pohjosenperä, T. (2023). Selvitys toimenpiteistä yhdistettyjen kuljetusten käynnistymisen mahdollistamiseksi. (2023:9). Traficom. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Selvitys%20toimenpiteist%C3%A4%20yhdistettyjen%20kuljetusten%20k%C3%A4ynnist%C3%A4misen%20mahdollistamiseksi%20_13.2.2023.pdf

Sommar, R., Woxenius, J. (2007). Time perspectives on intermodal transport of consolidated cargo. European Journal of Transport and Infrastructure Research. 7 (2): 163–182.

Stoilova, S., & Kunchev, L. (2017). Study of criteria for evaluation of transportation with intermodal transport. Engineering for Rural Development. https://doi.org/10.22616/erdev2017.16.n070

Stoll, F. & 20 Nießen, N. (2019) 20 Jahre Förderrichtlinie Kombinierter Verkehr: Analyse des förderpolitischen Erfolgs. ZFV - Zeitschrift fur Geodasie, Geoinformation und Landmanagement. Noudettu 27.4.2023 osoitteesta http://z-f-v.de/fileadmin/archiv/hefte---2019_1_2_3/2019-1/ZfV_2019_Heft_1_02_Stoll_Niessen-Foerderrichtlinie_KV.pdf

Suchek, N., Fernandes, C. I., Kraus, S., Filser, M., & Sjögrén, H. (2021). Innovation and the circular economy: A systematic literature review. Business Strategy and the Environment, 30(8), 3686–3702. https://doi.org/10.1002/bse.2834

The Michelin Group| Recycling. (2021). Michelin. Retrieved 15 March 2023, from https://www.michelin.com/en/activities/high-tech-materials/recycling-end-of-life-tires/

Tilastokeskus. (2017, April 26). Liitetaulukko 6. Tavaramäärä ja kuljetussuorite maakunnittain vuonna 2017. Tieliikenteen tavarakuljetukset. http://www.stat.fi/til/kttav/2017/kttav_2017_2018-04-26_tau_006_fi.html

Tilastokeskus. (2022a, April 20). Kotimaan kuorma-autoliikenteen suoritteet kuljetusetäisyyden mukaan, ilman maa-aineksia, 2011–2021. Tieliikenteen tavarakuljetukset. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__kttav/statfin_kttav_pxt_117a.px/

Tilastokeskus. (2022b). Maakuntatason tiedot kotimaan tieliikenteen tavarakuljetuksista 2012-2021. [Unpublished raw data].

Tilastokeskus. (2023). Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehi/statfin_ehi_pxt_13rb.px/

Tilastokeskus. (2023). Polttonesteiden kuluttajahinnat (sisältää alv:n). Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehi/statfin_ehi_pxt_12ge.px/

Tilastokeskus. (2022). Rahanarvonmuunnin. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://www.stat.fi/tup/laskurit/rahanarvonmuunnin.html

Traficom. (31.3.2023). Tavaraliikenne Suomessa. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/tavaraliikenne-suomessa

Traficom. (2021a, 28. syyskuuta). Tavaraliikenne Suomessa. Noudettu 30.5.2023. osoitteesta https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/tavaraliikenne-suomessa

Trafik analys (2017, 13. lokakuuta). Bantrafik 2016. Sveriges officiella statistik. Noudettu 9.5.2023 osoitteesta https://www.trafa.se/globalassets/statistik/bantrafik/bantrafik/2016/bantrafik-2016_okt.pdf

Trafik Analys. (2019, 8. maaliskuuta). En breddad ekobonus Rapport 2019:1. Noudettu 10.5.2023 osoitteesta https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/en-breddad-ekobonus-8190/

Truschkin, E., Elbert, R. & Günter, A. (2014, 13. toukokuuta) Is transport subcontracting a barrier to modal shift? Empirical evidence from Germany in the context of horizontal transshipment technologies. Bus Res 7, 77–10. Noudettu 27.4.2023 osoitteesta https://doi.org/10.1007/s40685-014-0004-x

Tuominen-Thuesen, M., Henrik, P., Sievänen, R., Karlsson, S., Ali-Yrkkö, J., Pajarinen, M., & Ahonen, P. (2019). Valtion omistajaohjauksen arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja, Nro 2019:54. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. Noudettu 3.6.2023 osoitteesta http://hdl.handle.net/10138/305543

Turoń, K., & Czech, P. (2017). Circular Economy in the Transport Industry in Terms of Corporate Social Responsibility Concept. Journal of Corporate Responsibility and Leadership, 3, 83–94. https://doi.org/10.12775/JCRL.2016.025

Tähtiuutiset (2011). Heikki Ruuhijärven juna kulkee ja rekalla pääsee. Tampereen messujen uutiskirje. Noudettu 26.5.2023 osoitteesta https://web.archive.org/web/20120504090111/http://tahtiuutiset.fi/juttu/heikki-ruuhijarven-juna-kulkee-ja-rekalla-paasee/

UIC. (2020, 28. lokakuuta). 2020 Report on Combined Transport (CT) – Press conference. https://uic.org/IMG/pdf/2020_combined_transport_report_press_conference_202010230.pdf

UNECE. (2001). Terminology on Combined Transport. Euroopan talouskomissio. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://unece.org/transport/publications/terminology-combined-transport

Valtioneuvosto. (2014, 22. Joulukuuta). Finrail eriytetään VR-konsernista. Noudettu 3.6. 2023 osoitteesta https://valtioneuvosto.fi/-/finrail-eriytetaan-vr-konsernista?_101_INSTANCE_LZ3RQQ4vvWXR_languageId=sv_SE

Valtioneuvosto. (2022, 9. kesäkuuta). Uusi ilmastolaki voimaan heinäkuussa. Noudettu 15.3.2023 osoitteesta https://valtioneuvosto.fi/-//1410903/uusi-ilmastolaki-voimaan-heinakuussa

Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 407/2013. Finlex. Noudettu 15.8.2023 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407#Pidm45843170486448

Van de Voorde, E. & Vanelslander, T. (2014). Development of rail freight in Europe: What regulation can and cannot do Belgium Case Study. CERRE. Noudettu 24.4.2023 osoitteesta https://repository.uantwerpen.be/docman/irua/370054/4bcc3427.pdf

Verohallinto. (2023). Nestemäisten polttoaineiden verotaulukot. Nodettu 22.8.2023 osoitteesta https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/verot-ja-maksut/valmisteverotus/nestemaiset-polttoaineet/verotaulukot/

Vierth, I. (2011). 15 years deregulated rail freight market – lessons from Sweden. VTI. Noudettu 24.5.2023 osoitteesta https://aetransport.org/public/downloads/O1n71/4867-514ec5ffb82f7.pdf

VR Group (2013, 1. marraskuuta). Rekkojen kuljetus junissa päättyy. Mediatiedotteet. Noudettu 26.8.2023 osoitteesta https://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/uutiset/rekkojen-kuljetus-junissa-paattyy-011120130828/

VR Group. (2022). Vastuullisuusraportti. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://2022.vrgroupraportti.fi/fi/

VR Transpoint. (2023). Kalusto. Noudettu 31.8.2023 osoitteesta https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/

VR Group. (2010, 1. marraskuuta). VR-konserni uudistaa brändejään. Noudettu 3.6.2023 osoitteesta https://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/uutiset/vr-konserni-uudistaa-brandejaan-011120100402/

VR Transpoint. (2023). Veturityypit. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/yrityksemme/liiketoiminta/junaliikennointi/veturityypit/

VTT. (2017, July 6). LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/

Väylävirasto. (2017). Ratahanke Seinäjoki–Oulu. Noudettu 16.5.2022 osoitteesta https://vayla.fi/skol

Väylävirasto. (2023). Ratamaksu. Noudettu 22.8.2023 osoitteesta https://vayla.fi/palveluntuottajat/ammattiliikenne-raiteilla/rataverkon-kaytto/ratamaksu

Woodburn, A. (2007). Evaluation of Rail Freight Facilities Grant Funding in Britain, Transport Reviews, 27:3, 311-326. Noudettu 22.5.2023 osoitteessa https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1080/01441640600990418 [rajattu pääsy]

Woodburn, A. (2008, 13. marraskuuta) Intermodal Rail Freight in Britain: A Terminal Problem? Planning Practice & Research, 23:3, 441-460. Noudettu 22.4.2023 osoitteesta https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1080/02697450802423708 [Rajat-tu pääsy]

Woodburn, A. (2014). Development of rail freight in Europe: What regulation can and cannot do: UK case study. CERRE. Noudettu 14.5.2023 osoitteesta https://cerre.eu/wp-content/uploads/2014/12/141211_CERRE_RailFreight_UK_Case_Study_Final.pdf

Woxenius, J., Persson, J., Davidsson, P. (2013). Utilising more of the loading space in intermodal line trains: Measures and decision support. Computers in Industry. 64 (2): 146–154.

Woxenius, J. & Sommar, R. & Roso, V. & Bärthel, F. & Lumsden, K. (2003, tammikuu). Terminals as part of the Swedish transport system – an overview. Noudettu 7.5.2023 osoitteesta http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2334.8962

Woxenius, J. (1997, syyskuu). Terminals – A barrier for intermodality? Nordic Transport Research's conference on Intermodal Freight Transport, Ebeltoft. Noudettu 12.5.2023 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/242149284_TERMINALS_-_A_BARRIER_FOR_INTERMODALITY

Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomissio. (1997, 29. toukokuuta) Inter-modality and intermodal freight transport in the european union. Noudettu 6.3.2023 osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:51997DC0243&from=ES

Yle (2011, 28. marraskuuta). VR:n rekka-juna-palvelut vaikeuksissa. Noudettu 26.9.2023 osoitteesta https://yle.fi/a/3-5459891

Liitteet

Appendix 1

Text