

Hirsirakennuksen toimitus moduuleina

Toimitusedellytykset ja -ehdot

Esa Liikanen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2020
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Esa Liikanen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2020
	Sivumäärä 71	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Hirsirakennuksen toimitus moduuleina Toimitusedellytykset ja -ehdot		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Mikko Somerla ja Henri Kervola		
Toimeksiantaja(t) Puula Hirsitalo Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Rakennusteollisuus on viime vuosina siirtynyt tuotantotapaan, jossa rakennusten osat kootaan valmiiksi moduuleiksi tehdasolosuhteissa. Valmiit moduulit kuljetetaan rakennuspaikalle, missä niistä on koottu tyyppillisesti omakoti-, rivi- ja kerrostaloja. Hirsi- ja vapaa-ajan rakennusten valmistajat ovat seuraamassa tätä rakennusteollisuuden kasvavaa trendiä.</p> <p>Työn toimeksiantaja, Puula Hirsitalo Oy, on Kangasniemellä toimiva vapaa-ajan rakennuksia toimittava hirsitalotehdas. Yritys on investoinut uuteen rakennusten kokoonpanohalliin, joka valmistui huhtikuussa 2020. Halli mahdollistaa rakennusten kokoamisen lämpimissä sisätiloissa eri kokoisiksi rakennusmoduuleiksi tai kokonaan valmiiksi rakennuksiksi. Uuden tuotantotavan myötä syntyi tarve selvittää, millä edellytyksillä ja asiakasehdoilla moduulit ja kokonaiset rakennukset voidaan toimittaa rakennuspaikoille ja nostaa siellä perustuksille.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kuljetusten ja nostojen osalta rakennusten kokoa rajoittavat tekijät sekä määritellä tarvittava kuljetus- ja nostokalusto. Kuljetus- ja nostokaluston teknisten suoritusarvojen perusteella määriteltiin kuljetusväylän ja nostopaikan raja-arvot, joiden täytyessä rakennus voidaan kuljettaa ja nostaa turvallisesti. Kuljetus- ja nostoedellytysten tarkastelun ajoitus liitettiin osaksi talotehtaan toimitusprosessia. Lopuksi laadittiin Hirsitaloteollisuus ry:n yleisiä sopimusehtoja täydentävät hankintasopimuksen ehdot.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi kuljetusväylän ja nostopaikan vaatimuksista asiakasohjeistus, joka voidaan liittää tehtaan ja asiakkaan väliseen hankintasopimukseen. Asiakasohjeistus tukee toimitusedellytysten arviointia toimitusprosessin eri vaiheissa. Lisäksi arvioinnin tueksi luotiin reittitutkimuslomake, joka toimii tarkastuslistana ja dokumentointipohjana, kun rakennuksen toimitusedellytyksiä arvioidaan maastossa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Hirsirakentaminen, kuljetusväylä, nostopaikka, toimitusketju, toimitusehto, logistiikka		
<p>Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)</p> <p>Opinnäytetyön liitteet 2, 5, 6 ja 8 ovat salaisia, koska ne sisältävät työn toimeksiantajan ammattisalaisuuksia. Liiteaineiston salassapitoaika on 5 vuotta opinnäytetyön hyväksymispäivästä lukien.</p>		

Description

Author(s) Liikanen, Esa	Type of publication Bachelor's thesis	Date May, 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 71	Permission for web publication: X
Title of publication The delivery of log house modules Route conditions and delivery terms		
Degree programme Bachelor's Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Somerla, Mikko and Kervola, Henri		
Assigned by Puula Hirsitalo Oy		
Abstract <p>In recent years, the Finnish construction industry has been moving to a new method of production where parts of buildings are produced as ready-made modules inside factories in weatherproof conditions. The prepared modules are transported to the construction site where they are assembled to a complete building. Now, manufacturers who are producing log houses for leisure time are following this growing trend of construction.</p> <p>Puula Hirsitalo Oy is a log house manufacturer located in Kangasniemi, Finland. The company has invested in a new production facility which was finished in April 2020. The new production facility makes indoors assemblies of complete buildings or building modules possible. The new production method made it necessary to determine the conditions and limits for the transportation and construction sites, so that the delivery of a complete house or module would be possible.</p> <p>The aim of the thesis was to determine all the circumstances that would limit the size of a house during transport and assembly and define the correct transport and lifting equipment. The minimum measurements of the transport route and lifting spot were based on the technical performance of the transport and lifting equipment. When the dimensions of the route and lifting spot are correct, the delivery can be performed safely. The scheduling of the route and surveying the lifting spot were connected to the factory's delivery process. Moreover, the delivery terms of a sales contract were created.</p> <p>The outcome of the thesis was new customer instructions concerning the conditions of the transport route and lifting spot. The instructions will be an attachment of the sales contract. Additionally, a route survey template was created which works as a check list and a documentation template for field investigation.</p>		
Keywords/tags (subjects) Log house construction, transport route, lifting spot, supply chain, delivery terms, logistics		
Miscellaneous (Confidential information) Parts of the thesis are restricted by the assignor company's request. This version is the public version where restricted contents are put to appendices 2, 5, 6 and 8. The term of confidentiality of the appendices is 5 years from the date of the thesis approval.		

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Tutkimuksen lähtökohdat	5
1.2	Toimeksiantaja Puula Hirsitalo Oy.....	6
2	Tutkimusongelma ja -menetelmät	6
2.1	Tutkimusongelma	6
2.2	Tutkimuskysymykset	7
2.3	Tutkimusotteen valinta ja perustelut.....	8
2.4	Tutkimuksen toteutus	9
2.5	Aineistojen analysointimenetelmät	10
3	Kuljetettavan tuotteen mitat ja massa	11
3.1	Kuljetettavan tuotteen mittoja ja massaa rajoittavat tekijät.....	11
3.2	Suomen tieverkosto	12
3.3	Erikoiskuljetusreitistöt.....	14
3.4	Ajoväylä	15
3.5	Ajoneuvon kääntyvyys ja mitoitusajoneuvot	17
3.6	Ajoväylän kantavuus.....	22
3.7	Tien pituuskaltevuus	24
3.8	Kuljetusvälineiden tekniset rajoitukset	25
3.9	Nostovälineiden tekniset rajoitukset	26
3.10	Kuljetuskustannukset	29
4	Lait, viranomaismääräykset ja toimitusehdot	30
4.1	Tieliikenteen mitta- ja massamääräykset	30
4.2	Erikoiskuljetusmääräykset.....	34
4.3	Maankäyttö- ja rakennuslaki	37
4.4	Rakennuslupa ja rakennuslupamenettely.....	39
4.5	Tiekuljetussopimuslaki	41
4.6	Ajoneuvonostureiden vuokrauksen yleiset ehdot	43
4.7	Hirsitaloteollisuus ry:n yleiset sopimusehdot	44

5	Hirsi ja hirsirakennus.....	46
5.1	Hirsi rakennusmateriaalina	46
5.2	Hirsirunko	47
5.3	Hirsirakennuksen massa.....	48
6	Kuljetusväylän ja nostopaikan vaatimukset	49
6.1	Oletetut kuljetuskohteet	49
6.2	Kilpailijoiden kuljetusratkaisut	52
6.3	Hirsitalomalliston kuljetustekniset ominaisuudet	53
6.4	Kuljetus- ja nostovälineen valinta	54
6.5	Mitoitusajoneuvon valinta ja kääntyvyytarkastelut	58
6.6	Asiakasohjeistus	59
7	Rakennuksen toimitusprosessi.....	61
7.1	Puula Hirsitalo Oy:n toimitusprosessi	61
7.2	Toimitusedellytysten arviointi prosessin eri vaiheissa.....	62
7.3	Toimitusedellytysten arvioijat.....	64
7.4	Edellytysten arvioinnin menetelmät ja työkalut	65
8	Rakennustoimituksen sopimusehdot logistiikan näkökulmasta ...	66
8.1	Rakennustoimituksen osapuolien vastuut	66
8.2	Tarkentavat sopimusehdot	68
9	Pohdinta	69
	Lähteet.....	72
	Liitteet.....	75
	Liite 1. Suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkko SEKV.....	75
	Liite 2. Puula Hirsitalo Oy:n rakennusmallisto	76
	Liite 3. Asennusnosturilla varustettu kuorma-auto	77
	Liite 4. Mitoitusajoneuvon kääntyvyytarkastelut.....	78
	Liite 5. Hirsitalomallisto jaettuna kuljetusryhmiin.....	79
	Liite 6. Puula Hirsitalo Oy asiakasohjeistus.....	80

Liite 7. Uudistettu toimitusprosessi	81
Liite 8. Puula Hirsitalo Oy:n reittitutkimuslomake	82

Kuviot

Kuvio 1. Miellekartta tuotteen kokoon ja massaan vaikuttavista tekijöistä.....	11
Kuvio 2. Ajoväylän käsite (RT kortti 98-11214, 2016, 1)	15
Kuvio 3. Avojohto ja riippujohto sijoitettuna samaan pylvääseen	17
Kuvio 4. Ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyys (94450/2019, liite 1).....	18
Kuvio 5. Palfinger PK92002 -nosturin nostokyky (Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky, n.d.) .	27
Kuvio 6. Nosturin nostosäteet ylhäältä kuvattuna.....	28
Kuvio 7. Esimerkkejä leveän kuljetuksen merkinnöistä. (Erikoiskuljetusluvan lupaehdot 4/2019, 8)	37
Kuvio 8. Esimerkki lamellihirren poikkileikkauksesta ja hirsinurkasta	46
Kuvio 9. Vaarnatappien ja läpipulttauksen sijainti hirsirungossa	47
Kuvio 10. Kesämökkien määrä maakunnittain vuonna 2018 (Kesämökit 2018, 2019)	50
Kuvio 11. Maakunnat, joissa lukumääräisesti eniten 2015-2018 rakennettuja vapaa- ajan asuntoja. (Kesämökit 2018, 2019).....	51
Kuvio 12. Mitoitusajoneuvo kääntyvyystarkasteluja varten (Autodesk Vehicle Tracking -ohjelmisto).....	58
Kuvio 13. Puula Hirsitalo Oy:n toimitusprosessi	61
Kuvio 14. Rakennustoimituksen eri osapuolien vastuut.....	67

Taulukot

Taulukko 1. Teiden luokittelu (Metsätieohjeisto 2001, 3)	13
Taulukko 2. Suomen tieverkoston pituus kilometreinä tie- ja leveysluokittain (Tietilasto 2018, 40).....	13

Taulukko 3. Reitistöluvavaihtoehtoja kuorma-autoille ja ajoneuvoyhdistelmille (Millaisen luvan haen? 2019)	14
Taulukko 4. Varoetäisyydet sähköjohtoihin (Tapola 2011, 8).....	16
Taulukko 5. Suomen mitoitussajoneuvojen päämitat (Tasoliittymät 2001, 13)	20
Taulukko 6. Ajotavat liittymäsuunnittelussa (Tasoliittymät 2001, 14)	21
Taulukko 7. Mitoitussajoneuvojen kääntösäteet etuakselin keskelle eri ajotavoilla (Tasoliittymät 2001, 14)	21
Taulukko 8. Kaarteiden levitys kaarresäteen mukaan metsäteillä (Metsätieohjeisto 2001, 31).....	22
Taulukko 9. Pohjamaalajien luokitus (Metsätieohjeisto 2001, 35).....	23
Taulukko 10. Pituuskaltevuuden maksimiarvot tielinjalla (Ristikartano, Granlund, Räsänen, Salmelin 2012, 65)	24
Taulukko 11. Autojen suurimmat tiellä sallitut massat (A1257/1992)	31
Taulukko 12. Ajoneuvoyhdistelmien suurimmat tiellä sallitut kokonaismassat (A1257/1992)	32
Taulukko 13. Autojen ja perävaunujen suurimmat sallitut massat tiellä (A1257/1992)	33
Taulukko 14. Sallitut mitat ilman erikoiskuljetuslupaa (Pirkanmaan Elinkeino- liikenne ja ympäristövirasto, 2019)	35
Taulukko 15. Varoitusautojen tai EKL-autojen määrä erikoiskuljetuksessa (Erikoiskuljetusluvan lupaehdot 4/2019, 3)	36
Taulukko 16. Hirsien poikkileikkauksia ja metrimassoja. (Lauharo 2002, 29)	48
Taulukko 17. Rakennusmateriaalien massoja (Lauharo 2002, 139)	49
Taulukko 18. Etuovi.com -palvelun myynnissä olevat vapaa-ajan tontit helmikuussa 2020.....	51
Taulukko 19. Puula Hirsitalo Oy:n hirsivalikoiman metrimassat.....	53
Taulukko 20. Nosturiautojen teknisiä tietoja.....	57
Taulukko 21. Kääntyvyystarkastelujen tulokset.....	59

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Hirsirakentamisen suosio on ollut kasvussa Suomessa viime vuosina. Rakennusmateriaalina hirsi on kaksinkertaistanut suosionsa vuosina 2010-2019. Vuonna 2019 Suomessa aloitettiin noin 7000 omakotitalokohteen rakentaminen ja kohteista 20 % on hirsirakennuksia. Hirren suosiosta kertovat myös hirsirakentajien tekemät investoinnit uuteen tuotantokapasiteettiin. (Ukkonen 2019.)

Tilastojen mukaan vapaa-ajan rakentaminen Suomessa on laskenut tasaisesti 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Tällä hetkellä Suomeen rakennetaan noin 4000 uutta vapaa-ajan asuntoa vuodessa. (Kesämökkit 2018, 2019.) Hirsi on kuitenkin suosituin ulkoseinämateriali vapaa-ajan rakentamisessa. Vuonna 2018 massiivi- tai lamellihirsi valittiin materiaaliksi 61 %:iin vapaa-ajanrakennuksista. (Hirsi on luonnollinen valinta 2019.)

Rakennusalan pyrkimyksenä on entistä enemmän siirtyä moduulirakentamiseen, jossa rakennuksen osat tehdään mahdollisimman suuriksi kokonaisuuksiksi sisällä tehdasolosuhteissa. Esimerkkeinä voidaan mainita vaikkapa kerrostalon asuntomodulien rakentaminen tehtaassa valmiiksi. Moduulirakentamista on sovellettu tähän mennessä kerros-, rivi- ja omakotitalorakentamiseen, joissa kohteet sijoittuvat yleensä uusille asuinalueille taajamissa. (Porthan 2018.)

Hirsirakentajat ovat seuraamassa osaltaan rakennusalan moduulirakentamisen trendiä. Valmistajat investoivat tuotantotiloihin, joissa rakennukset kootaan joko kokonaan valmiiksi tai erilaisiksi rakennusmoduuleiksi. Tämä aiheuttaa haasteita rakennusten toimitukselle tehtaalta rakennuksen sijoituspaikalle erityisesti vapaa-ajan rakentamisen puolella. Miten voidaan varmistaa, että rakennus voidaan toimittaa kokonaisena tai moduuleina vaatimattomien tieyhteyksien päähän ja nostaa siellä perustuksille?

Tässä logistiikan alaan liittyvässä opinnäytetyössä pyrittiin löytämään helposti todennettavat vaatimukset kuljetusreitille ja nostopaikalle, joiden täyttyessä rakennus voidaan kuljettaa kokonaisuina tai moduuleina rakennuksen sijoituspaikalle. Asetettavien vaatimusten selvittäminen etukäteen on tärkeää, jotta hirsirakentaja voi lunastaa myyntilupauksensa valmisrakennuksen vaivattomasta toimituksesta sekä pystyy ennakoimaan rakennuksen kokonaiskustannukset toimitettuna.

1.2 Toimeksiantaja Puula Hirsitalo Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kangasniemellä toimiva Puula Hirsitalo Oy. Yritys rakentaa höylä- ja lamellihirsistä loma-asuntoja ja piharakennuksia. Puula Hirsitalo Oy on perustettu vuonna 1973. (Puula Hirsitalo Oy yrityksenä n.d.) Syksyllä 2019 Puula Hirsitalo Oy siirtyi Muurametalot Oy:n omistukseen. Puula Hirsitalo Oy investoi uuteen rakennusten kokoonpanohalliin, jonka odotetaan valmistuvan kevään 2020 aikana. (Tiitinen, 2019.)

Puula Hirsitalo Oy tulee uudistamaan kevään 2020 aikana tuotantomenetelmänsä. Yritys on aiemmin toimittanut rakennukset nk. puuosatoimituksena tai säältä suojaan rakennettuna. Molemmissa tapauksissa rakennustarvikkeet on toimitettu rakennuspaikalle erikokoisina hirsi- ja puutavaranippuina. Uudessa tuotantomenetelmässä tarkoituksena on koota rakennus valmiiksi tehdasolosuhteissa ja kuljettaa joko kokonaisuina tai esivalmistettuina moduuleina rakennuspaikalle.

2 Tutkimusongelma ja -menetelmät

2.1 Tutkimusongelma

Toimeksiantajan uusi valmistustapa muuttaa rakennuksen kuljetuksen tehtaalta tontille tai rakennuspaikalle entistä vaativammaksi. Hirsirakennuksen puuosatoimituksessa hirret ja muut rakennustarvikkeet on toimitettu tontille nosturilla varustetulla kuorma-autolla sopivan kokoisina nippuina ja pakkauksina. Mikäli rakennuspaikka on

ollut vaikeapääsyinen, on hirret tarvittaessa siirtokuormattu maastokelpoisempaan ajoneuvoon, esimerkiksi maataloustraktoriin, josta tarvikkeet on purettu tontille käsin. Äärimmäisissä tapauksissa hirsiiä on jopa kannettu yksitellen talkooväen voimin useita kymmeniä metrejä.

Uudessa tuotantomenetelmässä rakennus kootaan tehdasolosuhteissa valmiiksi tai osamoduuleiksi, jotka kuljetetaan kokonaisena rakennuksen sijoituspaikalle. Tällöin minimiedellytyksenä on, että sijoituspaikalle johtaa liikennöitävä tie ja sijoituspaikalla on riittävästi tilaa sekä riittävän kantava maaperä, jotta nosto perustukselle voidaan suorittaa turvallisesti. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kuljetusreitit ja nostopaikan tila- ja kantavuusvaatimukset, jotta rakennuksia voidaan toimittaa kokonaisina. Tila- ja kantavuusvaatimukset liitetään osaksi hirsitalotehtaan ja asiakkaan välisiä toimitusehtoja.

2.2 Tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelmasta johdettu päätutkimuskysymys oli: Mitä vaatimuksia rakennuksen kuljetusreitille ja nostopaikalle tulee asettaa, jotta rakennus voidaan toimittaa kokonaisena tai moduuleina tehtaalta rakennuspaikalle?

Tärkeimmät apututkimuskysymykset olivat seuraavat:

- Mitä perustietoja tarvitaan vaatimusten arviointiin?
- Mitkä lait ja viranomaismääräykset säätelevät, ohjaavat tai rajaavat vaatimuksia ja miten?
- Kuka organisaatiossa suorittaa vaatimusten arvioinnin ja onko mahdollista tai tarvetta käyttää ulkoisia palvelun tuottajia?
- Miten ja mistä selvitettävät asiat saadaan selville vähimmällä työllä ja edullisimmin? Mitä ulkoisia tietolähteitä voidaan käyttää selvityksien tekoon?
- Missä vaiheessa tuotantoprosessia vaatimusten arvioinnin tulee olla valmiina?
- Mitä teknisiä apuvälineitä voidaan käyttää vaatimusten arviointiin?

- Miten toimituksen vastuut jakautuvat tehtaan ja asiakkaan kesken? Miten vastuunjako määritellään toimitusehdoissa?

2.3 Tutkimusotteen valinta ja perustelut

Tutkimusotteet voidaan jakaa kahteen pääryhmään, kvalitatiivisiin eli laadullisiin tutkimuksiin ja kvantitatiivisiin eli määrällisiin tutkimuksiin. Mikäli tutkimuksen kohde on tuntematon ja kohdetta on tarve ymmärtää paremmin, valitaan kvalitatiivinen tutkimusote. Kvalitatiivinen tutkimus pyrkii vastaamaan kysymykseen: ”Mistä tässä on kyse?”. Kvantitatiivisen tutkimusotteen valinta edellyttää tutkimuskohteen tuntemista ennalta, koska tutkimusotteen tavoitteena on yleistää. (Kananen 2019, 25 - 26.)

Tämän opinnäytetyön tutkimusote on laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Kananen (2019, 26) mukaan laadullisella tutkimuksella on seuraavat ominaispiirteet:

- Tutkimus tapahtuu luonnollisessa ympäristössään.
- Aineisto kerätään tutkittavilta vuorovaikutussuhteessa.
- Tutkimusaineisto on monilähteistä.
- Tavoitteena on kokonaisvaltainen ymmärrys tutkimuksen kohteesta.

Opinnäytetyöprosessin aikana minulla oli tilaisuus osallistua rakennusmalliston suunnitteluryhmän työskentelyyn logistiikan asiantuntijana. Rakennusmalliston arkkitehtonisen ja rakennusteknisen suunnittelun yhteydessä kerättiin mallistosta kuljettamisen ja nostojen suunnittelun kannalta oleellinen tieto. Tiedot analysoitiin kuljetusteknisestä näkökulmasta ja määriteltiin kullekin rakennusmallille sopiva kuljetuskalusto. Kuljetuskalustolle määritettiin tekniset raja-arvot, joilla voitiin arvioida kuljetusreitit ja nostopaikan vaatimuksia.

Työn lopputuloksena pyrittiin esittämään kuljetusreitille ja tontille selkeät raja-arvot, joiden täytyessä rakennus voidaan toimittaa kokonaisena tai määritellyn mukaisena moduulina. Käytännössä raja-arvot pystyttiin selvittämään dokumentaatiosta tai ulkoisista tietolähteistä tai mittamaan maastossa yksinkertaisilla mittavälineillä. Selvitysprosessi aikataulutettiin ja liitettiin osaksi tehtaan toimitusprosessia. Lisäksi

laadittiin toimitussopimukseen liitettävät toimitusehdot, joissa määritellään kaupan osapuolten vastuut toimituksen onnistumiseksi.

Opinnäytetyö rajataan koskemaan vain valmiin rakennuksen tai moduulin kuljettamista tehtaalta rakennuspaikalle. Tarkastelun alkupisteessä rakennus on lastattu kuljetusajoneuvoon ja voidaan esimerkiksi mittaamalla todeta kuljetuksen ääriimitat. Tarkastelu päättyy siihen, kun rakennus on purettu perustuksille rakennuspaikalla ja on sopimuksen mukaisessa käyttövalmiudessa. Mikäli rakennuksen kuljetus kokonaisuutena ei reitistä tai nostopaikasta johtuvista syistä ole mahdollista, tarjoaa yritys vaihtoehtoiseksi toimitustavaksi perinteisen puuosatoimituksen. Puuosatoimitukseen toimeksiantajalla on jo olemassa valmis toimintamalli, joten sitä ei käsitellä tässä työssä. Lisäksi insinööriopiskelija Niko Kempainen Jyväskylän ammattikorkeakoulusta valmistee toimeksiantajalle opinnäytetyötä, jossa keskitytään tuotteen kuljetettavuuden kehittämiseen. Tässä työssä ei käsitellä esimerkiksi tuotteen sidontaa ajoneuvoon, sääsuojausta tai tarkempia nosto-ohjeita.

2.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen pääaineistona on Puula Hirsitalo Oy:n valmis- ja moduulirakennusten mallisto. Mallistosta kerättiin kuljetusten ja nostojen suunnittelun kannalta tarpeelliset ulkomitat ja kirjallisuudesta saatujen perusarvojen avulla laskettiin rakennusmallien massat. Malliston kuljetustekniset tiedot esitetään taulukoina.

Mallisto jaettiin kolmeen eri kuljetusryhmään ja kullekin ryhmälle määriteltiin tarvittava kuljetusajoneuvo, jolla voidaan saavuttaa oletetut tuotteiden kuljetuskohteet. Valittu kuljetusajoneuvon tyyppi mallinnettiin Autocad-ohjelman avulla jatkosuunnittelua, mitoitusajoneuvon valintaa ja asiakasohjeistuksen laatimista varten. Ajoneuvolle määriteltiin kuljetusväylän ja nostopaikan vaatimukset lainsäädäntöön ja rakennusteollisuuden ohjeistuksiin perustuen. Mallinnetulle ajoneuvolle valittiin kääntyvyydeltään sitä vastaava mitoitusajoneuvo, jonka avulla tarkasteltiin ja määriteltiin ajoneuvon yksinkertaisesti maastossa mitattavia kääntyvyysarvoja Autocad-ohjelman Vehicle Tracking -ohjelmistoliitännäisen avulla.

Tarkastelujen tuloksena laadittiin Puula Hirsitalo Oy:n asiakkaille tarkoitettu ohjeistus työmaalle johtavan kuljetusväylän ja nostopaikan vaatimuksista kolmelle eri kuljetusryhmälle. Tuloksena esitetään tehtaan uudistettu toimitusprosessi, jossa on huomioitu toimitusedellytysten arvioinnin aikataulut. Toimitusedellytysten arvioinnin avuksi luotiin yrityksen käyttöön reittitutkimuslomake, jonka avulla varmistetaan, että edellytysten arvioinnin yhteydessä tarkastetaan kaikki vaaditut kohteet sekä dokumentoidaan ne määrämuotoisesti.

2.5 Aineistojen analysointimenetelmät

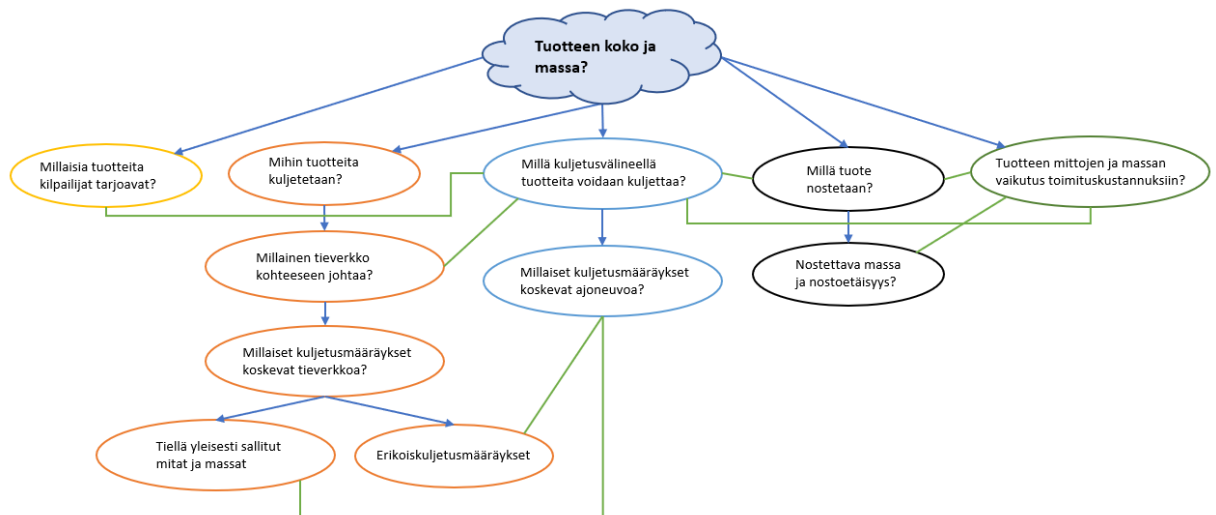
Tutkimuksen pääaineisto muutettiin arkkitehdin laatimista piirroksista taulukkomuotoon. Ensimmäisessä vaiheessa taulukkoon kirjattiin rakennuksen hirsirungon mitat ja käytettävän hirren määrä metreinä sekä määritettiin yksittäisen kuljetettavan rakennuksen tai rakennuskokonaisuuden ulkomitat. Kerätyn perustiedon avulla sekä kirjallisuudesta saatujen perusarvojen avulla taulukkoon oli mahdollista laskea rakennusten kuljetettavat massat eri hirsivahvuuksilla.

Perustietojen selvittämisen jälkeen aineiston rakennukset oli mahdollista luokitella ulkomittojen ja massan perusteella kuljetusteknisiltä vaatimuksiltaan eri ryhmiin. Luokittelun perusteena käytettiin rakennuksen leveyttä, korkeutta ja massaa, joiden tietojen avulla oli mahdollista määrittää kullekin ryhmälle tarvittava kuljetus- ja nostoväline. Kuljetus- ja nostovälineen määrittelyn jälkeen oli mahdollista selvittää välineen tekniset suoritusarvot, joiden avulla määriteltiin kuljetusväylän ja nostopaikan vaatimukset.

3 Kuljetettavan tuotteen mitat ja massa

3.1 Kuljetettavan tuotteen mittoja ja massaa rajoittavat tekijät

Valmistettavien tuotteiden mittoihin ja massaan vaikuttavat useat eri tekijät logistiikan näkökulmasta silloin, kun tuote joudutaan joko yhdestä tai useammasta mitasta tai massasta johtuen kuljettamaan erikoiskuljetuksena. Näitä tekijöitä ja raja-arvoja on hahmotettu kuvion 1 miellekartassa. Erikoiskuljetus on kuljetus, jonka leveys ylittää yleisesti tiellä sallitun leveyden 2,60 m tai jossa kuormattu ajoneuvo ylittää yleisesti tiellä sallitun pituuden, korkeuden tai kokonais- tai akselimassan.



Kuvio 1. Miellekartta tuotteen kokoon ja massaan vaikuttavista tekijöistä

Miellekartan siniset nuolet kuvaavat eri asioiden rakennetta. Vihreillä viivoilla kuvataan eri tekijöiden yhteyksiä tai vaikuttavuutta toisiinsa. Kuljetettavan tuotteen ominaisuudet yleensä sanelevat kuljetus- ja nostovälineistön vaatimukset. Kuljetettavan tuotteen mittojen ja massan kasvaessa riittävän suuriksi suhteessa tieverkon kokoon tilanne muuttuu ristiriitaiseksi, jolloin kuljetusmahdollisuudet rajoittavat osaltaan tuotesuunnittelua. Suunnittelun tuloksena tulee löytää kompromissi, jossa tuotteen käyttötarpeet ja laadulliset vaatimukset sekä kuljetustekniset ratkaisut kuljetuskus-

tannukset huomioiden oletetulla kuljetusverkolla ovat tasapainossa. Mikäli tasapainoa ei löydetä, seurauksena on tilanne, jossa tuotteen hinta asiakkaalle tehtaalla on kilpailukykyinen, mutta kuljetettuna käyttöpaikalle kokonaishinta muodostuu liian kalliiksi.

3.2 Suomen tieverkosto

Suomen valtion maantieverkoston ylläpidosta ja kehittämisestä huolehtii Väylävirasto yhteistyössä ELY-keskusten kanssa. Suomen tieverkoston pituus on noin 454 000 kilometriä, josta merkittävä osa, noin 350 000 kilometriä, on yksityis- ja metsäautoteitä. Kuntien katuverkkojen osuus verkostosta on noin 26 000 km. Väylän ja ELY-keskusten vastuulla olevan tieverkoston pituus on noin 78 000 kilometriä, joista 41 000 kilometriä kuuluu alimpaan hoitoluokkaan. Alimman hoitoluokan teillä esiintyy vaikeimmissa keliolosuhteissa liikennöintiongelmia, johtuen kunnossapidon kohdentamisesta vilkkaammin liikennöidyille teille. (Tieverkko, 2019.)

Maantieverkon tiet luokitellaan valtateiksi, kantateiksi, seututeiksi tai yhdysteiksi. Luokittelun perusteena on tien liikenteellinen merkitys. Valtatiet on tarkoitettu pitkänmatkan liikenteeseen Suomen sisällä ja eri maakuntien välillä. Valtatiet on numeroitu numeroilla 1-39. Kantatiet palvelevat maakuntien sisäistä liikennettä ja täydentävät valtatieverkkoa. Kantatiet on numeroitu numeroilla 40-99. Seutukuntien liikennettä palvelevia teitä kutsutaan seututeiksi, ja ne liittyvät seutukunnat valta- ja kantatieverkkoon. Seututiet on numeroitu numeroilla 100-999. Yhdysteitä ovat kaikki muut yleiset tiet, jotka eivät kuulu aiemmin mainittuihin tieluokkiin. (Tienumerointi ja tienumerokartat, 2019.)

Metsäteho Oy:n julkaisema Metsätieohjeisto (2001, 3) jakaa yksityistiet kolmeen luokkaan. Toimitustiet on perustettu yksityistielain mukaisessa tietoimituksessa. Toimitustiehen on käyttöoikeus myös muilla kuin tien omistajalla tai haltijalla. Sopimustie on tie, jota tehdyn sopimuksen perusteella voivat käyttää muutkin kuin kiinteistön omistaja tai haltija. Sopimustiehen ei kuitenkaan kenelläkään muulla ole käyttöoi-

keutta. Omalla tiellä tarkoitetaan yksittäisen kiinteistön alueelle sijoittuvaa tietä, johon käyttöoikeus on vain kiinteistön omistajalla tai haltijalla. Taulukossa 1. esitetään teiden luokittelu.

Taulukko 1. Teiden luokittelu (Metsätieohjeisto 2001, 3)

Yleiset tiet	Valtatiet	Päätieverkko
	Kantatiet	
	Seututiet	Alempiasteinen tieverkko
	Yhdystiet	
Yksityistiet	Toimitustiet	
	Sopimustiet	
	Omat tiet	

Tietilastossa (2018, 40) Suomen yleiset tiet on luokiteltu eri leveysluokkiin, ja tilastossa määritetään tieverkon pituus kilometreinä kyseissä luokassa.

Taulukko 2. Suomen tieverkoston pituus kilometreinä tie- ja leveysluokittain (Tietilasto 2018, 40)

Tieluokka	leveys - 4,9 m	leveys 5,0-5,9 m	leveys 6,0-6,9 m	leveys 7,0-7,9	leveys 8,0-8,9	leveys 9,0-9,9	leveys 10,0- 10,9 m	leveys 11,0- 11,9 m	leveys 12,0 m -	2-ajorataiset tiet	Yhteensä
Valtatiet	0	0	158	621	2504	1196	2149	215	411	1353	8607
Kantatiet	0	6	372	1379	1913	568	332	65	77	148	4860
Seututiet	66	293	3455	6026	2073	761	523	41	99	132	13469
Yhdystiet	2890	14511	23650	8410	1119	214	136	22	13	42	51007

Taulukosta 2. havaitaan että Suomen valta- ja kantatieverkko on noin 80 %:n mitalta yli 8,0 metriä leveää. Yleisten teiden alempiasteisenkin tieverkko on Suomessa suurimmalta osaltaan yli 6,0 metriä leveä. Tuotteiden suunnittelussa tulee huomioida valmistuspaikan ja käyttökohteen välissä käytettävissä olevat reitistöt. Yleisesti voidaan päätellä, että esimerkiksi mittavien teollisuustuotteiden kuljettaminen valtatieverkostolla on leveyden puolesta huomattavasti helpompaa kuin yhdystieverkostolla. Lisäksi alemmalla tieverkostolla tulee huomioida kuljetusajankohta. Esimerkiksi keli-rikko keväällä tai talven haasteelliset keliolosuhteet saattavat aiheuttaa katkoksia liikennöintiin.

3.3 Erikoiskuljetusreitistöt

Erikoiskuljetusreitistöistä mitoiltaan suurimmat kuljetukset mahdollistaa valtakunnallinen SEKV eli suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkko. Verkon tavoitteena on yhdistää erikoiskuljetuksia tarvitsevat teollisuuslaitokset, voimalaitokset sekä tärkeimmät satamat. Reitin mitoitusperusteena on mitoiltaan 40,00 x 7,00 x 7,00 m (pituus x leveys x korkeus) kuljetus. Kartta SEKV -tieverkosta on esitetty liitteessä 1. SEKV -reitistöä täydentävät reitit on mitoitettu lähtökohtaisesti mitoille 35,00 – 40,00 x 6,00 x 5,00 m. Nämä mitat vastaavat erikoiskuljetusten reitistöluissa sallittuja mittoja. (Laitinen, Keskiäsaari, Rajava & Kulonen 2019, 14.)

Erikoiskuljetuslupien myöntäjä Pirkanmaan ELY-keskus tarjoaa kuljetusten suorittajille erilaisia reitistölupia, jotka ovat voimassa yhden vuoden. Reitistöluissa määritellään tiet, joilla kuljetus saa liikkua, sekä ilmoitetaan mahdollisista korkeus- ja massarajoituksista. Valtakunnallisilla reitistöillä katetaan päätieverkkoa ja tärkeimpiä yleisesti käytettyjä erikoiskuljetusreittejä. Maakuntien rajoja noudattavat alueelliset reitistöt ovat kattavampia sallittujen kuljetusreittien suhteen. Taulukkoon 3 on listattu tärkeimmät tarjolla olevat reitistöluvut. (Millaisen luvan haen? 2019.)

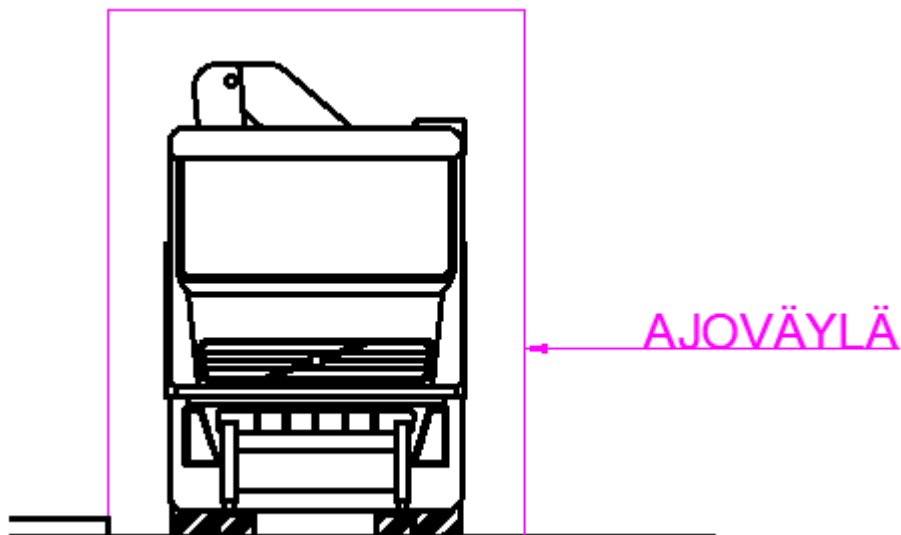
Taulukko 3. Reitistölupavaihtoehtoja kuorma-autoille ja ajoneuvoyhdistelmille (Millaisen luvan haen? 2019)

Reitistö	Kattavuus	Yhdistelmän			
		kokonaismassa [ton]	Pituus [m]	Leveys [m]	Korkeus [m]
Y80 Yleisreitistö Suomi	Päätieverkko koko Suomi	80,00	40,00	6,00	4,40
Y120 Yleisreitistö Suomi	Päätieverkko koko Suomi	120,00	40,00	6,00	4,40
YK5 Korkeat Etelä- Suomi	Päätieverkko Etelä-Suomi	Tiellä yleisesti sallittu	40,00	6,00	5,00
YK5 Korkeat Pohjois-Suomi	Päätieverkko Pohjois-Suomi	Tiellä yleisesti sallittu	40,00	6,00	5,00
Y80K5 Etelä-Suomi korkeat	Päätieverkko Etelä-Suomi	80,00	40,00	6,00	5,00
Y80K5 Pohjois- Suomi korkeat	Päätieverkko Pohjois-Suomi	80,00	40,00	6,00	5,00
YK5 Korkeat alueellinen	Valittu maakunta	Tiellä yleisesti sallittu	40,00	6,00	5,00
Y80K5 alueellinen	Valittu maakunta (ei Uusimaa ja Lappi)	80,00	40,00	6,00	5,00

Ilmoitettu luvan yhdistelmän kokonaismassa on suurin mahdollinen lupaan sallittava massa, ja sitä saattavat rajoittaa yksittäisen yhdistelmän osalta esimerkiksi akseleiden lukumäärä tai yksittäisille akseleille sallittu massa. Suurimmat ajoneuvolle sallitut massat ilmenevät ajoneuvon rekisteriotteen teknisestä osasta. Kuorma-auton ja perävaunun kytkentä toisiinsa tulee myös hyväksyä katsastusaseman kytkentäkatsauksessa ennen yhdistelmän käyttöä erikoiskuljetuksessa. (L1090/2002.)

3.4 Ajoväylä

RT kortti 98-11214 (2016, 1 – 11) antaa ohjeita hitaasti, nopeudella alle 20 km/h liikennöitävien liikenneväylien suunnitteluun. Ohjeet on pääsääntöisesti tarkoitettu sovellettavaksi piha-, pysäköinti- ja varastoalueiden mitoituksessa. Ajoväylällä tarkoitetaan ajoneuvon vaatimaa vapaata tilaa, jossa ajoneuvolla voidaan liikennöidä turvallisesti. Ajoväylä tulee mitoittaa suurimman sitä käyttävän ajoneuvon mukaisesti. Kuvio 2 selventää ajonväylän käsitettä.



Kuvio 2. Ajoväylän käsite (RT kortti 98-11214, 2016, 1)

Ajoväylän leveydessä tulee huomioida tarvittavat ajovarat. Ohje suosittelee ajovaraksi leveyssuunnassa liikkuvan ja pysähtyneen ajoneuvon väliin 0,5 metriä, kun kyseessä on kaksi henkilöautoa tai henkilöauto ja kuorma-auto. Kahden raskaan ajoneuvon väliin, esimerkiksi linja-auto ja kuorma-auto, ajovaraksi leveyssuunnassa tulisi mitoittaa 0,8 metriä. (RT 98-11214, 2016. 1, 9.)

Ajoväylän korkeuden tulee olla riittävä mitoitetulle ajoneuvolle, ajovaraksi ohje suosittelee 0,3 metriä kiinteisiin esteisiin (RT 98-11214, 2016. 1, 9). Ajoväylän yläpuolisia tyypillisimpiä rajoitteita ovat sillat, liikennemerkkiopasteet, puiden oksat sekä sähkö- ja puhelinkaapelit. Turvallisuuden kannalta tulee erityisesti huomioida sähkökaapelit. Työsuojeluhallinnon ohjeistuksen mukaan turvaetäisyydet jännitteellisiin johtimiin tulee olla taulukon 4 mukaiset.

Taulukko 4. Varoetäisyydet sähköjohtoihin (Tapola 2011, 8)

Jännite [kV]	Varoetäisyys [m]		
	Avojohto		Riippujohto
	Alla	Sivulla	
0,4	2	2	0,5
20	2	3	1,5
110	3	5	--
220	4	5	--
400	5	5	--

Avojohdolla tarkoitetaan ilmajohtotyyppiä, jossa jokainen erillinen johdin on erikseen kiinnitetty eristekannakkeeseen. Riippujohtimessa on yleensä kolme eristettyä johdinta kierrettynä paljaan kannattimena toimivan metallivaijerin päälle. 20 kV johdoissa voidaan käyttää myös muovilla eristettyjä johtimia, joka mahdollistaa johtimien sijoittelun lähemmäksi toisiaan pylväässä. (Tapola, 2011, 5-8).



Kuvio 3. Avojohto ja riippujohto sijoitettuna samaan pylvääseen

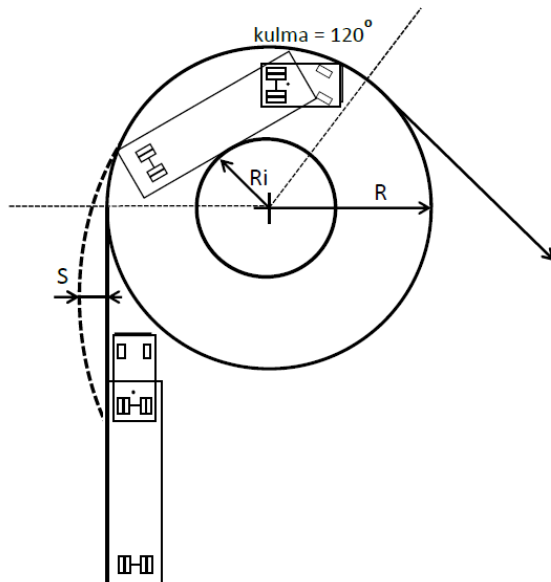
3.5 Ajoneuvon kääntyvyys ja mitoitusajoneuvot

Laitisen, Keskisaarni, Rajavan, Kulosen, Mäkelän, Mattilan ja Pikkuharjun tekemän tutkimuksen mukaan lastatun ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyyteen vaikuttavat seuraavat tekijät (2017, 15):

- ajoneuvon pituus, leveys ja mahdollinen kuorman peräylitys
- ajoneuvon akselien määrä, sijainti ja kääntyvyys
- ajoneuvon akseleiden ohjattavuus
- vetoauton ja perävaunun välinen kääntökulman maksimi (ajoneuvojen keskilinjojen välinen kulma)
- kuljettaja ja ajotapa.

Ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyydestä säädetään asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä 1257/1992 26 §. Säädöksen mukaan auton ja puoliperävaunun 16,50 m pituisen yhdistelmän, auton ja varsinaisen tai keskiakseliperävaunun enintään 18,75 m pituisen yhdistelmän on kyettävä liikkumaan koko ympyrän 360 asteen alueella, jonka määrittävät kaksi samankeskistä ympyrää siten, että ajoneuvon uloimman etukulman kulkiessa 12,50 m säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsiivu kulkee vähintään 5,30 m

säteistä kaarta pitkin. Auton ja yhden tai kahden perävaunun muodostaman yli 18,75 metriä pitkän yhdistelmän tulee kääntyä siten, että uloimman etukulman kulkiessa 12,50 m säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsiivu kulkee vähintään 2,00 m säteistä kaarta pitkin. Vaihtoehtoisesti asetus antaa mahdollisuuden tarkastella kääntyvyyttä ajettaessa 120 asteen käänнос. Tällöin yli 18,75 metriä pitkä auton ja yhden tai useamman perävaunun yhdistelmä sekä yli 16,50 m pitkä auton ja puoliperävaunun yhdistelmä saa olla siten kääntyvä, että uloimman etukulman kulkiessa 12,50 m säteisen ympyrän (kuviossa 4 merkitty R) kaarta pitkin yhdistelmän sisäsiivu kulkee vähintään 4,00 m säteistä kaarta (kuviossa 4 merkitty R_i) pitkin. Mikään perävaunun takakulma ei saa siirtyä yli 0,80 metriä ulkokaarteeseen suuntaan (kuviossa 4 merkitty S) lähettäessä tähän käänносeseen.



Kuvio 4. Ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyys (94450/2019, liite 1)

Erikoiskuljetusajoneuvojen ja -yhdistelmien osalta kääntyvyysvaatimusta on lievennetty. Mikäli ajoneuvo tai ajoneuvoyhdistelmä ylittää tiellä sallitun pituuden tai leveyden kuormaamattomana sallitaan kuvion 4 arvoiksi seuraavat: R enintään 16,50 m, R_i vähintään 7,50 m ja S enintään 1,70 m. Ulko- ja sisäympyröiden säteiden erotus saa olla enintään 9,00 metriä. (Traficom/94450/2019, liite 1.)

Ajoneuvojen kääntyvyyttä voidaan tarkastella käytännönläheisemmin liikenneväylien suunnittelun näkökulmasta. Tasoliittymien suunnittelu Suomessa perustuu edelleen Tiehallinnon tasoliittymien suunnitteluohjeistukseen vuodelta 2001. Ohjeistukseen sisältyvät liittymäsuunnittelu- ja mitoitusperusteet, liittymäpaikan ja tyyppin valinta ja tarkat liittymämitoitukset. Alemmalla tieverkolla yleisin liittymätyyppi on avoin liittymä, jossa tulo- ja poistumissuuntien välillä ei ole liikennesaarekkeita eikä tiemerkinöillä tehtyjä sulkualueita. (Tasoliittymät 2001, 9.)

Suunnittelun ja mitoituksen perusteena käytetään liikenteessä esiintyviä erilaisia ajoneuvoja, jotka on luokiteltu tien geometrista suunnittelua varten mitoitusajoneuvoiksi. Mitoitusajoneuvoista on muodostettu virtuaaliset tarkastusajoneuvot, joita hyödynnetään ajourasimulointiohjelmistoissa. Simulointiohjelmistoja ovat mm. Transoft Solutionin tarjoama AutoTurn ja Autocad ohjelmistostaan tunnetun Autodeskin valmistama Vehicle Tracking. Ohjelmistoja hyödyntämällä voidaan varmistaa risteysalueiden ja reittien toimivuus virtuaalisesti. (Laitinen ym. 2017, 13-14.)

Mitoitusajoneuvo edustaa ryhmänsä lain sallimia suurimpia sallittuja mittoja tai olemassa olevia eniten tilaa vaativia ajoneuvoja tai on muuten mitoiltaan riittävän suuri edustamaan suurinta osaa ryhmän ajoneuvoista. Taulukkoon 5 on koottu tiedot mitoitusajoneuvoista, niiden edustamista ajoneuvoryhmistä sekä niiden päämitoista.

Taulukko 5. Suomen mitoitussajoneuvojen päämitat (Tasoliittymät 2001, 13)

Mitoitusajoneuvo	Ajoneuvoryhmä	Pituus [m]	Leveys [m]	Korkeus [m]
Moduulirekka (Kam)	Yli 22 m pitkät kuorma-auton ja perävaunun yhdistelmät	25,25	2,60	4,20
Perävaunullinen kuorma-auto (Kap)	Korkeintaan 22 m pitkät kuorma-auton ja perävaunun yhdistelmät	22,00	2,60	4,20
Telilinja-auto (Lat)	Yli 13 m pitkät jäykkärunkoiset linja-autot	14,50	2,60	4,20
Linja-auto (La)	Korkeintaan 13 m pitkät linja-autot seli yli 8 m pitkät kuorma-autot ilman perävaunua	13,00	2,60	4,20
Kuorma-auto (Ka)	Korkeintaan 8 m pitkät kuorma-autot, perävaunulliset henkilö ja pakettiautot sekä traktorit perävaunuineen	8,00	2,60	4,20
Henkilöauto (Ha)	Henkilö- ja pakettiautot	5,00	1,80	1,35

Muihin kuin taulukossa 5 mainittuihin ajoneuvoryhmiin voidaan soveltaa kokonaispituuden perusteella määräytyvää mitoitussajoneuvoa. Erikoiskuljetussajoneuvot, jotka eivät täytä asetusten mukaisia kääntövyysvaatimuksia, jätetään mitoitussajoneuvo-luokkien ulkopuolelle. (Tasoliittymät 2001, 12-13).

Ajoneuvon tilantarve kääntyessä on suurempi kuin suoralla tiellä, koska ajoneuvon kiinteät takapyörät ”oikaisevat”, eli kulkevat pienempi säteistä kaarta pitkin kuin etupyörät. Erityisesti liittymissä ajoneuvon tilantarve on suuri johtuen pienestä kääntösäteestä. Liittymät pyritään suunnittelemaan siten että mitoitussajoneuvo läpäisee liittymän omaa suunniteltua ajokaistaa pitkin. Mitoituksessa huomioidaan myös kuljettajien erilaiset ajotavat ja mahdolliset ajovirheet erillisellä liikkumisvaralla. Mitoitusajoneuvojen vaatimaa tilankäyttöä liittymissä kuvataan Tasoliittymät ohjeistuksessa ajotavalla A-D. Ajotapojen kuvaukset esitetään taulukossa 6. (2001, 13-14).

Taulukko 6. Ajotavat liittymäsuunnittelussa (Tasoliittymät 2001, 14)

Ajotapa	Selite	Kuva
A-B	Ajoneuvo pysyy omalla ajokaistalla tai sille varatulla alueella ennen ja jälkeen liittymän	
C	Ajoneuvo pysyy omalla ajokaistallaan ennen liittymää, mutta liittymän jälkeen voi käyttää samansuuntaisia ajokaistoja tai oikeaa piennarta. Oikealle kääntyvä ajoneuvo voi käyttää myös vastakkaiselle ajosuunnalle tarkoitettuja kaistoja.	
D	Ajoneuvo voi käyttää samansuuntaisia ajokaistoja, pientareita tai vastakkaiselle ajosuunnalle tarkoitettuja kaistoja ennen ja jälkeen liittymän	

Eri ajotavoille määritellyt liittymien kääntösäteet eri mitoitusajoneuvojen etuakselin keskelle on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Mitoitusajoneuvojen kääntösäteet etuakselin keskelle eri ajotavoilla (Tasoliittymät 2001, 14)

Mitoitusajoneuvo	Ajouran kääntösäde [m]	
	Ajotapa A	Ajotapa B-D
Moduulirekka (Kam)	12	10
Perävaunullinen kuorma-auto (Kap)	12	10
Telilinja-auto (Lat)	13	11
Linja-auto (La)	12	10
Kuorma-auto (Ka)	10	8
Henkilöauto (Ha)	8	6

Taulukon 7 ajotavan A kääntösäteellä mitoitusajoneuvo voi läpäistä liittymän joustavasti. Ajotavassa B-D kääntösäde on lähellä minimiarvoa, jolla mitoitusajoneuvo pysyy etenemään pysähtymättä.

Ajoneuvojen tilantarve on suurempi myös tien kaarteissa. Metsätieohjeisto antaa ohjearvot kaarteiden levitykselle tien kaarresäteen perusteella. Levitykset tulee tehdä siten että levitys aloitetaan 10 m ennen kaaren alkupistettä, levitys saavuttaa 50% arvon kaaren alkupisteessä ja täyden arvon 10 m alkupisteen jälkeen. Levitysarvot on esitetty taulukossa 8. (Metsätieohjeisto 2001, 31.)

Taulukko 8. Kaarteiden levitys kaarresäteen mukaan metsäteillä (Metsätieohjeisto 2001, 31)

Kaarresäde [m]	Levitys [m]
20	3,00
30	2,00
40-50	1,50
60-90	1,00
100-110	0,50
yli 120	0,00

3.6 Ajoväylän kantavuus

Yleisten teiden kantavuuden arviointi suoritetaan tarkastamalla ajoneuvon kokonais- ja akselimassat, joiden tulee olla enintään tiellä yleisesti sallitut. Tarkastus voidaan tehdä punnitsemalla ajoneuvon akselit ajoneuvovaa'alla tai laskennallisesti. Uudemmissa kuorma-autoissa vaa'at ovat jo vakiovarusteita, jolloin lastauksen oikeellisuus voidaan tarkastaa suoraan auton tietokoneen näytöltä. Manuaalisen laskennan lähtötiedoiksi tarvitaan ajoneuvon massat kuormaamattomana, akselistojen etäisyys toisistaan sekä kuorman massa ja painopiste. Kuorma-autojen valmistajat tarjoavat asiakkailleen suunnittelupalveluja, joilla voidaan optimoida ajoneuvon kantavuus mahdollisimman suureksi. Näitä tietoja voi hyödyntää myös lastauksen suunnittelussa. Lastatun ajoneuvon akselipainojen määrittämiseksi on myös tarjolla kaupallisia sovelluksia, esimerkiksi hollantilainen perävaunuvalmistaja Nooteboom tarjoaa asiakkailleen internetselaimessa toimivaa NoVab 3.0 -laskentaohjelmistoa.

Lainsäädännön kannalta tulee huomioida, että kuljetusreitillä ei saa olla voimassa olevia painorajoituksia. Mikäli ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassa tai yksi tai useampi akselimassa ylittää yleisesti tiellä sallitut arvot, tulee kuljetukselle hakea erikoiskuljetuslupa. Erikoiskuljetusluvassa määritellään reitti, joka on kanta- vuodeltaan riittävä kuljetukselle.

Suurin osa Suomen yksityisteistä on rakennettu palvelemaan metsätaloutta. Metsätieohjeiston mukaisessa metsätien suunnittelussa tielle asetetaan tavoitekantavuus oletetun kuormituksen mukaan eri pohjamaalajien mukaan. Pohjamaalajien luokitus on esitetty taulukossa 9. Pohjamaalajeilla A-F tie mitoitetaan kestämaan tietty määrä puutavara-autoja. Alhaisimmassa varsiteiden luokassa tien tulee kestää 10-20 puutavara-autoa, kun kuljetuksia ei sallita kelirikkoaikana. (Metsätieohjeisto 2001, 35 ja 50-52.)

Taulukko 9. Pohjamaalajien luokitus (Metsätieohjeisto 2001, 35)

Pohjamaan luokka	Maa-aines	
A	Kallio, louhe, murske, murskesora	R o u t i m a t o n
B	Sora	
C	Routimaton soramoreeni, karkea hiekka	
D	Routimaton keskihiekka, routimaton hienohiekka	
E	Routiva soramoreeni, routiva hiekkamoreeni (kosteaa), routiva hieno hiekka (kosteaa)	R o u t i v a
F	Routiva hiekkamoreeni (märkä), routiva hieno hiekka (märkä), siltti ja silttimoreeni (kosteaa)	
G	Siltti ja silttimoreeni (märkä), pehmeä savi, turve ja lieju	

Kantavuuden arvioinnin kannalta haastavimpia ovat kiinteistöjen omat tiet, joiden perustamisessa ei välttämättä ole noudatettu mitään kantavuuden mitoitusperusteita. Kantavuutta on mahdollista arvioida tiedustelemalla tien omistajalta mahdollisesta aiemmasta liikennöinnistä sekä selvittämällä tien kelirikon aikaista kantavuutta. Visuaalisesti voidaan tarkastaa tien rakennemateriaaleja ja verrata tuloksia taulukoon 9.

3.7 Tien pituuskaltevuus

Tienpituuskaltevuudelle Liikennevirasto antaa ohjeistuksessaan taulukon 10 mukaiset raja-arvot (Ristikartano, Granlund, Räsänen, Salmelin 2012, 65).

Taulukko 10. Pituuskaltevuuden maksimi-arvot tielinjalla (Ristikartano, Granlund, Räsänen, Salmelin 2012, 65)

Tieluokka	Pituuskaltevuus (%)		
	Ohjearvo tai hyvä	Enimmäisarvo tai tyydyttävä	Välttävä (taajama)
Moottori- ja moottoriliikennetie	4	5	5
Valta- ja kantatie	5	6	6
Seututie	7	9 (7 ¹)	7
Yhdystie	10	12 (10 ¹)	10 (12)

¹ Taajamassa

Taulukosta 10 nähdään että yhdystieverkolla mäen nousu voi olla 10–12 metriä jokaista sataa vaakasuoraa metriä kohden. Metsätieohjeisto (2001, 28 - 32) antaa metsäteiden suunnittelun pituuskaltevuuden ohjearvoksi 10 %. Mikäli kaltevuuden vähentäminen aiheuttaa kohtuuttomia kustannuksia, voidaan arvoksi hyväksyä 12 %:n kaltevuus. Ohjeisto myös suosittaa, että tielinjauksen tulisi olla ennen nousua suora, jolloin ajoneuvo voi ottaa vauhtia ennen mäennousua. Nykyisten kuorma-autojen tekninen mäennousukyky moottorin tehon tai vääntömomentin näkökulmasta ei rajoita kuljetusmahdollisuuksia. Kriittinen tekijä on vetävien pyörien ja tienpinnan välinen kitka. Syksyllä sade voi tehdä soratienpinnan pehmeäksi tai mutaisen liukkaaksi,

talvella liukkautta aiheuttaa lumi ja jää. Haastavissa olosuhteissa kuorma-auton telivedosta on hyötyä, jonka lisäksi talvella tienpinnan kitkaa on mahdollista lisätä hiekoituksella tai vetävien pyörien lumiketjuilla. Syksyn pehmentämällä teillä tulee harvita kuljetuksen ajankohdan muuttamista.

3.8 Kuljetusvälineiden tekniset rajoitukset

Kuljetettavan tuotteen mitat sekä lastaus- ja purkaustapa kuljetusvälineeseen määrittelevät ajoneuvon lastaustilan vaatimukset. Lähtökohtaisesti lavan pituus tulee olla vähintään yhtä pitkä kuin kuljetettava esine, eli esine tukeutuu kuljetuksen aikana koko pituudeltaan lastaustilaan. Vaihtoehtoisesti tuote on mahdollista lastata myös siten, että se ei koko matkaltaan tukeudu lavalle. Tällöin tulee kuitenkin varmistaa, että tuotteen tekniset ominaisuudet sallivat lastaustavan. Yleensä tuotteen lastaus tai purkaus voi tapahtua joko trukilla tai nosturilla. Mikäli lastaus tai purkaus tapahtuu nosturilla, kuormatila tulee olla mahdollista avata katosta tai vaihtoehtoisesti kuormatilan tulee olla täysin avoin.

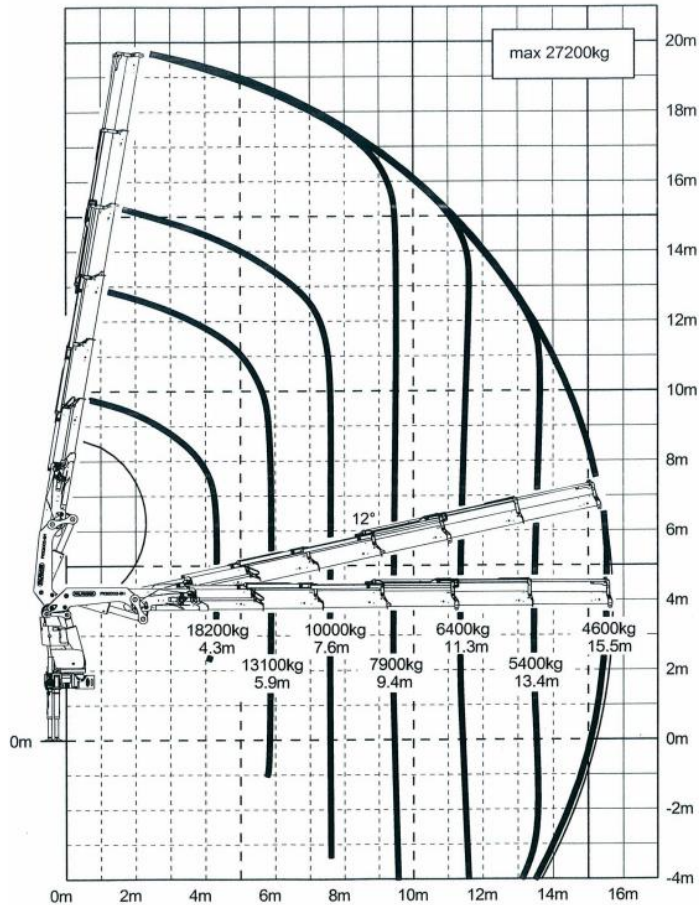
Ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassa määräytyy ajoneuvon oman massan sekä kuljetettavan esineen massan summana. Ajoneuvon kokonaismassa kohdistuu tiehen akseleiden kautta. Kokonaismassalle ja akselimassoille määrätään lainsäädännössä enimmäisarvot, tiellä yleisesti sallitut massat, joita tarkastellaan tarkemmin luvussa 4.1. Kuljetuksessa tulee pyrkiä käyttämään ajoneuvoa tai ajoneuvoyhdistelmää, jolla ei ylitetä tiellä yleisesti sallittuja massoja. Tällöin kuljetuksen reitti voidaan valita vapaammin eikä kuljetukselle tarvitse hakea lisäkustannuksia aiheuttavaa erikoiskuljetuslupaa.

Kuljetettavan tuotteen leveys ja korkeus asettavat omat vaatimuksensa kuormatilalle. Käytännössä kuljetettavan esineen suurin leveys voi olla noin 2,30 m ja korkeus noin 2,70 m, mikäli käytetään katettua kuormatilaa. Kattopurkauksessa nostolle tulee jättää turvamarginaalit, jotta ei vaurioiteta nostettavaa esinettä tai korirakennetta. Mikäli rakennus ylittää em. mitat, ainoaksi vaihtoehdoksi jää käyttää täysin avointa kuormatilaa.

3.9 Nostovälineiden tekniset rajoitukset

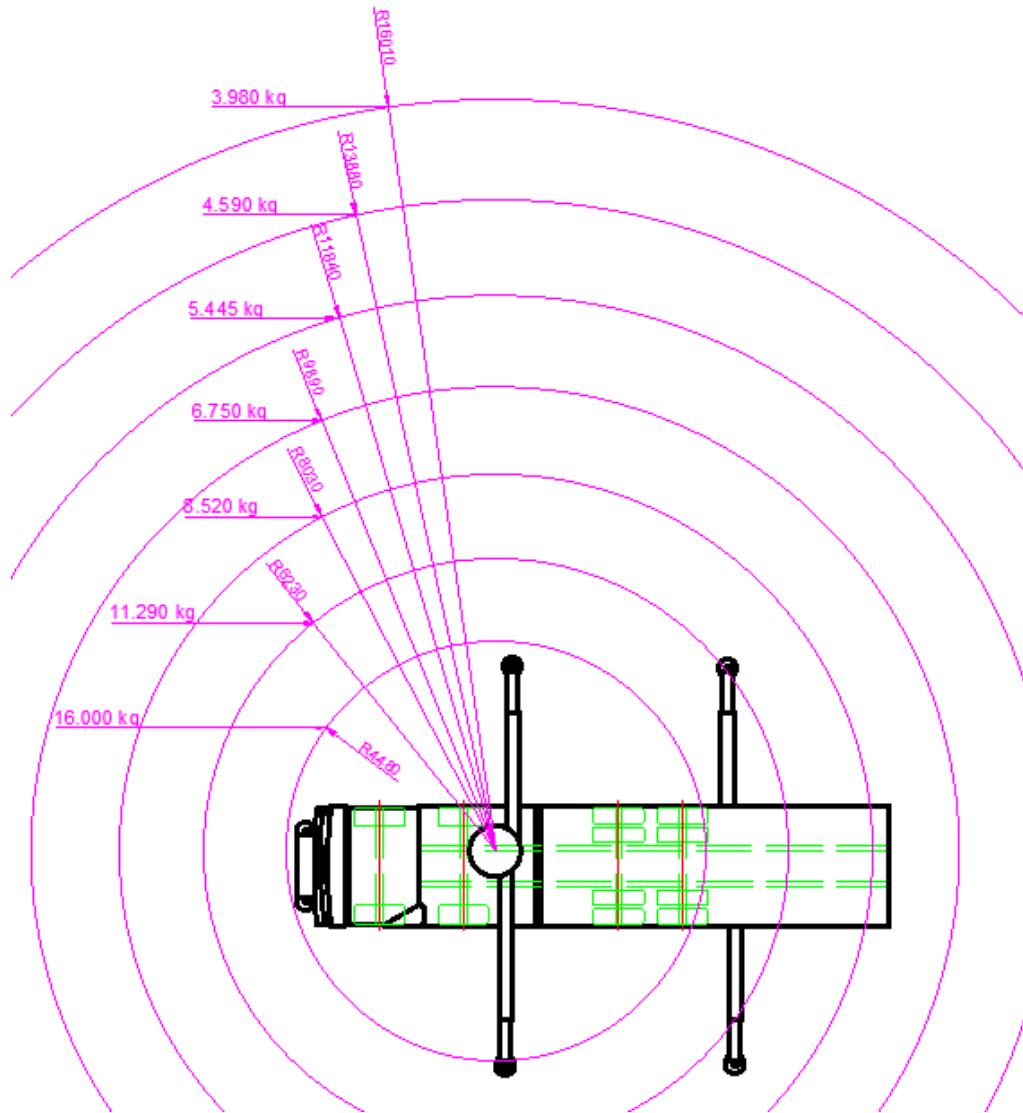
Kuormausnosturit jaetaan yleisesti valmistajien kesken kolmeen pääluokkaan, pienet, keskiraskaat ja raskaat nosturit. Pienet kuormausnosturit yleensä asennetaan pakettiauton tai kaksiakselisen kuorma-auton päälle. Nosturin nostokyky ilmoitetaan nostomomenttina eli tonnimetreinä (tm) tai kilonewtonmetreinä (kNm). Pienten kuormausnostureiden nostokyky valmistajan mukaan rajautuu maksimissaan noin 10 - 11 tonnimetriin. Keskiraskaiden kuormausnostureiden nostokyky vaihtelee 11 – 35 tonnimetrin välillä. Asennusalustana keskiraskaille kuormausnostureille toimii yleensä kolmeakselinen kuorma-auto. Keskiraskaiden kuormausnostureiden osalta tulee huomioida, että nostomomentin ollessa yli 25 tonnimetriä ja nosturia käytetään muuhun käyttöön kuin ajoneuvon kuormaamiseen tai purkamiseen, tulee nosturin kuljettajalla olla suoritettuna asianmukainen ammattitutkinto tai tutkinnon osa (A 403/2008, 14§). Raskaiksi asennusnostureiksi luetaan nostomomentiltaan yli 35 tonnimetrin nosturit, raskaimpien nostureiden nostomomentti on noin 120 tonnimetriä. Asennusalustana raskaille nostureille käytetään neljä- tai viisiakselisia kuorma-autoja. Nosturin nostokyvyn kasvaessa myös nosturin omamassa sekä ajoneuvon pituussuunnassa vaadittu tila kasvavat. Nämä tekijät pienentävät nosturiauton tavarankuljetuskantavuutta sekä lavan pituutta. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että mitä suurempi ajoneuvon nosturin nostokyky on, sitä pienempi on ajoneuvon tavarankuljetuskyky.

Nostureiden nostokyvyn arvioimiseksi nosturivalmistajat julkaisevat nosturikohtaisia kaavioita. Kuviossa 5 esimerkkinä Palfinger PK92002 -kuormausnosturin nostokykykaavio.



Kuvio 5. Palfinger PK92002 -nosturin nostokyky (Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky, n.d.)

Nostokykykaaviot ovat teoreettisia ja niiden soveltamisessa tulee noudattaa varovaisuutta. Kaavioissa nostettava massa on oletettu pistemäiseksi, käytännössä nostettavan esineen ulkomitat rajoittavat nostokykyä. Kaavion nostoetäisyys mitataan nosturin kääntökeskiöstä, mikä yleensä on lähellä ajoneuvon keskilinjaa, jolloin ajoneuvon rajojen ylittämiseen tarvitaan nostosäteestä jo noin 1,5 m. Tämän lisäksi nosturin levitettävät tukijalat rajoittavat nostojen suorittamista. Nosturin rajoitteita havainnollistaa kuvio 6.



Kuvio 6. Nosturin nostosäteet ylhäältä kuvattuna

Kuviosta 6 nähdään, että nosturin valmistaja lupaa 16.000 kg nostokapasiteetin 4,48 m etäisyydelle nosturin keskiöstä. Käytännön nostossa kappaleen tulee kuitenkin olla mitoiltaan erittäin kompakti, että luvattu massa pystytään nosturilla käsittelemään, koska ajoneuvon ääri- ja tukijalat rajoittavat nostoa säteen sisällä.

3.10 Kuljetuskustannukset

Tuotteiden kuljettamista erikoiskuljetuksina ja mitoiltaan sekä massaltaan suurempina kokonaisuuksina perustellaan usein tuotteen edullisemmalla hinnalla ja paremmalla laadulla. Valmistajan on mahdollista säästää tuotteen kokoonpanokustannuksissa, kun kokoonpano suoritetaan vakioiduissa tehdasolosuhteissa, missä tarvittavat laitteet ja välineet ovat helposti saatavilla. Kokoonpano on nopeampaa ja laadukkaampaa kuin työmaaolosuhteissa, missä usein tarvitaan esimerkiksi telineitä ja väliaikaisia sääsuojauksia. Työmaaolosuhteissa suurempien tuotekokonaisuuksien asennus käyttökuntoon on myös nopeampaa ja laadukkaampaa verrattuna kokoonpanoon pienemmistä komponenteista. Henkilöstökustannuksia on myös mahdollista säästää, kun henkilökunnan tarvitse matkustaa eri työkohteissa suorittamassa tuotteiden kokoonpanoa. Kuljetuskustannusten hallinnan merkitys kasvaa, ettei tuotantotavan tehostamisella saavutettua kustannussäästöä hukata ostamalla markkinoilta kalliita kuljetusratkaisuja. Asiakkaan näkökulmasta merkityksellistä on tuotteen kokonaisuus sisältäen tuotteen ja sen rahdin, kun se on käyttövalmiina asiakkaalla.

Kuljetuspalveluiden tuottajan merkittävimmät kustannuserät ovat kuljettajan palkka sivukuluineen ja päivärahoineen, polttoainekustannukset, kaluston korjaus-, huolto- ja ylläpitokustannukset, rengaskustannukset sekä pääomakustannukset. Lisäämällä kustannuksiin tavoiteltu voitto saadaan asiakkaalle tarjottava rahtihinta. Rahtihinta voidaan ilmoittaa kuljetettavan matkan tai käytetyn ajan mukaan esimerkiksi €/km tai €/h, kuljetettavan määrän mukaan esimerkiksi €/kg tai €/m³, kuljetettavien rahtiyksiköiden mukaan esimerkiksi €/lava tai urakkahintana tietylle määritellylle kuljetussuoritteelle.

Erikoiskuljetuksissa käytetyin hinnoittelumuoto on urakkahinta tietylle määritellylle kuljetussuoritteelle. Hinnoittelun perusteena on kuljetettavan kappaleen mitat ja massa sekä kuljetuksen lähtö- ja määräpaikka. Näillä perustiedoilla kuljetusliike määrittelee kuljetettavalle esineelle kuljetuskaluston, käytettävän reitin, erikoiskuljetuslupatarpeen sekä varoitustoimenpiteet, joiden perusteella määräytyvät tärkeimmät kustannuselementit ja voidaan laskea kuljetuksen kokonaisuus. Mikäli kuljetetaan

mitoiltaan vakioituja tuotteita ja lähtöpaikka on sama, on kuljetuksille mahdollista laatia esimerkiksi vyöhykehinnasto eri kuljetusetäisyyksille tuotekohtaisesti. Erikoiskuljetusten rahtihinnoittelu ominaispiirre on, että kuljetettavan esineen mittojen muuttumisen myötä hinta muuttuu hyppäyksittäin. Parhaana esimerkkinä tästä toimii kuljetettavan esineen leveys. Mikäli kuljetuksen leveys ylittää 3,50 m, tulee kuljetuksen mukana olla varoitusauto, jos leveys ylittää 4,00 m tulee kuljetuksen mukana olla kaksi varoitusautoa ja yli 5,00 m leveissä kuljetuksissa kolme varoitusautoa. Korkeuden osalta hyppäyksen aiheuttaa 5,00 m kokonaiskorkeuden ylitys, jolloin kuljetukselle määrätään varoitusauto ja erikoiskuljetuslupa. Kuljetuksen leveyden ylittäessä 4,00 m kuljetuksen urakkahinnasta tyypillisesti yli puolet on lupa- ja varoitusautokustannuksia.

4 Lait, viranomaismääräykset ja toimitusehdot

4.1 Tieliikenteen mitta- ja massamääräykset

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä (A1257/1992, 24§) määrittelee tiellä käytettävien ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien suurimmat sallitut mitat. Asetuksen mukaan kuorma-auton suurin sallittu pituus on 13 m. Ajoneuvoyhdistelmien pituudet saavat olla maksimissaan:

- Kuorma-auton ja puoliperävaunun yhdistelmä 23,00 m.
- Kuorma-auton ja keskiakseliperävaunun yhdistelmä 20,75 m
- Kuorma-auton ja yhden tai useamman perävaunun yhdistelmä 34,50 m.

Asetuksen 25§ mukaan kuorma-auton suurin leveys voi olla 2,60 m. Mikäli ajoneuvoyhdistelmän pituus ylittää 22,00 m eikä yhdistelmän lastaustila ole lämpöeristetty, sallitaan leveydeksi kuitenkin vain 2,55 m. Ajoneuvon suurin korkeus voi olla 4,40 m. Korkeuden ylittäessä 4,20 m kuljetuksen suorittajan ja kuljettajan tulee varmistaa reitti siten, että reitillä ei ole riskiä kuorman osumisesta tien yläpuolisiin rakenteisiin. (A 1257/1992, 25§).

Ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien suurimmista sallituista massoista säädetään ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen 21§ ja 23§. Autojen suurimmat tiellä sallitut massat on koottu taulukkoon 11.

Taulukko 11. Autojen suurimmat tiellä sallitut massat (A1257/1992)

Auton tyyppi	Sallittu kokonaismassa [kg]
Kaksiakselinen auto, poislukien linja-autot	18000
Kolmiakselinen auto	25000
Kolmiakselinen auto, mikäli sen vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella taikka jos kukin vetävä taka-akseli on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 10.500 kg	26000
Kolmiakselinen auto, jonka akseleista kaksi on varustettu paripyörin taikka jonka taka-akseleista toinen on ohjaava tai ohjautuva ja varustettu nimellislevydeltään vähintään 385 mm olevilla renkailla ja vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella	28000
Neliakselinen auto	31000
Neliakselinen auto, jos sen vetävä akseli on varustettu paripyörin tai ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella taikka jos kukin vetävä taka-akseli on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 10.500 kg	35000
Viisiakselinen auto	42000

Taulukossa 11 mainittujen maksimiarvojen lisäksi tulee huomioida, että ajoneuvon massa ei kuitenkaan saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä jokaiselta 0,10 metrilta, jonka ajoneuvon äärimmäisten akselien väli ylittää 1,80 metriä, 20.000 kg:aan 320 kg neljäakselisen auton osalta ja 350 kg viisiakselisen auton osalta (A 1257/1992, 21§).

Ajoneuvoyhdistelmien suurimmat tiellä sallitut massat on koottu taulukkoon 12. Ajoneuvoyhdistelmällä tarkoitetaan laissa auton ja puoliperävaunun yhdistelmää, auton

ja varsinaisen perävaunun yhdistelmää tai auton ja useamman perävaunun yhdistelmää.

Taulukko 12. Ajoneuvoyhdistelmien suurimmat tiellä sallitut kokonaismassat (A1257/1992)

Yhdistelmän tyyppi	Sallittu kokonaismassa [kg]
Neliakselinen yhdistelmä	36000
Viisiakselinen yhdistelmä	44000
Kuusiakselinen yhdistelmä	53000
Seitsemänakselinen yhdistelmä	60000
Kahdeksanakselinen yhdistelmä	64000
Kahdeksanakselinen yhdistelmä, mikäli vähintään 65% perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu akseleille, jotka on varustettu paripyörin	68000
Yhdeksänakselinen yhdistelmä	69000
Yhdeksänakselinen yhdistelmä, mikäli vähintään 65% perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu akseleille, jotka on varustettu paripyörin	76000
Kymmenenakselinen yhdistelmä	74000
Vähintään yksitoista-akselinen yhdistelmä	76000

Taulukossa 12 mainittuja maksimiarvoja rajoittavat seuraavat asetuksen 23§ säädökset seuraavasti:

- Vetävän ajoneuvon takimmaiselle telille ja perävaunun etummaiselle telille kohdistuvien massojen summa ei saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä 20.000 kilogrammaan 350 kilogrammaa jokaiselta 0,10 metriltä, jonka telin äärimmäisten akselien välinen etäisyys ylittää 1,80 metriä.
- Massaltaan yli 44.000 kilogramman ajoneuvoyhdistelmän massa ei saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä 20.000 kilogrammaan 320 kilogrammaa jokaiselta 0,10 metriltä, jonka ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän äärimmäisten akselien väli ylittää 1,80 metriä.
- Ajoneuvoyhdistelmässä, jonka massa on suurempi kuin 40.000 kilogrammaa, auton takimmaisesta ja massaltaan yli 10.000 kilogramman perävaunun etummaisesta akselista tulee olla vähintään 3,00 metriä.
- Ajoneuvoyhdistelmän massasta tulee vetäville akseleille kohdistua vähintään 15%. Yli 68.000 kilogramman yhdistelmän massasta tulee vetäville akseleille kohdistua vähintään 20% ja ohjaaville akseleille 9%.
- Yli 44.000 kilogramman yhdistelmissä käytettävän auton moottorin teho tulee olla vähintään 5 kilowattia jokaista yhdistelmämassan tonnia kohden.

Edellä esitettyjä ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien massoja rajoittavat akselille ja telille kohdistuvat massat. Vetävälle akselille kohdistuva massa saa olla maksimissaan 11.500 kg ja muulle kuin vetävälle akselille saa kohdistua 10.000 kg massa. Auton ja perävaunun telille kohdistuvat suurimmat sallitut massat tiellä on koottu taulukkoon 13.

Taulukko 13. Autojen ja perävaunujen suurimmat sallitut massat tiellä (A1257/1992)

Telin tyyppi	Sallittu kokonaismassa [kg]
Autossa kaksiakselinen teli, akseliväli pienempi kuin 1,00 m	11500
Autossa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,00 - 1,30 m	16000
Autossa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,30 - 1,80 m	18000
Autossa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,30 - 1,80 m, kukin vetävä akseli on varustettu paripyörineikä yhdellekään akselille kohdistuva massa yli 9.500 kg	19000
Autossa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,30 - 1,80 m, vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella	20000
Autossa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,30 - 1,80 m, telin kumpikin akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella tai jos telin kumpikin akseli on vetävä ja varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 10.500 kg	21000
Autossa kolmiakselinen teli, akseliväli pienempi kuin 1,30 m	21000
Autossa kolmiakselinen teli, akseliväli suurempi kuin 1,30 m	24000
Autossa kolmiakselinen teli, akseliväli suurempi kuin 1,30 m ja vähintään kaksi telin akseleista on varustettu paripyörin.	27000
Perävaunussa kaksiakselinen teli, akseliväli pienempi kuin 1,00 m	21000
Perävaunussa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,00 - 1,30 m	16000
Perävaunussa kaksiakselinen teli, akseliväli 1,30 - 1,80 m	18000
Perävaunussa kaksiakselinen teli, akseliväli yli 1,80 m	20000
Perävaunussa kolmiakselinen teli, akseliväli pienempi tai yhtäsuuri kuin 1,30 m	21000
Perävaunussa kolmiakselinen teli, akseliväli suurempi kuin 1,30 m	24000
Perävaunussa neljä- tai useampiakselinen teli	24000
Perävaunussa neljä- tai useampiakselinen teli, jos akseliväli suurempi kuin 1,30 m	27000
Perävaunussa neljä- tai useampiakselinen teli, jos akseliväli suurempi kuin 1,30 m ja äärimmäisten akselien välinen etäisyys on suurempi kuin 4,70 m	30000
Perävaunussa viisi- tai useampiakselinen teli, jos akseliväli suurempi kuin 1,30 m ja äärimmäisten akselien välinen etäisyys on suurempi kuin 6,70 m	36000

4.2 Erikoiskuljetusmääräykset

Erikoiskuljetusten lainsäädännöllinen perusta on kirjoitettu tieliikennelakiin 267/1981 ja ajoneuvolakiin 1090/2002. Laeissa määrätään, että Liikenne- ja viestintävirasto Traficom antaa tarkemmat määräykset erikoiskuljetuksen suorittamisesta. Traficomien 29.3.2019 annetussa erikoiskuljetuksia ja erikoiskuljetusajoneuvoja koskevassa määräyksessä (Traficom 94450/2019, luku 1.1) annetaan lainsäädäntöä tarkemmat määräykset mm. erikoiskuljetusajoneuvoista ja -yhdistelmistä, erikoiskuljetuksena sallittavista kuormista, sallituista mitoista ja massoista, erikoiskuljetuksen kuormaamisesta, kuorman merkitsemisestä, erikoiskuljetuksen nopeusrajoituksista sekä erikoiskuljetuksen liikenteenohjauksesta ja varoitustoimenpiteistä.

Traficomien määräyksessä (Traficom 94450/2019, luku 1.2) jakamattomalla esineellä tarkoitetaan kuormana olevaa esinettä, joka yksinään muodostaa jakamattoman kuorman. Useita jakamattomia esineitä on sallittua kuormata useita yhteen jakamattomaan kuormaan, mikäli ei ylitetä tiellä yleisesti sallittua massaa, eikä lisätä tiellä yleisesti sallitun mitan ylittymistä. Jakamattomaksi kuormaksi on erityisesti määritelty rakennus tai rakennuksen osa.

Tieliikennelain (L 267/1981, 87c§) mukaan erikoiskuljetukseen tarvitaan erikoiskuljetuslupa, jos kuljetus ylittää tiellä sallitun massan tai merkittävästi tiellä sallitun mitan. Traficomien määräyksessä (Traficom 94450/2019, luku 9) määrätään erikoiskuljetuksessa ilman erikoiskuljetuslupaa sallitut mitat. Erikoiskuljetuslupien myöntäjä Pirkanmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus on julkaissut taulukossa 14 esitetyn yhteenvedon ilman erikoiskuljetuslupaa sallituista mitoista.

Taulukko 14. Sallitut mitat ilman erikoiskuljetuslupaa (Pirkanmaan Elinkeino- liikenne ja ympäristövirasto, 2019)

Ajoneuvo tai yhdistelmä, joka on rekisteröity EU- tai ETA- valtiossa	Leveys m ¹⁾	Pituus m ¹⁾	Suuremmalle mitalle saa kuljetusluvan
Kuorma-auto	4,00	13,00	Kyllä Ei ²⁾
Kuorma-auto, jossa kuormaukseen soveltuva nosturi ja tuentalaitteet, kun kuormana on vene	4,00	16,00	Kyllä
Ajoneuvonkuljetusauto	3,50	16,00	Kyllä ³⁾
Traktori ja ajoneuvonkuljetusperävaunu	3,50	20,00	Kyllä ⁴⁾ Ei
Omalla voimakoneella liikkuva ajoneuvo, jota ei ole tarkoitettu kuorman kuljettamiseen	4,00	20,00	Kyllä
Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä tai kuorma-auton ja usean perävaunun yhdistelmä	4,00	30,00 34,50	Kyllä Kyllä ⁵⁾ Ei
Kuorma-auto ja varsinainen erikoiskuljetusperävaunu	4,00	30,00 34,50	Kyllä Kyllä ^{5, 6)} Kyllä ⁶⁾
Kuorma-auto ja puoliperävaunu	4,00	40,00	Kyllä
Traktori ja perävaunu	4,00	20,00	Kyllä
Traktori ja kuormaamaton turvetuotantoperävaunu tai traktori ja hinattava laite	4,00	30,00	Kyllä
Pakettiauto	3,50	12,00	Ei
Kuorma-, henkilö- tai pakettiauto ja keskiakseliperävaunu	3,50	20,75	Kyllä ⁷⁾ Ei ⁸⁾

Kuorman ylityksellä ei ole merkitystä luvan myöntämiselle edellä mainittujen vapaiden mittarajojen puitteissa. Kuorman ylitykset vaikuttavat varoitustoimenpiteisiin. Tarkemmat tiedot Traficomien erikoiskuljetusmääräyksen kohdissa 5.1 ja 7.2.

¹⁾ Tielle yleisesti sallittua tai ajoneuvoa suurempi mitta saa tulla vain jakamattomasta kuormasta.

²⁾ Pituuden ylitys on sallittu kuorman lastauksen tai purkamisen yhteydessä, jos purettava kuorma on kuljetettu perävaunussa.

³⁾ Luvan saa enintään leveydelle 4,00 metriä ja enintään pituudelle 18,00 metriä.

⁴⁾ Luvan saa enintään leveydelle 4,00 metriä.

⁵⁾ Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmän tai kuorma-auton ja usean perävaunun yhdistelmän leveyden ollessa enintään 3,50 metriä, pituuden vapaa mittaraja on 34,50 metriä. Leveyden ylittäessä 3,50 metriä, pituuden vapaa mittaraja on 30,00 metriä.

⁶⁾ Pituuden tulee kuormaamattomana ylittää tiellä yleisesti sallittu mitta.

⁷⁾ Luvan saa enintään leveydelle 4,00 metriä, jos perävaunun leveys on yli 2,60 metriä eikä kuorma ole 1 metriä perävaunua leveämpi.

⁸⁾ Kuorma-auton ja hinattavan laitteen yhdistelmän vapaa pituus on 30,00 metriä.

Taulukon 14 osalta tulee huomioida, että kaikkien ajoneuvojen ja yhdistelmien suurin sallittu korkeus ilman erikoiskuljetuslupaa on 4,40 m. Mikäli kuljetuksessa ylitetään aikaisemmassa luvussa 4.1 esitettyjä yleisesti tiellä sallittuja akseli-, ajoneuvo- tai yhdistelmämassoja tulee ylitykselle hakea aina erikoiskuljetuslupa. Lisäksi tulee muistaa, että Traficomien määräystä tulee noudattaa varoitustoimenpiteiden ja kuorman merkitsemisen osalta, vaikka erikoiskuljetuslupaa ei edellytetä.

Erikoiskuljetuksen varoitustoimenpiteet määräytyvät pääsääntöisesti kuljetuksen mittojen perusteella. Erikoiskuljetusluvan lupaehdoissa 4/2019 (2019, 3) on selkeästi taulukoitu varoitus- tai EKL-autojen määrä perustuen kuljetuksen mittoihin.

Taulukko 15. Varoitusautojen tai EKL-autojen määrä erikoiskuljetuksessa (Erikoiskuljetusluvan lupaehdot 4/2019, 3)

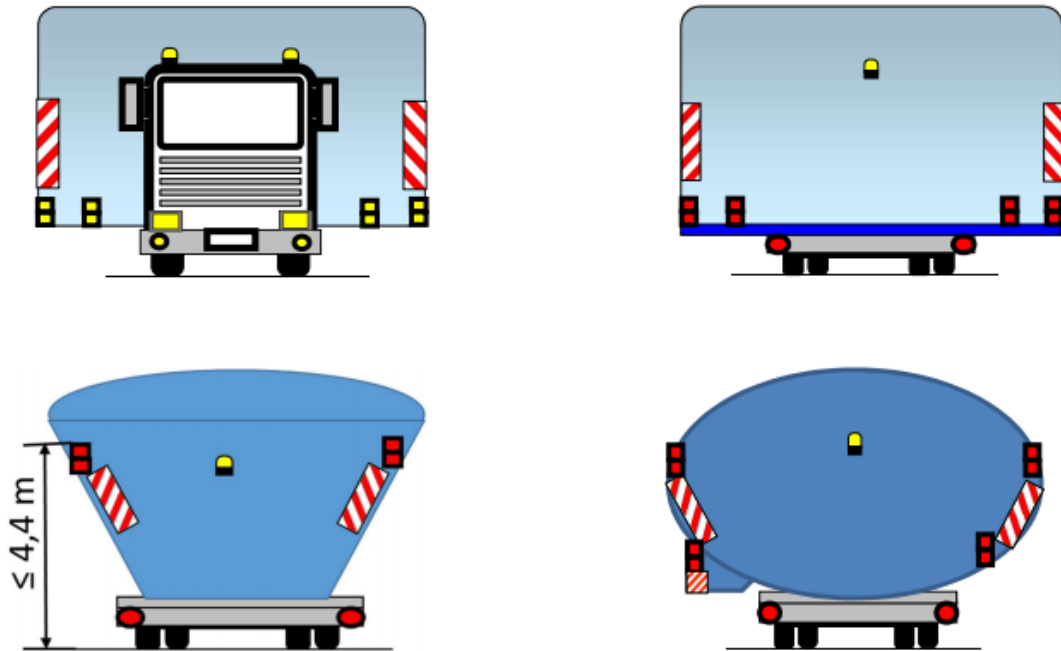
Varoitusautojen tai EKL-autojen vähimmäismäärä erikoiskuljetuksessa						
Korkeus yli 5,00 m, varoitusautoa tai EKL-autoa on käytettävä kuljetuksen edessä						
	Leveys (m)					
Pituus (m)	enintään 3,00	yli 3,00	yli 3,50	yli 4,00	yli 5,00	***) yli 7,00
enintään 30,00			1	2	3	4
yli 30,00	*)	1	1	2	3	4
yli 35,00	1	2	2	3	3	4
yli 40,00	2	2	3	3	3	4
yli 45,00	2	3	3	3	3	4
yli 50,00	3	3	3	3	3	4

*) Varoitusautoa on käytettävä, jos kuljetuksen leveys on yli 2,60 metriä ja samalla pituus on yli 30,00 metriä.

**) Yli 7 metriä leveässä erikoiskuljetuksessa on käytettävä vähintään neljää varoitusautoa, joista yksi tai useampi voi olla hälytysvarusteinen poliisiauto.

Taulukossa 15 mainittujen tapausten lisäksi varoitusautoa on käytettävä, mikäli ajetaan vasten liikennettä tai liikennemerkkien vastaisesti, ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän Traficomien määräyksen mukainen kääntyvyysvaatimus ei täyty, kuljetuksen suurin sallittu nopeus on 40 km/h tai pituussuuntainen etäisyys ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän takimmaisesta akselista ajoneuvon tai kuorma takimmaiseen kohtaan on yli 6,00 m.

Yleisesti tiellä sallittua leveämpi kuljetus tulee merkitä Traficomien määräyksen (94450/2019, luku 5) mukaisesti tunnusvalaisimilla ja tunnuskilvillä, mikäli kuljetus ylittää toiselta tai molemmilta sivuilta sallitun leveyden enemmän kuin 0,10 m. Merkinnot sijoitetaan enintään 4,40 m korkeudelle, kuorman molemmille puolille osoittamaan kuljetuksen leveintä kohtaa. Tunnuskilpien pinta-ala eteen- ja taaksepäin tulee olla vähintään 0,30 m². Tunnusvalaisimien valaisevan osan pinta-ala tulee olla vähintään 40 cm². Tunnusvalaisimia sijoitetaan aina kaksi päällekkäin. Erikoiskuljetuslupaehdojen 4/2019 piirros, joka on esitetty kuviossa 7 havainnollistaa leveän kuljetuksen merkintöjä.



Kuvio 7. Esimerkkejä leveän kuljetuksen merkinnöistä. (Erikoiskuljetusluvan lupaehdot 4/2019, 8)

Mikäli ajoneuvon reunimmaisten ja kuljetuksen ulommaisten valaisimien väli on yli 1 m, tulee väliin lisätä ylimääräiset tunnusvalaisimet kuvion 7 mukaisesti. Vierekkäisten valaisimien etäisyys ei saa ylittää 1,00 m etäisyyttä. Lisäksi kuljetusajoneuvo varustetaan kahdella vilkkuvalla ruskeankeltaista valoa näyttävällä varoitusvalaisimella tai vastaavalla valopaneelilla. Mikäli ajoneuvon rakenteesta tai kuormasta johtuen vilkkuvat valot eivät näy taaksepäin, tulee kuljetuksen takaosaan asentaa yksi vilkkuva varoitusvalaisin. Mikäli kuljetuksessa käytetään takana varoitusautoa, valaisinta ei tarvitse asentaa. (Traficom 94450/2019, luvut 5.3. ja 5.4.)

4.3 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maa-alueiden käyttöä ja rakentamista ohjataan Suomessa maankäyttö- ja rakennuslailla 132/1992. Lailla säädetään alueiden ja rakennusten suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä pyrkien edistämään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys. (L132/1992, 1§, 2§.)

Maankäyttöä ohjataan kaavoituksella maankäyttö- ja rakennuslain määräysten mukaisesti. Valtioneuvosto päättää valtakunnallisista alueiden käyttötavoitteista, joita ovat esimerkiksi liikenne- ja energiaverkon kansainväliset tai maakunnallista laajemat hankkeet tai kansalliseen kulttuuri- ja luonnonperintöön vaikuttavat hankkeet (L132/1992, 22§). Maakuntakaavassa sovitetaan yhteen valtakunnalliset, maakunnalliset ja paikalliset alueiden suunnittelutavoitteet. Maakuntakaavan laatii maakunnan kuntien muodostama kuntayhtymä, maakunnan liitto. (L132/1992, 25§, 26§.)

Yleiskaavan laatiminen on laissa määrätty kunnan tehtäväksi. Yleiskaavan hyväksyy kunnanvaltuusto. Kaavalla ohjataan yhdyskuntarakenteen toimivuutta järjestämällä asuminen, palvelut, yritystoiminta, virkistysalueet sekä liikenne, vesi-, energia- ja jätehuolto luonnonvarojen, ympäristön ja talouden kannalta kestävästi. Rakennuslupa voidaan myöntää yleiskaavan perusteella, mikäli se kyseisessä kaavassa on sallittu rakennusluvan myöntämisen perusteena. (L132/1992, 36§-39§, 44§.)

Alueiden yksityiskohtaista suunnittelua varten kunnat on veloitettu laatimaan asemakaavan, kun kunnan kehitys tai maankäytön ohjaustarpeet sitä edellyttävät. Asemakaavalla kunta osoittaa alueita erilaisille toiminnoille kuten asuminen, palvelut, teollisuus, liikenne ja virkistyskäyttö. Asemakaavassa nimetään alueen tiet ja kadut sekä annetaan kunnanosan ja korttelin numerot. Asemakaavamääräyksillä annetaan tarpeelliset ohjeet alueen rakentamista varten, kuten tontin käyttötarkoituksesta, rakennusoikeudesta, rakennusten määrästä ja sijoittumisesta tontille. (L132/1992, 50§-57.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää, että kunnan tulee laatia rakennusjärjestys, jossa annetaan tarpeelliset paikalliset määräykset suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen toteuttamiseksi. Järjestyksen määräykset voivat koskea rakennuspaikkaa, rakennuksen kokoa, rakennuksen sijoittumista tontille sekä muita rakentamisen ympäristöön sopeuttamiseksi annettuja määräyksiä. Rakennusjärjestyksestä voidaan poiketa yleis- tai asemakaavalla tai Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksillä. (L132/1992, 14§.) Kunnan rakennusjärjestys on yleensä helposti löydettävissä kunnan verkkosivustolta.

Suomen rakentamismääräyskokoelman ylläpitäminen määrätään maankäyttö- ja rakennuslaissa ympäristöministeriön ylläpidettäväksi. Kokoelmaan kootaan kaikki rakentamista koskevat säädökset, rakentamismääräykset ja ministeriön ohjeet. Lisäksi kokoelmaan voidaan ottaa muiden viranomaisten rakentamista koskevia määräyksiä. (L132/1992, 13§.)

4.4 Rakennuslupa ja rakennuslupamenettely

Rakentamisen luvanvaraisuudesta säädetään maankäyttö- ja rakennuslain luvuissa 18 ja 19. Pääsääntöisesti rakennuksen rakentamiseen tai laajentamiseen tarvitaan rakennuslupa. Mikäli rakennustyöllä on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveyteen tai rakennuksen energiatehokkuuteen tai muutetaan rakennuksen teknisiä järjestelmiä, voidaan työltä edellyttää rakennuslupaa.

Toimenpideluvalla on mahdollista pystyttää rakennelma tai laitos, jota ei pidetä rakennuksena tai sillä voidaan muuttaa rakennuksen ulkoasua tai tilajärjestystä. Esimerkkejä tällaisista rakennelmista ovat mastot, piiput, hiihtohissit, katokset, vajat ja kioskit. Kunta voi antaa rakennusjärjestyksessään tarkentavia ohjeita toimenpideluvan alaisista rakennelmista tai vapauttaa vähäiset rakennelmat toimenpidelupavaatimuksesta. (L132/1992, 1265§.) Kunnan rakennusjärjestyksessä yleensä määritellään rakennelmien koko, jotka vaativat toimenpideluvan tai joille riittää pelkkä rakennusvalvontaan tehty ilmoitus.

Maisematyöluvalla on mahdollista tehdä maisemaa muuttavaa maanrakennustyötä tai puiden kaatamista. Maisematyölupa edellytetään asemakaava-, ranta-asemakaava-, yleiskaava- ja rakennuskieltoalueilla tehtäville töille. Kunta voi rakennusjärjestyksessään määrätä, että merkitykseltään ja vaikutukseltaan vähäiseen toimenpiteeseen voi ryhtyä pelkän rakennusvalvontaviranomaiselle tehdyn ilmoituksen perusteella, mikäli viranomaisen ei 14 vuorokauden kuluessa ilmoituksesta vaadi luvan hakemista ilmoitettuun toimenpiteeseen (L132/1992, 125§-129§.)

Rakennuslupaa haetaan kirjallisesti kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Hakemukseen tulee liittää ainakin selvitys rakennuspaikan omistussuhteista sekä rakennusuunnittelijan varmentamat rakennuksen pääpiirustukset sekä asemapiirros. Lisäksi voidaan vaatia selvitykset rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista, energiaselvitys, selvitys rakennuspaikan terveellisyydestä ja korkeussuhteista sekä muita mahdollisia olennaisia selvityksiä. Asemakaava-alueella rakennuslupa voidaan myöntää, mikäli:

- rakennushanke on asemakaavan mukainen
- rakentaminen täyttää maankäyttö- ja rakennuslain vaatimukset ja sen nojalla asetut vaatimukset
- rakennus soveltuu paikalle
- rakennuspaikalle on käyttökelpoinen pääsytie tai mahdollisuus sellaisen järjestämiseen
- vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman ympäristöhaittoja
- rakennusta ei sijoiteta tai rakenneta siten että se tarpeettomasti haittaa naapurua

Asemakaava-alueen ulkopuolelle rakennuslupa voidaan myöntää, mikäli:

- rakennuspaikka on tarkoitukseen soveltuva, rakentamiseen kelvollinen ja riittävän suuri, vähintään kuitenkin 2000 m²
- rakentaminen täyttää Maankäyttö ja rakennuslain vaatimukset ja sen nojalla asetut vaatimukset
- rakennus soveltuu paikalle
- rakennuspaikalle on käyttökelpoinen pääsytie tai mahdollisuus sellaisen järjestämiseen
- vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman ympäristöhaittoja
- teiden rakentaminen, vedensaannin tai viemäroinnin järjestäminen ei saa aiheuttaa kunnalle erityisiä kustannuksia
- maakunta- tai yleiskaavasta johtuvat mahdolliset rajoitukset otetaan huomioon.

Rakennusluvan myöntämisen yhteydessä hyväksytään pääpiirustukset noudatettavaksi rakentamisessa. Lupapäätös toimitetaan julkipanon jälkeen hakijalle.

(L132/1992, 130§-142§.)

Ympäristöministeriö antaa rakennusmääräyskokoelman ohjeissa (YM3/601/2015, 3-5) lakia tarkentavat määräykset rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. Rakennuslupahakemukseen tulee liittää asemapiirros, rakennuksen pohja- ja leikkauspiirustus sekä julkisivupiirustus. Asemapiirroksesta tulee ilmetä, että suunniteltu rakentaminen on kaavan ja rakennusjärjestyksen mukaista. Piirrokseseen sisällytetään rakennuspaikan rajat mittoineen, lähiympäristön kiinteistöjen rajat, kaavamerkinnät määräyksineen sekä rakennuspaikan ja rajojen korkeusasemat ja -käyrät. Ra-

kennuksen etäisyys rajoista ja mahdollisesta rannasta merkitään piirrokseseen sekä rakennuksen suunnitellut korkeusasemat. Lisäksi suunnitelmaan tulee merkitä pääsy piha-alueelle sekä ajoneuvoliikennejärjestelyt.

Rakennuspaikan olosuhteiden ja rakennushankkeen ominaisuuksien perusteella määritellään tarve perustamis- ja pohjaolosuhdeselvitykselle. Selvitykseen on sisällytettävä tarvittaessa tiedot maaperän laadusta, rakennuksen korkeusasema rakennuspaikalla todettuna, pohjaveden pinta, rakennuspaikasta tai vesistön läheisyydestä aiheutuva tulvariski, toimenpiteet radonhaitan torjumiseksi sekä tiedot rakennuspaikan mahdollisesti saastuneista maamassoista ja niiden käsittelystä. Helppoissa maaperäolosuhteissa ja pienissä rakennuskohteissa selvitykseksi riittää pohja- ja leikkauspiirroksissa esitetyt tiedot maaperästä. (YM3/601/2015, 8.)

4.5 Tiekuljetussopimuslaki

Tiekuljetussopimuslaki määrittelee moottoriajoneuvoilla tapahtuvan vastikkeellisen tavarankuljetuksen säännöt. Lain säädökset ovat pakottavia, kansainvälisessä kuljetuksessa lain säädöksistä poikkeava kuljetussopimuksen ehto on mitätön. Suomen rajojen sisällä tapahtuvassa kuljetuksessa säädöksistä voidaan poiketa, mikäli se on kohtuullista johtuen kuljetuksen tai tavaran poikkeuksellisesta laadusta tai muista erityisistä olosuhteista. (L345/1979, 1§, 5§.)

Kuljetussopimuksen syntyminen on vahvistettava rahtikirjalla. Kotimaisessa kuljetuksessa tavaran lähettäjä ja rahdinkuljettaja voivat kuitenkin sopia, että rahtikirjaa ei laadita. Rahtikirjaa ei myöskään tarvitse tehdä, jos sen laatiminen aiheuttaa erityistä haittaa tai se ei ole ollut tapana kyseisissä kuljetuksissa. Mikäli rahtikirjaa ei ole laadittu, sopimus on kuitenkin pätevä ja sopimukseen sovelletaan tiekuljetussopimuslain säädöksiä. Kotimaisessa kuljetuksessa rahtikirjaan tulee merkitä tavaran lähettäjän nimi ja osoite, tavaran vastaanottajan nimi ja osoite, rahdinkuljettajan nimi ja osoite, tavaran lastauspaikka ja päivämäärä, tavaran määräpaikka, kollien lukumäärä ja merkinnät, tavaran kokonaispaino tai muuten ilmaistu määrä sekä vaarallisen tavaran nimike. (L345/1979, 6§, 8§.)

Kuljetussopimuksen osapuolten oikeudet ja velvollisuudet määritellään tiekuljetussopimuslain kolmannessa luvussa. Tavarán lähettájá vastaa rahtikirjan tietojen oikeellisuudesta ja on velvollinen korvaamaan rahdinkuljettajalle kustannukset ja vahingot, mitká aiheutuvat virheellisistä tiedoista. Lähettájá on velvollinen myös korvaamaan rahdinkuljettajalle tavarán puutteellisesta pakkauksesta aiheutuneet vahingot ajoneuville, varusteille tai muulle tavaralle. Rahdinkuljettajan tulee lastauksen yhteydessä tarkastaa, että tavara ja rahtikirjassa annetut tiedot vastaavat toisiaan sekä pakkauksien kunto. Mikáli rahdinkuljettaja tarkastuksen yhteydessä löytää huomautettavaa, tulee hänen tehdä rahtikirjaan varauma ja ilmoittaa sen syy. Mikáli varaumaa ei tehdä, katsotaan tavarán kunnon olevan lastauksen yhteydessä hyvä. Lähettäján oikeus määrätä tavarasta kuljetuksen aikana jatkuu, kunnes tavara on saapunut määrápaikkaan ja vastaanottaja on vaatinut tavaraa luovutettavaksi. Rahtikirjan merkinnällä lähettájá voi luovuttaa määrásvallan tavarasta vastaanottajalle jo rahtikirjan tekemisestä lähtien. Se osapuoli, jolla on oikeus määrätä tavarasta, vastaa rahdinkuljettajalle antamiensa ohjeiden aiheuttamista kustannuksista. Mikáli tavarán luovuttamiselle määrápaikassa ilmenee este, tulee rahdinkuljettajan pyytää ohjeita lähettäjältä. Rahdinkuljettaja on oikeutettu saamaan korvauksen ohjeiden hankkimisesta ja noudattamisesta aiheutuneista kustannuksista.

Rahdinkuljettajan vastuista säädetään tiekuljetussopimuslain neljännessä luvussa. Rahdinkuljettaja vastaa kuljetettavan tavarán katoamisesta, vähentymisestä tai vahingoittumisesta sekä luovutuksen viivästyimisestä tavarán kuljetettavaksi ottamisen ja luovuttamisen välisenä aikana. Tästä vastuusta rahdinkuljettaja voi vapautua, mikäli katoaminen, vähentyminen, vahingoittuminen tai luovutuksen viivästyminen on johtunut lähettäján tai vastaanottajan virheestä tai olosuhteista, joita rahdinkuljettaja ei ole voinut välttää. Lisäksi rahdinkuljettaja vapautuu vastuusta, mikäli kuljetukseen sisältyy erityinen vaara. Tällaisia vaaroja ovat muun muassa: avonaisen moottoriajoneuvon käyttö, kun sellaisesta on nimenomaisesti sovittu, tavaroiden puutteellinen pakkaus, tavarán käsittely, lastaaminen tai purkaminen lähettäján tai vastaanottajan toimesta, tavarán alttius vahingoittumiselle tai tavarán virheellinen tai puutteellinen merkintä.

4.6 Ajoneuvonostureiden vuokrauksen yleiset ehdot

Ajoneuvonostureita käytetään Suomessa runsaasti rakennuskohteissa vuokraperiaatteella, jolloin nostotyöntilaaaja vastaa työnjohdosta. Näissä vuokrasuhteissa yleisiksi sopimusehdoiksi ovat vakiintuneet Infra ry:n julkaisemat Ajoneuvonostureiden vuokrauksen yleiset ehdot vuodelta 2009. Ehtoja sovelletaan, kun ajoneuvonosturialan yrittäjä tai yritys luovuttaa ajoneuvonosturin tai muuta liikkuvaa nostokalustoa kuljettajineen korvausta vastaan tilaajan käyttöön tilaajan vastatessa työnjohdosta. Ehdossa on huomioitu valtioneuvoston asetuksen 205/26.3.2009 määräykset rakennustyön turvallisuudesta.

Ehtojen perusteella tilaajan vastuulla on nostotyön suunnittelu, työnjohto sekä nostotyön johtajan nimeäminen. Vaativien nostojen suunnittelu ja esitys tulee laatia kirjallisesti. Tilaajan vastuulla on nostotyön kannalta tärkeiden tietojen oikeellisuus. Tällaisia tietoja ovat nostettavan taakan paino ja mitat. Taakan ja sen kiinnityspisteiden tulee kestää nosto eivätkä ne saa vaurioittaa nostovälineitä. Työskentelyolosuhteiden osalta tilaaja vastaa nostopaikan ja käytettävien teiden maapohjan riittävästä kantavuudesta, tasaisuudesta sekä liukkauden torjunnasta. Mahdolliset työskentelyalueella olevat johdot, kaapelit tai putkistot tulee merkitä, poistaa tai suojata ennen työskentelyn aloittamista. Asiattomia henkilöitä, ajoneuvoja tai koneita ja laitteita ei saa päästää tai sijoittaa työskentelyalueelle. Tilaajan tulee myös halutessaan vakuuttaa nostettava taakka.

Vuokranantajan velvollisuus yleisten ehtojen mukaan on toimittaa tilaajan antamien tietojen perusteella tilaajan hyväksymä nosturi sovittuna ajankohtana tilaajan työnjohdon käyttöön. Vuokranantaja vastaa, että nosturi on työkuntoinen ja täyttää liikenne- ja työturvallisuusmääräykset. Vuokratun nosturin kuljettajalla tulee olla lainsäädännön edellyttämä ammattipätevyys nosturin kuljettamiseen. Nosturinkuljettaja on velvollinen noudattamaan tilaajan työnjohdon määräyksiä ja suorittamaan työnsä ammattitaitoisesti, huolellisesti ja työturvallisuusmääräyksiä noudattaen.

Ajoneuvonostureiden yleiset vuokrausehdot ovat rakennusalan nostoihin vakiintuneet, selkeät ja toimivat, kun vuokrasopimuksen osapuolet ovat alojensa ammattilaisia ja rakennustyömaalla on nostotöitä tunteva työnjohtaja. Yksityishenkilöille tehtävissä nostoissa tilanne on erilainen. Tilaajalla ei ole asiantuntemusta nostotöistä tai ehdoissa määritellyistä vastuista. Tällöin tulisi harkita nostotyön teettämistä urakana, jolloin nosturiyrittäjä asiantuntijaosapuolena ottaa vastuulleen noston suunnittelun ja työnjohtotehtävät.

4.7 Hirsitaloteollisuus ry:n yleiset sopimusehdot

Hirsitaloteollisuus ry on hirsitalotehtaiden muodostama järjestö, joka on julkaissut hirsitalopakettien ja hirsituotteiden kuluttajakauppaa sekä asennusta koskevat yleiset sopimusehdot 3/2010. Kuluttaja-asiamies on hyväksynyt ehdot, joten ehtoihin sitoutumalla talovalmistaja noudattaa myös kuluttajasuojalain 38/1978 määräyksiä. Tämän vuoksi kuluttajasuojalain määräyksiä ei käsitellä enää erikseen.

Yleisten sopimusehtojen mukaan myyjän (hirsitalotehdas) ja ostajan välinen sitova sopimus syntyy, kun molemmat ovat allekirjoittaneet hankintasopimuksen tai kun myyjä vahvistaa tilauksen kirjallisesti. Sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys on sopimusehtojen 5.1. kohdan mukaisesti seuraava:

1. hankintasopimus
2. tilausvahvistus
3. hankintasopimuksen ja tilausvahvistuksen liitteet
4. tilaus
5. tarjous
6. tarjouspyyntö
7. hirsitalopakettien ja hirsituotteiden yleiset sopimusehdot 3/2010.

Tavaran kuljetusta, purkamista ja varastointia koskevat sopimusehdot ovat luvussa 10. Myyjän tehtävänä on huolehtia kuljetuksesta ja kuljetuksen ja varastoinnin aiheuttamista kustannuksista, kunnes tavara on luovutettu ostajalle. Mikäli luovutus viivästyy ostajasta johtuvasta syystä, ostaja vastaa viivästymisestä aiheutuvista kustannuksista myyjälle. Myyjän tulee antaa ostajalle ohjeistus kuljetuksesta, työmaateistä, purkamispaikasta ja tuotteiden varastointia ja suojausta koskevat ohjeet kirjallisesti. Ostajan velvollisuus on noudattaa annettuja ohjeita.

Toimituksen viivästymistä ja vaaranvastuuta koskevat sopimusehdot ovat sopimusehtojen luvuissa 12 ja 13. Molemmat osapuolet ovat velvollisia viipymättä ilmoittamaan toisilleen mahdollisista viivästyksistä ja viivästyksen syystä kirjallisesti. Viivästykset voivat johtaa korvauksiin sopimusehtojen mukaisesti. Vaaranvastuu myydystä tavarasta on myyjällä, kunnes se on luovutettu ostajan hallintaan. Mikäli myyjä vastaa kuljetuksesta, tavarán luovutus katsotaan tapahtuneeksi, kun tuote on purettu kuljetusvälineestä sovitulle paikalle. Mikäli hankintasopimuksessa sovitaan, että ostaja vastaa kuljetuksesta, niin vaaranvastuu siirtyy hänelle, kun tuote on lastattu ostajan hankkimaan kuljetusvälineeseen. Asennustyön osalta vaaranvastuu siirtyy ostajalle, kun asennus on saatettu loppuun.

Sopimusehtojen luvut 15 ja 16 määrittelevät toimituksen tarkastuksen ja virheilmoituksen ehdot. Toimitusta tulee seurata rahtikirja tai muu kuljetusasiakirja. Kuljetusasiakirjan kuittauksella ostaja vahvistaa tavarán vastaanotetuksi. Ostajan tulee tarkastaa pakkaukset ulkoisesti vastaanoton yhteydessä ja tehdä merkintä mahdollisista vaurioista tai puuttuvista pakkauksista kuljetusasiakirjaan. Luovutuksen jälkeen ostajan on tarkastettava tavarat lähetysluettelon perusteella, erityisesti pakkaukseltaan vaurioituneet tuotteet. Mikäli tavara toimitetaan paikalleen asennettuna, tulee ostajan ja myyjän kesken pitää erillinen vastaanottotarkastus myyjän ilmoittamana ajankohtana. Ostajan tulee ilmoittaa toimituksen puutteesta ja virheestä myyjälle kohtuullisessa ajassa, normaali olosuhteissa 14 vuorokauden kuluessa siitä, kun hän havaitsi virheen tai puutteen.

Ostajan mahdollisia sopimusrikkomuksia käsitellään yleisten sopimusehtojen luvussa 19. Mikäli tavarán luovutus tai myyjän vastuulle kuuluva asennus viivästyvät ostajasta johtuvista syistä, myyjällä on oikeus korvaukseen. Korvattavia kustannuksia voivat olla mahdolliset viivästyksen myötä välttämättömiksi tulleet tuotteen kuljetus-, varastointi-, suojaus- ja vakuutuskustannukset. Viivästyneen asennuksen osalta myyjä on oikeutettu korvaukseen, mikäli asennukseen varatulle työvoimalle ole voitu tarjota korvaavia työtehtäviä. Mikäli tavarán toimittaminen viivästyy ostajasta johtuvasta syystä kohtuuttomasti, myyjällä on oikeus purkaa myynti- ja asennussopimukset.

5 Hirsi ja hirsirakennus

5.1 Hirsi rakennusmateriaalina

Teollisesti valmistetuissa hirsirakennuksissa höylähirsi on ollut jo pitkään käytetyin materiaali. Materiaalin tulee olla vähintään poikkileikkaukseltaan 70 mm paksu, että sitä voidaan kutsua hirreksi. Hirsien valmistamiseen käytetään sahatavarapelkkaa tai parrua, jotka höylätään poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoisiksi hirsiksi. Järeän sahatavaran kuivaaminen aiheuttaa helposti materiaaliin halkeilua ja saatavilla olevan tukkipuun koko rajoittaa höylähirsien poikkileikkauksen kokoa erityisesti järeissä hirsissä. Tämän takia on ryhdytty valmistamaan lamellihirsiä, joita myös kutsutaan liimahirsiksi. Lamellihirsi valmistetaan kahdesta tai useammasta kappaleesta, jotka liimataan yhteen ja höylätään haluttuun muotoon. Lamellihirsien tyypillinen vahvuus vaihtelee 88–205 mm välillä valmistajan mukaan. Kuviossa 8 havainnollistetaan lamellihirren poikkileikkausta ja nurkkasalvosta. (Lauharo 2002, 10-11.)



Kuvio 8. Esimerkki lamellihirren poikkileikkauksesta ja hirsinurkasta

5.2 Hirsirunko

Hirsiä toisiinsa liittämällä muodostuu rakennuksen hirsirunko. Hirsiseinän nurkkaliitosta, jollainen nähdään kuviossa 8, kutsutaan salvokseksi. Ristinurkka pitää rakennuksen koossa, jonka vuoksi se tulee valmistaa huolellisesti. Nurkkatyyppejä ovat kuvion 8 pitkänurkka ja erityisesti kaupunkirakentamisessa käytetty lyhytnurkka. Kun hirsirakennuksen valmistuksessa käytetään lyhyttä nurkkaa, ei hirsirakennusta välttämättä erota normaalista lautaverhoillusta rakennuksesta. Hirsirungossa hirret kiinnitetään toisiinsa puisten vaarnatappien sekä hirsinurkkien läpipulttauksella. Kuvio 9 selventää vaarnatappien ja läpipulttauksen käyttöä hirsirungossa. Läpipulttaus tulee tyypillisesti hirsinurkkaan rakennuksen ulkopuolelle. Vaarnatapituksella hirret liitetään toisiinsa noin 2 metrin välein kaikkien hirsien välistä. (Lauharo 2002, 12-15.)



Kuvio 9. Vaarnatappien ja läpipulttauksen sijainti hirsirungossa

Hirsirakennus on rakenteena jäykkä, johtuen hirsien ponttauksesta sekä nurkkien salvoiksista. Jäykkyyttä lisäävät hirsien kiinnittäminen toisiinsa vaarnatapeilla sekä läpikulutukset. Valmiskonstruktioitten lattia- ja kattorakenteet lisäävät osaltaan jäykkyyttä.

5.3 Hirsirakennuksen massa

Hirsirakennuksen massa voidaan selvittää laskemalla yhteen hirsirungon massa sekä tarvittavien rakennusmateriaalien massa. Hirsirungon massa voidaan selvittää, kun tunnemme käytetyn puumateriaalin tiheyden. Hirsirunkojen yleisin materiaali on mänty. Kasvuolosuhteet ja puun kosteus vaikuttavat puun tiheyteen, yleisesti tiheys ilmoitetaan 12% kosteustilassa. Etelä-Suomessa puun tiheys on noin 485 kg/m³, Keski-Suomessa noin 503 kg/m³ ja Pohjois-Suomessa noin 445 kg/m³. Taulukkoon 16 on koottu tyypillisiä höylä- ja lamellihirsien poikkileikkausmittoja ja metrimassoja 12%:n kosteudessa perustuen tiheyteen 475 kg/m³. (Lauharo. 2002, 28-29)

Taulukko 16. Hirsien poikkileikkauksia ja metrimassoja. (Lauharo 2002, 29)

Poikkileikkaus			
Hirsityyppi	Leveys [mm]	Korkeus [mm]	Massa [kg/m]
Höylähirsi	70	145	4,8
Höylähirsi	92	160	7,0
Höylähirsi	120	170	9,7
Höylähirsi	140	170	11,3
Lamellihirsi	88	180	7,5
Lamellihirsi	135	180	11,5
Lamellihirsi	165	215	16,9
Lamellihirsi	180	220	18,8
Lamellihirsi	204	220	21,3
Lamellihirsi	205	260	25,3

Lauharo (2002, 139) esittää myös tyypillisiä rakennuksen katto- ja lattiarakenteissa tarvittavien rakennusmateriaalien massoja. Tiedot on koottu taulukkoon 17. Taulukon tietojen avulla on yksinkertaista laskea rakennuksen pinta-aloja hyödyntäen eri rakenteiden massoja.

Taulukko 17. Rakennusmateriaalien massoja (Lauharo 2002, 139)

Katto ja yläpohja		Lattia ja alapohja	
Rakennusmateriaali	Massa kg/m ²	Rakennusmateriaali	Massa kg/m ²
Kattohuopa	11	Lattialauta	9
Raakapontti	9	Lattiavasat	8
Kattoristikko	10	Eriste	9
Koolaus 48 x 148	8	Tuulensuojalevy	7
Eriste	9	Rossilaudat	3
Koolaus 22 x 100	3		
Sisäverhouspaneeli	9		
YHTEENSÄ:	59	YHTEENSÄ:	36

6 Kuljetusväylän ja nostopaikan vaatimukset

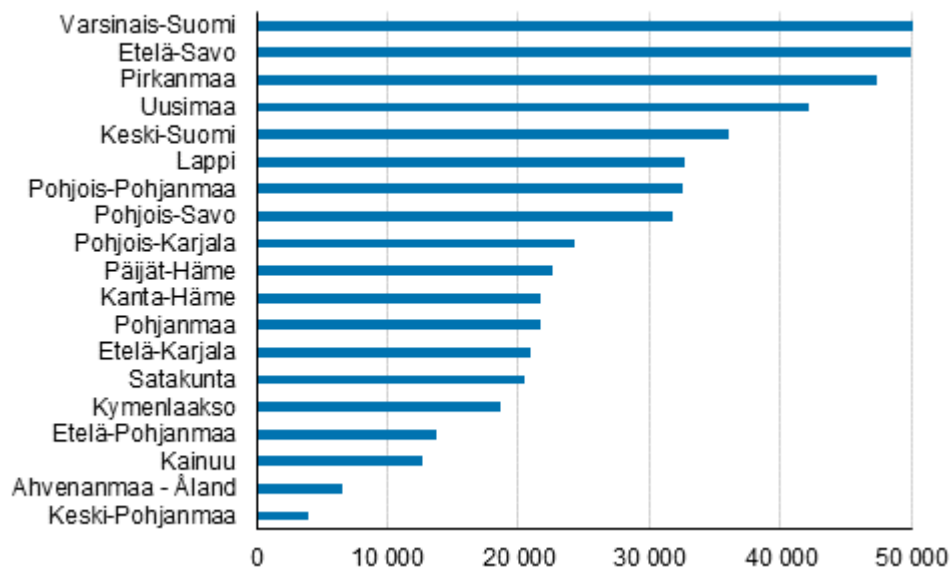
Kuljetusreitin vaatimuksien selvittämiseksi tulee tuntea kuljetettavien tuotteiden oletetut kuljetuskohteet, jotta voimme arvioida kuljetusreitin olosuhteita. Kuljetettavien tuotteiden ulkomittojen ja massan selvittämisen jälkeen on tuotteelle mahdollista valita sekä tuotteelle että oletetulle kuljetusreitille sopivin kuljetusajoneuvo. Valitun kuljetusajoneuvon teknisten ominaisuuksien perusteella voidaan määrittellä kuljetusväylän vaatimukset.

Nostopaikan vaatimuksien selvittämiseksi tulee tuntea nostettavan esineen ulkomitat ja massa sekä nostosäde, jotta voidaan valita tuotteelle riittävän tehokas nosturi. Mikäli nostosädettä ei ole mahdollista selvittää, voidaan vaadittava nostoteho olettaa ja ilmoittaa tuotekohtaisesti mahdollinen nostosäde.

6.1 Oletetut kuljetuskohteet

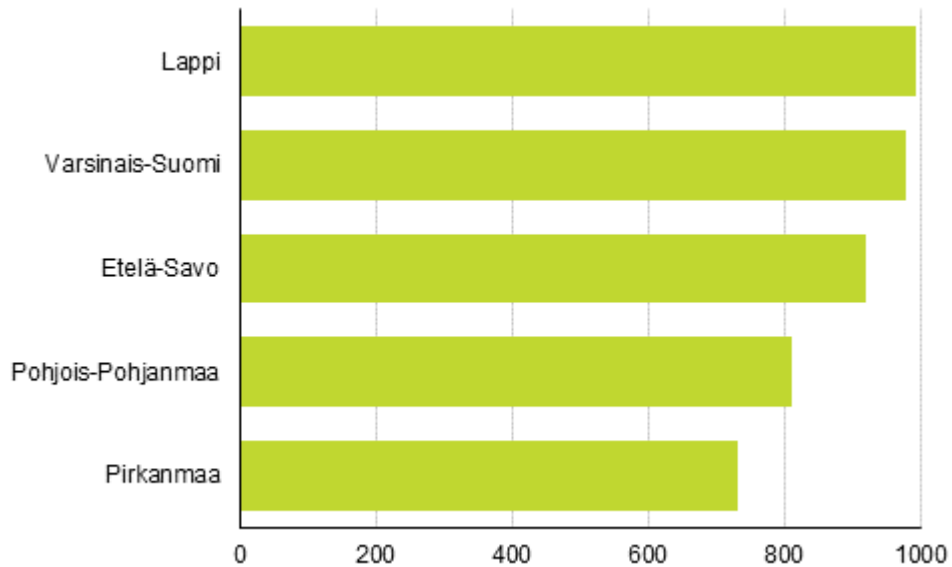
Puula Hirsitalo Oy on markkinoilla profiloitunut erityisesti vapaa-ajan rakentajaksi. Uusi mallisto sisältää aittoja, saunoja, vierasmajoja, yhdistelmärakennuksia sekä loma-asuntoja, joiden rakennusmateriaali on hirsi. Opinnäytetyössä oletettiin, että kuljetuskohteet sijaitsevat alueilla, joihin sijoittuu uutta tai vanhaa rakennuskantaa täydentävää lomarakentamista.

Tilastokeskus julkaisee kesämökit tilastoa, josta on mahdollista löytää tietoa vapaa-ajan rakentamisen sijoittumisesta Suomessa. Uusimman Kesämökit 2018 tilaston mukaan kesämökkejä oli eniten Varsinais-Suomen, Pirkanmaan ja Etelä-Savon maakunnissa. Lukumääräisesti eniten mökkejä on sijoittunut Kuopion ja Mikkelin alueelle, kummankin kunnan alueella on yli 10.500 kpl kesämökkejä. (Kesämökit 2018, 2019)



Kuvio 10. Kesämökkien määrä maakunnittain vuonna 2018 (Kesämökit 2018, 2019)

Lukumääräisesti eniten uusia vapaa-ajan asuntoja on viime vuosina rakennettu Lapin, Varsinais-Suomen ja Etelä-Savon maakuntiin. Vuosien 1990-2018 välillä kesämökkikanta on kasvanut eniten Etelä-Savon maakunnassa, jonne on rakennettu lähes 15.000 mökkiä lisää. (Kesämökit 2018, 2019)



Kuvio 11. Maakunnat, joissa lukumääräisesti eniten 2015-2018 rakennettuja vapaa-ajan asuntoja. (Kesämökit 2018, 2019)

Etuovi.com -palvelusta on mahdollista hakea myynnissä olevia vapaa-ajan tontteja maakunnittain. Helmikuussa 2020 myytäviä tontteja palvelussa oli tarjolla viime vuosien vilkkaan rakentamisen maakunnissa taulukon 18 mukaisesti.

Taulukko 18. Etuovi.com -palvelun myynnissä olevat vapaa-ajan tontit helmikuussa 2020

Maakunta	kpl	%-osuus
Lappi	566	22 %
Varsinais-Suomi	121	5 %
Etelä-Savo	245	10 %
Pohjois-Pohjanmaa	326	13 %
Pirkanmaa	176	7 %
Koko Suomi	2522	57 %

Taulukosta 18 havaitaan että vapaita tontteja on edelleen runsaasti tarjolla viime vuosien vilkkaan rakentamisen maakunnissa, 57% Suomen myynnissä olevista tonteista sijoittuu näihin viiteen maakuntaan.

Tarkastelujen perusteella voidaan olettaa, että Puula Hirsitalo Oy:n uuden malliston todennäköisin myyntialue tulee olemaan tehtaalta noin 300 km säteisen ympyrän sisällä. Tälle alueelle sijoittuvat Suomen mökkirikkaimmat kunnat Mikkeli ja Kuopio sekä vilkkaan rakentamisen maakunnat Etelä-Savo ja Pirkanmaa. Oletettu alue on suosittua järvien rantarakentamisen aluetta, joten tonteille joudutaan todennäköisesti liikennöimään alemman tieverkon reittejä pitkin.

6.2 Kilpailijoiden kuljetusratkaisut

Kuljetusten ja nostojen vaatimusten selvittämiseksi tutkittiin myös kilpailijoiden kuljetusratkaisuja julkisista lähteistä. Tärkeimmät tietolähteet olivat kilpailijoiden verkkosivustot. Vastaavia tehdasolosuhteissa koottuja hirsirakennuksia valmistavat ainakin Salvos Finland Oy Pyhännällä ja Etelä-Savon Hirsirakenne Oy markkinointinimellä Joro-Huvilat. Joro-Huviloiden tehdas sijaitsee Huutokoskella, Varkauden läheisyydessä.

Salvos tarjoaa vapaa-ajan rakennuksille kolmea erilaista toimitustapaa, joista täysin valmis rakennus kootaan tehdasolosuhteissa ja kuljetetaan kokonaisuena. Yritys lupaa toimitukset vaikeakulkuisiin paikkoihinkin ja lupaa että tehtaan edustaja käy tarkastamassa tontin ja tien leveyden. (Salvos konsepti, 2020). Salvoksen mallistoa tarkastelemalla ei ole varmaa, tarjoaako yritys täysin valmis toimitustapaa koko mallistolle. Todennäköisesti suurimmat omakotitalot ja loma-asunnot kootaan tontilla, kun taas piharakennukset ja hirsimökit noin 50 m² pinta-alaan saakka toimitetaan moduuleina tai täysin valmiina rakennuksina. Tällöin Salvoksen suurin kuljetettava leveys on 3,20 m.

Joro-Huvilat lupaa verkkosivustollaan toimittaa saunat, aitat ja piharakennukset täysin käyttövalmiina ympäri Suomea. Sivustolta löytyvät vyöhykehinnat eri etäisyyksille tehtaalta. Kuljetuksessa sivuston mukaan tulee huomioida tien kantavuus, tien tulee kestää kuljetuksen paino, joka on yli 20.000 kg. Kuljetuksen maksimileveydeksi maini-

taan 3,5 m, tätä leveämmät kuljetukset hinnoitellaan tapauskohtaisesti. Kuljetusajoneuvon tulee päästä noin 3 m etäisyydelle perustuksista, jotta nosto mahdollista suorittaa. (Tuotteiden kuljetuskustannukset, 2020)

6.3 Hirsitalomalliston kuljetustekniset ominaisuudet

Puula Hirsitalo Oy tarjoaa asiakkailleen viisi eri hirsivaihtoehtoa, joista yksi on perinteinen höylähirsi ja neljä eri kokoisia lamellihirsiä. Hirsivaihtoehtojen metrimassat selvitettiin kokeellisesti punnitsemalla, laskemalla tiheyden 475 kg/m^3 avulla sekä vertailemalla saatuja tuloksia edellä olevan taulukon 16 tietoihin. Punnitustulos on kolmen eri hirsierän punnittujen tuloksien keskiarvo. Hirsien tiedot on koottu taulukoon 19.

Taulukko 19. Puula Hirsitalo Oy:n hirsivalikoiman metrimassat

Hirsityyppi	Poikkileikkaus		Punnittu	Laskettu	Taulukoitu
	Leveys [mm]	Korkeus [mm]	Massa [kg/m]	Massa [kg/m]	Massa [kg/m]
Höylähirsi	92	160	7,3	7,0	7,0
Lamellihirsi	113	160	8,8	8,6	-
Lamellihirsi	134	160	10,2	10,2	-
Lamellihirsi	134	183	-	11,6	11,5*
Lamellihirsi	165	183	14,0	14,3	-
* ilmoitettu massa on 135 x 180 mm lamellihirren massa					

Malliston rakenneteknisen suunnittelun yhteydessä mallistosta kerättiin kuljetusten suunnittelua varten oleelliset tiedot. Malliston tiedot on taulukoitu liitteeseen 2. Rakennusten hirsirungon massa on laskettu suunnitteluohjelman antamaan hirren metrimääräiseen menekkiin ja taulukon 19 laskettuihin metrimassoihin perustuen. Hirsirungon massa on lisätty katon, yläpohjan, lattiarakenteiden, ovien ja ikkunoiden massa taulukon 17 arvojen perusteella. Liitteen 2 taulukossa on vihreällä värillä merkitty rakennusmallin vakiotoimitushirsi.

Ovien ja ikkunoiden keskimääräinen massa selvitettiin rakennustarvikkeita myyvien liikkeiden verkkosivustoilta. Vapaa-ajan asuntoihin tarkoitettujen ovien keskimääräiseksi massaksi arvioitiin 36 kg ja ikkunoiden 37 kg. Laskennan yksinkertaistamiseksi katon ja yläpohjan pinta-alana käytettiin pulpettimallisen ulkokaton pinta-alaa, jolloin laskennallinen massa on hieman todellista suurempi.

Rakennusten painopisteiden määrittämistä laskemalla ei katsottu tässä yhteydessä tarpeelliseksi. Rakennusten pohja- ja julkisivupiirroksia tarkastelemalla voidaan todeta, että pääosin rakennukset ovat symmetrisiä, jolloin voidaan olettaa, että rakennuksen painopiste sijaitsee rakennuksen keskellä. Pulpettikattoisten rakennusten korkeampi julkisivun puoleinen seinä siirtää painopistettä hieman leveysuunnassa korkeamman seinän puolelle, mikäli seiniä tarkastellaan umpinaisina seinärakenteina. Tätä siirtymää kuitenkin tasaa julkisivun puolelle usein sijoittuvat ulko-ovet ja kooltaan isommat ikkunat, kun taas matalammalla seinällä käytetään yleensä umpinaista seinärakennetta tai pienempiä ikkunakokoja. Edellä käytimme rakennusten painon määrittämisessä oven massana 36 kg. Oviaukon hirsien massa koossa 92 x 160 on noin 81 kg, jolloin seinän korvaaminen ovella keventää rakennetta noin 45 kg.

Rakennuksen lastauksessa tulee kuitenkin huomioida, että hirsirungon ulkopuolinen lattiarakenne ei kestä rakennuksen tuentaa kuljetusajoneuvon lavalle. Tämän takia lavalle tuenta tulee tapahtua poikittaisten seinien kohdalta, mikäli rakennuksen runko on ajoneuvon lavaa leveämpi. Mikäli pitkittäiset hirret tukeutuvat lavaan ei tuenta pelkästään poikittaisten seinien kohdalta ole välttämätöntä.

6.4 Kuljetus- ja nostovälineen valinta

Luvussa 6.1 tehtyjen oletusten perusteella totesimme, että rakennuksia tullaan toimittamaan pääsääntöisesti Järvi-Suomen alueelle pitkin alempiasteista tieverkkoa. Tällöin kuljetusvälineen valinnassa on oleellista ajoneuvon hyvä kääntyvyys ja vetokyky huonoissa tieolosuhteissa. Käytännön työn helpottamiseksi ja tontin tilantarpeen vähentämiseksi on hyödyllistä, että asennusnosturi on sijoitettu kuorma-autoon.

Kuljetus- ja nostovälineen valinnan kannalta merkittävin raja-arvo on kuorma-auton suurin sallittu pituus 13,00 m, jonka ylitykseen ei ole mahdollista saada erikoiskuljetuslupaa. Mikäli rakennus ei mahdu kuorma-auton 13 m sallittuun pituuteen, tulee se lastata perävaunuun ja kuljettaa lähemmäksi tonttia. Lastauksen ja purkauksen yhteydessä pituuden ylitys on sallittua. Leveyden osalta merkittävä ensimmäinen merkittävä raja-arvo on 3,50 m, jonka ylittyessä kuljetuksen edellä tulee olla varoitusauto. Toinen raja-arvo leveydessä on 4,00 m, jonka ylittyessä kuljetukselle tulee hakea erikoiskuljetuslupa sekä kuljetuksen edessä ja takana tulee olla varoitusauto. Liitteen 2 taulukosta havaitaan, että levein rakennusmalli Töyhtö aitta on tasan 4,00 metriä leveä. Mikäli rakennus pystytään kuljettamaan ilman liikenteessä yleisesti sallittujen massojen ylitystä ei kuljetukselle ole tarvetta hakea erikoiskuljetuslupaa.

Rakennuksien nostettavat massat eri hirsivaihtoehdoilla on esitetty liitteessä 2. Nostovälineen mitoituksen kannalta haasteena on rakennusmallien massan suuri vaihtelu. Vakioitoimituksen hirsillä kevein nostettava kokonaisuus on Ratamo yhdistelmä-rakennuksen moduuli, jonka massa on noin 2000 kg. Pienien aittojen massat ovat hieman yli 2500 kg. Nostettavalta massaltaan suurin on Lumme saunarakennus, joka vakiohirsitoimituksena painaa lähes 6500 kg. Yhdistelmä-rakennusten nostettavat massat vaihtelevat noin 2000 kg ja 4000 kg välillä ja loma-asuntojen 4500 kg ja 5100 kg:n välillä vakiohirrellä. Yksittäisistä rakennuksista massaltaan suurin on Lumme sauna, joka 165 x 183 mm hirrestä valmistettuna painaa hieman yli 9.500 kg. Todennäköistä kuitenkin on että 165 x 183 mm hirttä käytetään ainoastaan loma-asunnoissa, saunarakennusten todennäköisesti vahvin hirsi on 134 x 160 mm hirsi. Tällöin nostettavan massan mitoitusarvo olisi Lumme saunan 7.800 kg, jonka alle jäävät loma-asuntojen suurimmat nostettavat massat, mikäli ne valmistetaan järeimmästä hirsivaihtoehdosta.

Nostoetäisyys on toinen merkittävä nosturin valintaan vaikuttava tekijä. Nostoetäisyys riippuu täysin tontin olosuhteista. Todennäköisesti pieniä saunoja, aittoja ja vierasmajoja toimitetaan täydennysrakentamiseen, jolloin nostovälineen sallima suurempi nostoetäisyys mahdollistaa toimituksia useampiin paikkoihin. Loma-asuntoja ja

yhdistelmärakennuksia tullaan todennäköisesti toimittamaan uusille rakennuspaikoille. Näiden rakennusten osalta tontilla ei välttämättä ole tontista ja olemassa olevista rakennuksista ja piharakenteista johtuvia rajoitteita, koska rakennuspaikka on uusi. Tällöin nosturin sijoittelu on vapaampaa ja tarvittava nostosäde on pienempi.

Tarvittava nostosäde voidaan arvioida myös esimerkkitapausten kautta. Mikäli Lumme saunarakennus valmistetaan 134 x 160 mm hirrestä ja joudutaan nostamaan rakennuksen päädystä perustuksille, voidaan tarvittava nostosäde arvioida rakennuksen mittojen perusteella. Rakennuksen päädystä rakennuksen painopisteeseen on 4,2 m. Mitta nosturin keskiöstä ajoneuvon reunalle on 1,25 m mikäli nosturin kääntökeskiö on ajoneuvon keskilinjalla. Edellä mainittuihin mittoihin on hyvä lisätä 1 m varmuus- ja työskentelyvara. Kun laskemme em. mitat yhteen saamme minimi nostosäteeksi 6,45 m. Kun liitämme nostosäteeseen nostettavan rakennuksen massan 7.800 kg, voimme nosturin nostotaulukoiden avulla määrittää tarvittavan nostokapasiteetin.

Tyypillisen asennusnosturilla varustetun kuorma-auton teknisiä tietoja selvitettiin eri kuljetusliikkeiden verkkosivustoilta. Taulukkoon 14 kerättiin suunnittelun kannalta tärkeimpiä teknisiä tietoja eri palvelutarjoajien kalustosta.

Taulukko 20. Nosturiautojen teknisiä tietoja

Kuljetusliike / Auto	Nosturi	Nostokyky	Auton lavan pituus [m]	Auton omamassa [kg]
Storent / MAN 8x4	Palfinger 92002	7300 kg / 9,5 m	?	26500
Storent / Volvo FM500	Fassi 950	7335 kg / 9,65 m	?	25550
Storent / Volvo FM12 8x2	HMF8520	6670 kg / 9,7 m	?	27800
Kuljetusliike Ruuska / Scania R560	Palfinger PK85002	7400 kg / 9,5 m	6	?
Kuljetusliike Ruuska / Scania 164	Fassi F950AXP	7905 kg / 9,40 m	6,00	?
Kuljetusliike Ruuska / Scania R730	Palfinger 110002SH	8900 kg / 9,30 m	6,60	?
Sjöman Helsingin Nosturit Oy / Sisu E13 10x4	Fassi F1100AXP	8170 kg / 9,55 m	6,35	30965

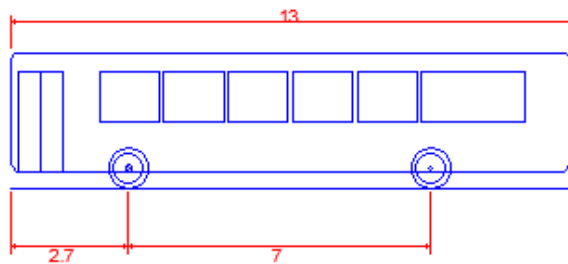
Taulukosta 20 havaitsemme että tavoitearvo 7.800 kg on mahdollista nostaa noin 9,00 m nostosäteen etäisyydelle usealla eri nosturityypillä. Tällöin auton lavapituus on parhaimmillaan 6,60 m. Tarvittaessa rakennus voi ulottua lavan ulkopuolelle, jolloin lavan pituutta voidaan pitää riittävänä kaikille rakennuksille. Mikäli ajoneuvon omamassa on maksimissaan 26.500 kg, jää ajoneuvon kantavuudeksi 4.500 kg kun ajoneuvolle sallitaan 31.000 kg kokonaismassa. Ajoneuvon kantavuus voi olla jopa 8.500 kg, mikäli ajoneuvo täyttää lain edellytykset 35.000 kg sallitun kokonaismassan osalta.

Yhteenvedona tehdystä tarkastelusta voidaan todeta, että kuljetusvälineenä pyritään käyttämään neljä- tai viisiakselista kuorma-autoa varustettuna asennusnosturilla, joka pystyy kuljettamaan 7.700 kg rakennuksen ilman erikoiskuljetuslupaa ja nostamaan sen noin 9 m nostosäteellä. Tarvittaessa kuljetuskapasiteetin lisäämiseksi kuorma-autoon liitetään varsinainen perävaunu tai käytetään erillisiä ajoneuvoyhdis-

telmiä. Tarkasteluja varten Autocad ohjelmistoon mallinnettiin kuljetusliikkeen X Effer 850-6S -asennusnosturilla varustettu neljäkselinen kuorma-auto. Mallinnus esitetään liitteessä 3.

6.5 Mitoitusajoneuvon valinta ja kääntyvyystarkastelut

Kuljetusreitien edellytyksiä selvitettiin Autodeskin Autocad-ohjelmiston lisäosan Vehicle Trackingin avulla. Kääntyvyystarkasteluja varten ohjelmistoon määritellyistä Suomen mitoitusajoneuvoista valittiin mitoiltaan parhaiten luvussa 6.4. valittua ja mallinnettua kuorma-autoa vastaava ajoneuvo. Luvussa 3.4 esitetyn ohjeistuksen perusteella mitoitusajoneuvoksi valittiin linja-auto, joka 13 m kokonaispituudeltaan vastaa parhaiten rakennuksella lastattua kuorma-autoa. Mitoitusajoneuvoon ei ole mahdollista mallintaa yli 2,60 m leveää kuormaa, joten ylileveyden vaikutus tulee huomioida, kun tarkastellaan ohjelmalla luotuja ajoneuvon ajouria.



La - Linja-auto	
Overall Length	13.000m
Overall Width	2.600m
Overall Body Height	3.119m
Min Body Ground Clearance	0.354m
Track Width	2.600m
Lock-to-lock time	4.00s
Curb to Curb Turning Radius	10.000m

Kuvio 12. Mitoitusajoneuvo kääntyvyystarkasteluja varten (Autodesk Vehicle Tracking -ohjelmisto)

Mitoitusajoneuvolla tehtiin 90 asteen risteyksen kääntyvyystarkastelut perustuen tietilaston yhdysteiden leveyksiin. Oletuksena oli, että usein kääntyminen kiinteistön omalle tielle tapahtuu yhdystieltä tai leveydeltään yhdystietä vastaavalta yksityis-

tieltä. Tavoitteena oli löytää risteyksille selkeät mitattavat raja-arvot, joiden perusteella ajoneuvon kääntymisedellytykset voidaan tarkastaa maastossa. Tarkastelut tehtiin yhdystien leveyksille 10 m, 8 m ja 7 m. Tarkastelujen tulokset esitetään taulukossa 21 ja kääntyvyydestarkastelut on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 21. Kääntyvyydestarkastelujen tulokset

Tien leveys [m]	
Tie jolta käännetään	Tie jolle käännetään
10	4
8	5
7	6
6	7
5	8

Kääntyvyydestarkastelua varten Autocad ohjelmaan piirrettiin 90 asteen risteävät tiet, joiden välinen kulma pyöristettiin 2 metrin säteelle. Ohjelman manuaalijotavalla suoritettiin ajourien tarkastus ja varmistettiin että valittu mitoitusajoneuvo pystyy läpäisemään risteuksen.

6.6 Asiakasohjeistus

Hirsitaloteollisuus ry:n yleisten sopimusehtojen mukaan rakennuksen valmistajan tulee antaa asiakkaalle tarpeelliset ohjeet työmaateistä ja nostopaikoista. Ohjeiden laatimista varten liitteessä 2 esitetty mallisto jaettiin kolmeen ryhmään mallien kuljetusmittojen perusteella ja määriteltiin edellytykset kuljetusväylälle ja nostopaikalle. Rakennusten ryhmäkohtainen jako on esitetty liitteessä 5.

Kuljetusryhmään 1 lajiteltiin rakennukset, joiden leveys on alle 3,50 m ja pituus maksimissaan 7,00 m. Ryhmään valikoitui aittoja, saunoja ja yhdistelmärakennuksia. Ryhmän 2 muodostavat yli 3,50 m leveät rakennukset. Ryhmään 2 valikoituivat lomaa-asunnot, vierasmajat sekä osa yhdistelmärakennuksista. Ryhmässä 2 poikkeuksen

muodostaa Sara-sauna, joka on vain 3,40 m leveä. Saran katsottiin kuitenkin paremmin sopivan ryhmään 2 pituutensa (8,00 m) ja massansa (5.403 kg) takia. Oman kolmannen ryhmänsä muodostaa pulpettikattoinen Lumme-sauna. Rakennus on mallisissa ainoa, jonka korkeus on 3,40 m. Korkeuden takia kuljetusväylän tulee olla muiden mallien väylää korkeampi ja kuljetukselle tulee hankkia kuljetuslupa.

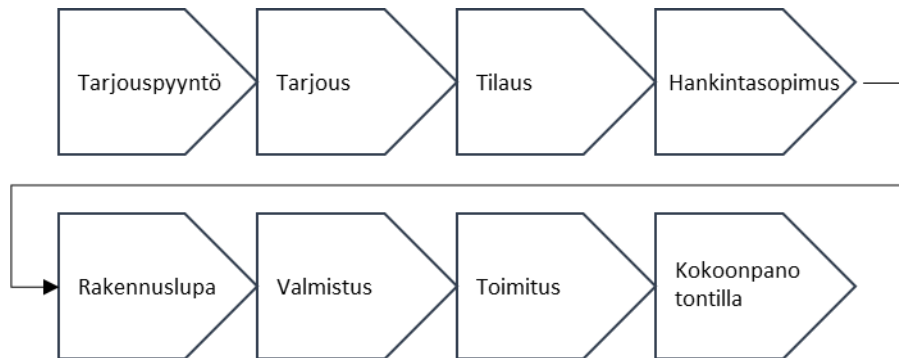
Asiakasohjeistus sisältää yleiset kaikkia kolmea ryhmää koskevat ohjeet sekä tarkennetut kuljetusryhmäkohtaiset ohjeet. Kuljetusväylä mitoitettiin RT kortin 98-11214 ohjeistukseen perustuen, ajovara sivuilla kiinteisiin esteisiin tulee olla 0,5 m ja yläpuolella 0,3 m. Yläpuolisista esteistä tulee erityisesti huomioida sähkökaapelit, joiden osalta noudatetaan sähköturvallisuusmääräyksiä. Risteysten ja tien kaarteiden tarkastelussa noudatetaan ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen määräyksiä sekä Metsätieohjeiston mitoituserusteita. Kaikissa kolmessa kuljetusryhmässä on rakennuksia, jotka toimitetaan ajoneuvoyhdistelmällä, joten ohjeistuksen kääntövyysvaatimus mahdollistaa myös yhdistelmän kääntymisen. Mikäli liikennöinti kuljetusväylästä tai nostopaikasta johtuen ei ole yhdistelmällä mahdollista, rakennukset kuljetetaan yhdistelmässä lähimpään sopivaan varastopaikkaan ja toimitetaan yksitellen vetoautolla rakennuspaikalle.

Nostopaikan vaatimukset johdettiin valitun nosturityypin nostotehosta sekä rakennuksen mitoista ja massasta. Rakennuksen massan ja nosturin nostokykytaulukon avulla määriteltiin etäisyys, jolle kuljetusryhmän painavin rakennus voidaan nostaa. Nosturin tukijalat tulee sijoittaa kantavalle maaperälle, jotta nostosektori voidaan valita vapaasti ja saavutetaan nosturin valmistajan lupaama nostoteho. Nosturin tukijalkoja ei saa sijoittaa putki- tai kaapelilinjojen päälle. Nostopaikalla tai nostosektorilla ei saa sijaita sivulla tai yläpuolella nostoa rajoittavia esteitä, kuten puita, pylviä tai sähköjohtimia. Asiakasohjeistus kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 6.

7 Rakennuksen toimitusprosessi

7.1 Puula Hirsitalo Oy:n toimitusprosessi

Puula Hirsitalo Oy:n toimitusprosessi yksinkertaistettuna on esitetty kuviossa 13.



Kuvio 13. Puula Hirsitalo Oy:n toimitusprosessi

Toimitusprosessin ensimmäinen vaihe on asiakkaan esittämä tarjouspyyntö. Tarjouspyyntöön Puula Hirsitalo vastaa kirjallisella tarjouksella, jossa eritellään rakennuksen tiedot ja toimitussisältö. Tarjousta usein tarkennetaan osapuolten välisin neuvotteluin ja neuvottelun tuloksena asiakas voi päätyä tilaamaan rakennuksen. Tilauksen jälkeen asiakkaan tulee toimittaa Puula Hirsitaloille suunnitteluun tarvittavat perustiedot. Tällaisia perustietoja ovat kaavamääräykset, joilla tarkoitetaan haja-asutusalueella ranta-asemakaavaa tai rantayleiskaavaa. Kaavatietoja täydennetään maanmittauslaitokselta tai kunnalta saatavalla tiluskartalla sekä kunnan rakennusmääräyksillä.

Asiakkaan tilaus vahvistetaan määrämuotoisella hankintasopimuksella, johon liitetään asiakkaan rakennuslupahakemuksen liitteeksi tarvitsemat rakennuksen pääpiirustukset. Asiakas hakee rakennusluvan rakennuspaikkansa kunnan rakennusvalvonnasta. Hankintasopimuksen perusteella asiakas toimittaa rakennusluvan Puula Hirsitalolle, jonka jälkeen rakennuksen valmistus alkaa. Rakennuksen valmistuttua hirret

ja muut rakennustarvikkeet lastataan kuorma-autoon ja kuljetetaan tontille. Tontilla rakennuksen kokoonpano voi tapahtua hankintasopimuksen mukaisesti joko tehtaan toimesta säältä suojaan tai avaimet käteen toimituksena tai vaihtoehtoisesti asiakas kokoaa rakennuksen itse.

7.2 Toimitusedellytysten arviointi prosessin eri vaiheissa

Edellisessä kappaleessa esitettyyn prosessiin tulee liittää tarvittava toimitusedellytysten arviointi, kun rakennuksia toimitetaan rakennuspaikoille moduuleina tai kokonaisuina rakennuksina. Uudistettu prosessi on liitteessä 7.

Tarjousvaiheessa varsinaista toimitusedellytysten arviointia ei suoriteta. Asiakkaalle tulee kuitenkin tarjouksessa kertoa yleisellä tasolla kuljetusreitit ja nostopaikan vaatimukset ja rajata pois mahdottomat toimituskohteet, kuten saaritontit.

Tarjouksen johtaessa neuvotteluun voidaan kysymyksin alustavasti kartoittaa kuljetusedellytyksiä. Asiakkaalta voidaan tiedustella esimerkiksi seuraavia seikkoja:

- rakennuksen tarkka toimitusosoite
- millaisilla ajoneuvoilla tontille on liikennöity
- millaiseen maastotyyppiin tontti sijoittuu
- tontin korkeuserot ja rakennuksen sijoittuminen tontille
- mahdolliset tontilla tehdyt maaperätutkimukset tai maansiirtotyöt.

Vastaukset tulee kirjata ylös mahdollista myöhempää käyttöä varten.

Neuvottelun johtaessa tilaukseen laaditaan tehtaan ja asiakkaan välinen hankintasopimus. Hankintasopimuksessa Puula Hirsitalo Oy noudattaa Hirsitaloteollisuus ry:n yleisiä sopimusehtoja, jonka mukaan myyjän on annettava kirjalliset ohjeet kuljetuksesta, työmaateistä ja purkamispaikasta. Asiakas on velvollinen noudattamaan näitä ohjeita. Kuljetusreitistä yleiseltä tieltä nostopaikalle annetaan rakennusmallikohtainen ohje. Nostopaikan osalta voidaan noudattaa myös liitteen 6 mukaista mallikohtaista yleisohjetta. Vaihtoehtoisesti nostopaikka voidaan suunnitella rakennuslupahakemuksen liitteenä olevaan asemapiirrookseen ja liittää annettaviin ohjeisiin. Nostopaikan suunnittelulla varmistetaan käytettävän nosturin nostosäteen riittävyys toimi-

tettavalle rakennukselle. Lisäksi nosturin sijoittelulla asemapiirroksen voidaan tarkemmin hahmottaa mahdolliset esteet nostoalueella, kuten nostopaikan kaltevuus, mahdolliset kaapeleiden sekä vesi- ja viemärijohtojen sijainnit. Vaihtoehtoinen nettelytapa on suositeltava erityisesti yhdistelmärakennuksien ja loma-asuntojen toimituksissa.

Tonttien tarkastuskäyntien tarpeellisuutta tulee tarkastella myös kustannus- ja asiakaspalvelunäkökulmasta. Jokainen tonttikäynti aiheuttaa henkilöstö- ja matkakustannuksia, jotka tulee kattaa rakennuksen myyntihinnalla. Yksinkertaiset pienet aittarakennukset, joiden rakentaminen vaatii ainoastaan toimenpideluvan, tulee aina toimittaa perustuen yleisohjeistukseen ilman tonttikäyntiä. Saunat, vierasmajat ja yhdistelmärakennukset vaativat aina rakennusluvan, joten näille rakennuksille tehdään edellytysten arviointi perustuen asemapiirroksen ja tietoihin rakennuspaikan perustamisolosuhteista ilman tonttikäyntiä. Rakennusmoduuleista koottavat loma-asunnot ja Lumme-sauna edellyttävät aina edellytysten arvioinnin dokumenttien perusteella sekä tarkastuskäynnin tontilla, jotta voidaan varmistua erityisesti nostopaikan olosuhteista. Asiakaspalvelunäkökulmasta tulee tiedostaa, että asiakkailta ei välttämättä ole aikaa tai osaamista tulkita annettuja ohjeita kuljetusväylästä ja nostopaikasta. Heille tulee tarjota mahdollisuutta ostaa tontin tarkastuskäynti, jolla varmistetaan rakennuksen toimitusmahdollisuudet.

Mikäli tontille aiotaan tehdä tarkastuskäynti, tulee se ajoittaa ennen rakennuksen valmistuksen aloittamista. Käynnillä tarkastetaan, että kuljetusreitti ja nostopaikka ovat annettujen ohjeiden mukaiset. Lisäksi käynnillä voidaan tarkastaa perustuksien mitat, että ne ovat suunnitelmien mukaiset. Mikäli tarkastuskäynnillä havaitaan puutteita kuljetusreitissä tai nostopaikalla, tulee asiakkaan korjata puutteet omalla kustannuksellaan. Mikäli puutteen korjaaminen osoittautuu kustannuksiltaan kalliiksi tai mahdottomaksi, voidaan selvittää mahdollisuudet toimittaa rakennus perinteisinä hirsinippuina. Toimitustavan muutoksen aiheuttamista lisäkustannuksista ja mahdollisista toimituksen viivästyksen kustannuksista vastaa asiakas Hirsitaloteollisuus ry:n sopimusehtojen 10.1 kohdan mukaisesti.

7.3 Toimitusedellytysten arvioijat

Rakennuksen toimitusedellytyksiä tarkastellaan kahdella eri tasolla. Ensisijainen tarkastelu tehdään dokumentaatioon perustuen ja sitä täydennetään mahdollisella tarkastuskäynnillä maastossa. Dokumentaatioon perustuvan tarkastelun tekee aina Puula Hirsitalo Oy:n henkilökunta.

Tarkastuskäyntejä tonteille voi tehdä joko tehtaan oma henkilökunta tai palvelu tilataan kolmannelta osapuolelta. Tehtaan oman henkilökunnan käyttäminen on perusteltua silloin kun asiakas tilaa myös rakennuksen perustukset Puula Hirsitalo Oy:ltä. Tällöin reitin ja nostopaikan tarkastuksen voi tehdä perustusten rakentamisen yhteydessä, jolloin vältetään erillisen käynnin matkakustannuksilta. Mikäli hankintasopimukseen ei sisälly perustusten rakentaminen, tarkastuksia voivat tehdä myös ympäri Suomen sijoittuneet myyjät. He sijaitsevat tehtaan henkilökunnasta lähimpänä rakennuskohdetta ja tuntevat parhaiten paikallisia olosuhteita. Ennen tarkastuksia myyjille tulee antaa tarvittava ja riittävä koulutus, jotta he suoriutuvat tehtävästä.

Mikäli tarkastuskäyntejä halutaan ulkoistaa, niin mahdollisia palveluntarjoajia ovat kuljetuspalveluiden tarjoaja sekä ympäri Suomea sijoittuneet erikoiskuljetusten liikenteenohjaajat. Kuljetuspalveluiden tarjoajalla on mahdollisuus toimituksien volyymin lisääntyessä yhdistää tarkastuskäynnit ainakin osittain tehtävien kuljetuksien yhteyteen, mikä tuo kustannussäästöjä. Kuljetusliikkeellä on myös toimitusten myötä tuntemus kuljetettavasta tuotteesta sekä paras kokemus ja osaaminen arvioida reittejä ja nostopaikkoja. Ennakkotutustuminen todennäköisesti myös jouduttaa varsinaista rakennuksen toimitustapahtumaa.

Monet erikoiskuljetusten liikenteenohjaajat tarjoavat myös reittiselvityspalveluita ja palveluntarjoajia on ympäri maata. Sopivaa palveluntarjoajaa on mahdollista hakea Suomen erikoiskuljetusten liikenteenohjaajat ry:n verkkosivustolta <https://sekli.fi/yri-tykset/>. Erikoiskuljetusten liikenteenohjaajilla on tarvittavat mittavälineet ja tarvittava osaaminen kuljetusedellytysten arviointiin, koska he ovat viikoittain tekemisissä

ylileveiden ja -korkeiden kuljetuksien kanssa. Tarkastuskustannuksiin on mahdollista vaikuttaa valitsemalla toimituskohdetta lähinnä oleva palveluntarjoaja.

7.4 Edellytysten arvioinnin menetelmät ja työkalut

Edellytysten arvioinnin tärkein työkalu on Puula Hirsitalo Oy:n raporttipohja, joka samalla toimii muistilistana tarkastuskohteista. Samaa raporttipohjaa käytetään aina edellytysten arvioitsijasta riippumatta. Raporttipohjalla varmistetaan, että kaikki toimituksen kannalta oleelliset asiat tarkastetaan, mitataan ja dokumentoidaan vakioituu muotoon myöhempää käyttöä varten.

Reittitutkimuslomakkeelle kirjataan lähtötiedoiksi asiakkaan ja rakennuskohteen osoitetiedot sekä toimitettavan rakennuksen malli. Tutkimuksen tekijä kirjaa lomakkeelle nimensä, yhteystietonsa sekä tutkimuksen laatimispäivämäärän. Tutkimuksen lähtöpisteenä toimii risteys 1 tai sivulla 2 olevan kuljetusväylän huomautukset ja korjauskohteet kohdan ensimmäinen rivi, sen mukaan missä yleinen tie vaihtuu yksityiseksi. Kuljetusväylä tarkastetaan asiakasohjeistuksen raja-arvojen perusteella. Mikäli reitiltä löydetään mittauksissa ja tarkastuksessa huomautettavaa, kirjataan huomiot niille varattuihin kohtiin. Sivulle 3 liitetään oleellisiksi katsotut valokuvat reitistä, erityisesti tulee valokuvata reitin kunnostusta vaativat kohteet ja viitata valokuviin tekstiosiossa.

Nostopaikan osalta mitataan paikan pituus ja leveys, jotta voidaan varmistua, että nosturin tukijalkojen levitykselle on riittävästi tilaa. Samalla tarkastetaan, että nosturi ei sijoitu nostopaikalla vesi-, viemäri- tai sähköjohdinten päälle. Nosturin sijoittelun jälkeen mitataan nostosäde sekä todetaan vaadittava nostosektori sekä kartoitetaan sektorille sijoittuvat esteet. Lopuksi arvioidaan silmämääräisesti nostopaikan kantavuus ja riittävä suoruus. Nostopaikalta ja nostosektorilta liitetään valokuvat sivulle 3.

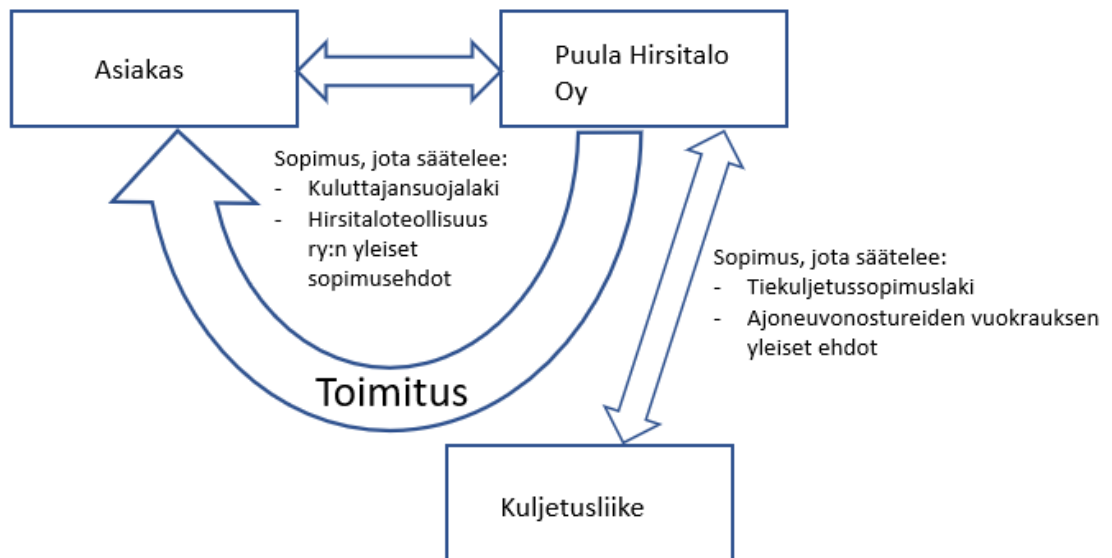
Edellytysten arviointi voidaan tehdä hyvin yksinkertaisilla mittalaitteilla. Kahteenkymmenen metriin yltävällä rullamitalla voidaan mitata maastossa risteysten säteet, kuljetusväylän leveydet sekä nostopaikan mitoitus ja nostosäde. Mitan etuja ovat

edullinen hankintahinta, varmatoimisuus kaikissa sääolosuhteissa sekä riittävä mitaustarkkuus. Laseretäisyysmittari mahdollistaa myös korkeusesteiden mittaamisen, mikäli lasermittauspiste pystytään kohdistamaan tarkasti mitattavaan kohteeseen. Mittarin Pythagoras-toiminnolla on mahdollista mitata myös korkeuksia. Esimerkiksi mittaamalla sähköpylvään johtimen kiinnityskohdan korkeus on mahdollista arvioida itse johtimen korkeus kuljetusväylän päällä. Laseretäisyysmittareiden mittauspisteen havaitseminen kirkkaassa auringonvalossa voi olla haasteellista.

8 Rakennustoimituksen sopimusehdot logistiikan näkökulmasta

8.1 Rakennustoimituksen osapuolien vastuut

Rakennustoimituksen osapuolien vastuita tarkastellaan Puula Hirsitalo Oy:n näkökulmasta olettaen, että asiakkaana on yksityishenkilö eli kuluttaja. Talotehtaan ja kuluttaja-asiakkaan välillä solmitaan hankintasopimus, joka noudattaa Hirsitaloteollisuus ry:n yleisiä sopimusehtoja ja kuluttajansuojalakia. Rakennuksen tehtaalta asiakkaalle toimittaa kuljetusliike hirsitalotehtaan tilauksesta. Tätä sopimussuhdetta säätelee erityisesti tiekuljetussopimuslaki, jonka lisäksi kuljetusliike voi halutessaan noudattaa myös ajoneuvonostureiden vuokrauksen yleisiä ehtoja nostotyön osalta. Kuvio 14 selventää osapuolien vastuita.



Kuvio 14. Rakennustoimituksen eri osapuolien vastuut

Hirsitaloteollisuus ry:n yleisten sopimusehtojen mukaan myyjällä on vaaranvastuu sekä velvollisuus huolehtia kuljetuksesta sekä kuljetus- ja varastointikustannuksista ennen rakennuksen luovutusta asiakkaalle. Myyjän on annettava ostajalle kirjallisena tarpeelliset ohjeet työmaateistä ja purkamispaikasta, joita ostaja on velvollinen noudattamaan. Valmisrakennuksien osalta luovutus tapahtuu välittömästi, kun rakennus on nostettu perustuksille ja kuljetussuojaukset on poistettu rakennuksen päältä. Moduuleina eli tilaelementteinä toimitettavat rakennukset vaativat tontilla yleensä 1-2 viikon viimeistelyajan. Näiden rakennusten luovutus tapahtuu tontilla tapahtuvien töiden valmistuttua. Yhteenvetona voidaan todeta, että ennen rakennuksen luovutusta, asiakas vastaa ainoastaan ohjeiden mukaisen kuljetusväylän ja nostopaikan järjestämisestä kustannuksellaan.

Hirsitalotehtaan ja kuljetusliikkeen välinen sopimus on yritysten välinen sopimus, jonka ehtoja voidaan sopia tiekuljetussopimuslain ehtojen puitteissa. Tiekuljetussopimuslain mukaan kuljetussopimus vahvistetaan rahtikirjalla. Hirsitaloteollisuus ry:n sopimusehtojen mukaan toimitusta tulee seurata rahtikirja, johon ostaja kuittaa tavaran vastaanotetuksi. Ajoneuvonostureiden vuokrauksen yleisten ehtojen mukaisesti tilaaja, eli tässä tapauksessa Puula Hirsitalo Oy, vastaa nostotyön suunnittelusta

ja työnjohdosta. Valmisrakennuksien osalta vastuu nostotyön suunnittelusta ja työnjohdosta tulee sopimuksella siirtää kuljetusliikkeelle, koska näiden toimituksen kuljetusliike hoitaa itsenäisesti ilman talotehtaan henkilökunnan läsnäoloa. Talotehtaan laatimat ohjeet kuljetusväylästä ja nostopaikasta tulee hyväksyttävä myös kuljetus- ja nostopalveluiden toimittajalla, jotta voidaan varmistua, että palveluntarjoaja pystyy toimimaan asiakasohjeistuksen mukaisesti. Moduulirakennuksien toimituksen osalta nostotyön suunnittelu ja työnjohtovastuu voidaan myös sopimuksella siirtää nostopalveluiden toimittajalle tai vaihtoehtoisesti asennusryhmästä koulutetaan henkilö vastaamaan nostotöiden työnjohdosta.

8.2 Tarkentavat sopimusehdot

Logistiikan näkökulmasta Hirsitaloteollisuus ry:n sopimusehdot ovat erittäin selkeät ja määrittelevät osapuolten vastuut ja velvollisuudet riittävästi. Tarjouksessa ja hankintasopimuksessa on ainoastaan tarve määritellä tarkemmin mitä tietyt sopimuksen kohdat tarkoittavat valmis- ja moduulirakennuksia toimitettaessa.

Hirsitalotehtaan tarjouksella määritellään rakennuksen kuljetusedellytykset hyvin yleisellä tasolla ja viitataan Hirsitaloteollisuus ry:n sopimusehtoihin, jonka mukaan myyjä antaa tarpeelliset ohjeet kuljetusväylästä ja nostopaikasta, mikäli tarjous johtaa sopimukseen. Ehdotus tarjousehdoksi: Valmis- ja moduulirakennuksemme toimitetaan asiakkaalle nosturilla varustetulla kuorma-autolla tai ajoneuvoyhdistelmällä. Kuljetusreitti yleiseltä tieltä rakennuspaikalle sekä rakennuksen nostopaikka tulee olla esteettömiä. Kuljetusajoneuvon tulee päästä noin 5 m etäisyydelle perustuksista. Kuljetusreitin ja nostopaikan tulee olla kantavuudeltaan riittävä 35.000 kg painoiselle ajoneuvolle. Myyjä antaa Hirsitaloteollisuus ry:n yleisten sopimusehtojen kohtien 10.2. ja 11.3. mukaiset kirjalliset ohjeet kuljetusreitistä ja nostopaikasta tilausvahvistuksen tai hankintasopimuksen liitteenä.

Tarjouksen johtaessa sopimukseen tilausvahvistuksen tai hankintasopimuksen liitteenä toimitetaan esimerkiksi tämän työn liitteen 6 mukainen ohjeistus kuljetusreitistä ja nostopaikasta. Yleisten sopimusehtojen kohdassa 10.2. veloitetaan myyjä

antamaan ohjeet työmaateistä. Myyjän ei voida kuitenkaan katsoa olevan vastuussa kuljetusolosuhteista yksityisteillä tai kiinteistöjen omilla teillä, joten nämä tied tulee rajata tarkoittamaan sopimusehtojen tarkoittamia työmaateitä. Ehdotus sopimusedoksi: Ostaja vastaa kustannuksellaan, että kuljetusreitti yleiseltä tieltä rakennuksen nostopaikalle sekä nostopaikka ovat tämän sopimuksen liitteen X mukaiset. Mikäli rakennuksen luovutus viivästyy tai estyy ostajan laiminlyötyä myyjän antamien ohjeiden noudattamisen, vastaa ostaja tämän seurauksena aiheutuneista kuljetus-, varastointi- ja muista kustannuksista.

Valmis- ja moduulirakennuksien toimitukseen sisältyy aina asennus, joten Hirsitaloteollisuus ry:n sopimusehtojen kohdan 15.4. kohdan mukaisesti tulee rakennukselle järjestää erillinen ostajan ja myyjän välinen vastaanottotarkastus. Valmisrakennusten käytännön toimituksen kannalta on selkeää, kuljetusliikkeen kuljettaja ja vastaanottaja tarkastavat rakennuksen, kun se on nostettu perustukselle ja kuljetuspakkaus on poistettu. Tarkastuksen tulos kirjataan rahtikirjaan. Ehdotus sopimusedoksi valmisrakennuksien osalta: Yleisten sopimusehtojen kohdan 15.4. mukainen myyjän ja ostajan välinen rakennuksen vastaanottotarkastus pidetään välittömästi, kun rakennus on asennettu perustuksille ja kuljetuspakkaus on purettu. Rakennustoimituksen mukana on rahtikirja, jonka allekirjoituksella ostaja vahvistaa rakennuksen vastaanotetuksi. Mikäli vastaanottotarkastuksessa havaitaan rakennuksessa puutteita tai vaurioita, tulee niistä tehdä merkintä rahtikirjaan.

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kokonaisina rakennuksina tai moduuleina kuljetettavien hirsirakennuksien kuljetusreitit ja nostopaikan vaatimukset sekä luoda tarvittavat hirsitalovalmistajan ja asiakkaan väliset toimitusehdot logistiikan näkökulmasta. Työssä selvitettiin eri lakien ja asetusten asettamat rajoitukset, kuljetus- ja nostokaluston tekniset rajoitteet sekä asiakaspalvelun ja toimituskustannusten keskenään ristiriitaiset seikat.

Aiheeseen liittyvä aikaisempi tutkimus perustuu pääosin liikenneväylien suunnittelun ja erikoiskuljetusreitistöjen suunnittelun näkökulmiin Suomessa. Liikenneväylien suunnittelussa pyritään varmistamaan liikenteen sujuvuus huomioiden tien vuorokausikohtaiset liikennemäärät. Erikoiskuljetusreitistöjen suunnittelu pyrkii vaikuttamaan liikenneväylien suunnitteluun siten, että suurin osa erikoiskuljetuksista pystyy liikkumaan väylillä sujuvasti aiheuttamatta merkittävää haittaa muulle liikenteelle. Suomeen on luotu omat erikoiskuljetusreitistöt, jotka palvelevat suurinta osaa erikoiskuljetusten lähtö- ja määräpisteitä. Opinnäytetyössä aikaisempien tutkimusten tuloksia ja keinoja hyödynnettiin kuljetusväylän ja nostopaikan mittojen määrittelyssä.

Työn tulokset pohjautuvat Väyläviraston liikenneväylien suunnittelun ja Metsäteho Oy:n julkaiseman Metsätieohjeiston metsäteiden suunnitteluarvoihin. Valmistettavat rakennukset kuljetetaan ylileveänä, Lumme -hirsisauna myös ylikorkeana, erikoiskuljetuksena rakennuskohteisiin. Kuljetuksen kokonaismitat eivät aiheuta haasteita yleisillä teillä, mutta yksityistiet ja kiinteistöjen omat tiet voivat olla kuljetukselle ahtaita.

Rakennuslupamääräykset ja niihin liittyvät asiakirjat sekä selvitykset luovat luotettavan pohjan myös kuljetuksen sekä purkupaikan arvioimiseen. Rakennuslupamääräykset edellyttävät, että rakennuspaikalle on käyttökelpoinen pääsytie, jolla tarvittaessa pelastusajoneuvot kykenevät liikennöimään. Lupamääräykset edellyttävät myös rakennuspaikan perustamisolosuhteiden selvittämistä. Perustamisolosuhteselvitystä voidaan hyödyntää nostopaikan kantavuutta arvioitaessa. Rakennuspaikan asemapiirrosta voidaan hyödyntää nostopaikan suunnittelussa ja nosturin nostosäteen määrittelyssä. Yhteenvetona voidaan todeta, että rakennuslupahakemuksen liitteiden ja suunnitteluohjelmiston avulla voidaan usein tehdä luotettava kuljetus- ja nostoedellytysten arviointi käymättä rakennuspaikalla. Haasteellisemmän ryhmän muodostavat pienemmät rakennukset, kuten aitat, jotka eivät edellytä rakennuslupaa vaan ainoastaan ilmoitusmenettelyä. Tällöin rakennuslupaan liittyviä asiakirjoja ei ole käytettävissä ja tilaajayritys joutuu pohtimaan, kuinka edellytysten arviointi näiden rakennusten osalta suoritetaan.

Hirsitaloteollisuus ry:n hirsirakennuksien yleiset toimitusehdot edellyttävät, että talotehdas antaa asiakkaalleen tarvittavat ohjeet työmaateistä ja purkamispaikasta. Opinnäytetyön liitteenä 6 on tilaajalle laadittu asiakasohjeistus. Ohjeistuksessa rakennusmallisto jaettiin kolmeen ryhmään ja kullekin ryhmälle esitetään kuljetusväylän ja nostopaikan vähimmäismitat ja -kantavuus. Ohjeistuksen ja sitä tukevan reittiselvityslomakkeen avulla voidaan tarvittaessa tehdä maastotutkimus, jossa todetaan reitin ja nostopaikan vaatimustenmukaisuus yksinkertaisten mittavälineiden avulla. Hirsitaloteollisuuden toimitusehdot määrittelevät selkeästi osapuolien velvollisuudet kuljetusten ja purkauspaikan olosuhteiden osalta. Opinnäytetyössä ehdotetaan kolmea yleisiä sopimusehtoja täydentävää tarjouksen ja hankintasopimuksen ehtoa. Tarjousehdolla määritellään yleiset rakennuksen toimitusedellytykset. Hankintasopimuksen ehdoilla määritellään tarkemmin työmaatien käsite sekä menettely rakennuksen vastaanottotarkastuksesta.

Opinnäytetyössä onnistuttiin määrittelemään tavoitteen mukaiset helposti mitattavat edellytykset kuljetusväylälle ja nostopaikalle. Edellytykset ovat koottu asiakasohjeistuksen muotoon, jota tilaajayritys voi hyödyntää hankintasopimuksen liitteenä. Edellytykset tulee hyväksyttävä kuljetusliikkeellä, joka toimittaa rakennukset tehtaalta rakennuspaikalle. Tällöin kaikki toimituksen osapuolet ovat selvillä edellytyksistä ja sitoutuvat noudattamaan niitä.

Jokainen kuljetusreitti ja rakennuspaikka on uniikki eikä nostopaikkaa tai kuljetusreittiä voi standardoida johtuen myös erilaisista rakennusmalleista. Erityisesti pienet saunat ja aitat sijoittuvat tonteille, joissa on jo olemassa olevaa rakennuskantaa, puustoa ym. esteitä, jotka haastavat noston suorittamisen. Tilaajayritys joutuukin pohtimaan, miten kuljetusväylän ja nostoedellytysten arviointi suoritetaan erityisesti kustannusten ja niiden jaon näkökulmasta. Opinnäytetyössä esitetään vain edellytysten arvioinnin ajoitus toimitusketjun kannalta. Vaihtoehtoina on sisällyttää edellytysten arvioinnin kustannukset rakennusten myyntihintaan tai tarjota sitä maksullisena lisäpalveluna. Rakennusten toimitusten alkaessa tulee kerätä dataa mahdollisista toimitushaasteista ja sen avulla kehittää asiakasohjeistusta edelleen.

Lähteet

- Ajoneuvonostureiden vuokrauksen yleiset ehdot 1.10.2009. Helsinki: Infra ry. https://www.kaakonnostot.com/useruploads/files/muut_ehdot_ym/ajoneuvonostureiden_vuokrauksen_yleiset_ehdot.pdf.
- A1257/1992. Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä. Annettu 4.12.1992. Viim. muutos 10.1.2019. Viitattu 17.2.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921257#L1>.
- A403/2008. Asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Annettu 12.6.2008. Viim. muutos 1.3.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403#a21.11.2019-1095>.
- Erikoiskuljetusluvan lupaehdot 4/2019. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristövirasto. Annettu 5.4.2019. Viitattu 18.2.2020. http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/36778079/Lupaehdot_FIN_2019_05042019.pdf/0955b642-2e90-4d75-99b4-2db808a8e6cb.
- Hirsi on luonnollinen valinta. 2019. Artikkelit Suomi rakentaa verkkosivustolla 11.12.2019. Rakennustutkimus RTS Oy, Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy. Viitattu 11.2.2020. <https://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/runkorakenteiden-vaihtoehdot>.
- Kananen, J. 2019. Opinnäytetyön ja pro gradun pikaopas. Avain opinnäytetyön ja pro gradun kirjoittamiseen. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 8.2.2020.
- Kesämökki 2018. 2019. Suomen virallinen tilasto. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 11.2.2020. https://www.stat.fi/til/rakke/2016/rakke_2016_2017-05-24_kat_001_fi.html.
- Laitinen, K., Keskisaari, V., Rajava, S., Kulonen, O., Mäkelä, T., Mattila J. & Pikkuharju M. 2017. Erikoiskuljetusajoneuvot ja niiden huomioon ottaminen ohjeissa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 32/2017. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 6.3.2020 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2017-32_erikoiskuljetusajoneuvot_web.pdf.
- Laitinen, K., Keskisaari, V., Rajava, S. & Kulonen, O. 2019. Erikoiskuljetukset suunnittelussa. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. Viitattu 8.3.2020 http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=3499.
- Lauharo, K. 2002. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Oy UNIPress Ab. Viitattu 15.3.2020.
- L132/1992. Maankäyttö ja rakennuslaki. Annettu 5.2.1992. Viim. muutos 29.11.2019. Viitattu 10.3.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#a29.11.2019-1203>.

L267/1981. Tieliikennelaki. Annettu 3.4.1981. Viim. muutos 30.12.2019. Viitattu 17.2.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267#L6P87b>.

L345/1979. Tiekuljetussopimuslaki. Annettu 23.3.1979. Viim. muutos 14.12.2018. Viitattu 11.3.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1979/19790345#a14.12.2018-1124>.

L1090/2002. Ajoneuvolaki. Annettu 11.12.2002. Viim. muutos 25.10.2019. Viitattu 19.2.2020. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ajoneuvolaki>.

Metsätieohjeisto, tekstiosa. 2001. Helsinki: Metsäteho Oy. Viitattu 14.2.2020. <http://www.metsateho.fi/metsatieohjeisto/>.

Milloin erikoiskuljetuslupaa ei tarvita EU- ja ETA-valtioissa rekisteröidylle ajoneuvolle. 2019. Taulukko Pirkanmaan Elinkeino- liikenne ja ympäristöviraston verkkosivustolla. Viitattu 18.2.2020. http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/37657186/va-paat_mittarajat_2019_05042019.pdf/53ab3559-dc5a-446e-af72-13cb5f574c2b.

Millaisen luvan haen? 2019. Ohje ja taulukko Pirkanmaan Elinkeino- liikenne ja ympäristöviraston verkkosivustolla. Viitattu 4.3.2020. http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/124964/Valittavana_olevat_reitistot_269.pdf/2051ef97-6b71-4469-bafa-16a51df26a4a.

Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky kalustoesittely verkkosivusto. Palfinger 92002 -nosturin nostokykykaavio. N.d. Viitattu 15.3.2020. <http://www.kuljetusliikeruuska.com/nosto-ja-kuljetus-ruuska-ky-kalusto>.

Puula Hirsitalo Oy yrityksenä. N.d. Puula Hirsitalo Oy:n verkkosivu. Viitattu 11.2.2020. <https://www.puulahirsitalo.com/yritys>.

Porthan, P. 2018. Moduulirakentaminen tuo murroksen rakennusteollisuuteen. Talotekniikka 28.11.2018. Viitattu 10.1.2020. <https://talotekniikka-lehti.fi/moduulirakentaminen-tuo-murroksen-rakennusteollisuuteen/>.

Ristikartano, R., Granlund, R., Räsänen J. & Salmelin, L. 2012. Tiensuunnittelun liikennetekniset mitoitusperusteet. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 50/2012. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 4.3.2020. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2012-50_tiensuunnittelun_liikennetekniset_web.pdf.

RT 98-11214. 2016. Ajoväylät, hitaasti liikennöitävät. Ohje ajoväylien mitoittamiseen. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 24.3.2020. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/kortit/RT%2098-11214>.

Salvos konsepti. 2020. Salvos Finland Oy:n verkkosivusto. Viitattu 18.2.2020. <https://www.salvos.fi/salvos-konsepti>.

Tapola, H. 2011. Metsätyöt ja sähkölinjat. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 37. Tampere: Työsuojeluhallinto. Viitattu 24.3.2020. https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/tyosuojeluopas_37.pdf.

Tasoliittymät ohje. 2001. Suunnitteluvaiheen ohjaus Helsinki: Tiehallinto. Viitattu 24.3.2020. https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf.

Tiennumerointi ja tienumerokartat. 2019. Artikkelin väyläviraston verkkosivulla 29.5.2019. Viitattu 14.2.2019. <https://vayla.fi/kartat/tiekartat#.XkZMo2gzaUk>.

Tietilasto 2018. 2019. Suomen virallinen tilasto. Helsinki: Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Viitattu 20.2.2020. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tietilasto%202018.pdf>.

Tieverkko. 2019. Artikkelin Väyläviraston verkkosivulla 15.7.2019. Viitattu 14.2.2020. <https://vayla.fi/tieverkko#.XkY7wmgzaUk>.

Tiitinen, K. 2019. Puula Hirsitalolle miljoonalaajennus – Muurametalot osti yhtiön ja toi toimintaan leveämmät hartiat. Länsi-Savo 15.9.2019. Viitattu 20.1.2020. <https://lansi-savo.fi/uutiset/talous/28092286-57ea-4b42-8f52-e35e928da825>.

Traficom/94450/2019. Traficom määräys erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista Annettu 29.3.2019. Viitattu 17.2.2020. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/454001/45074>.

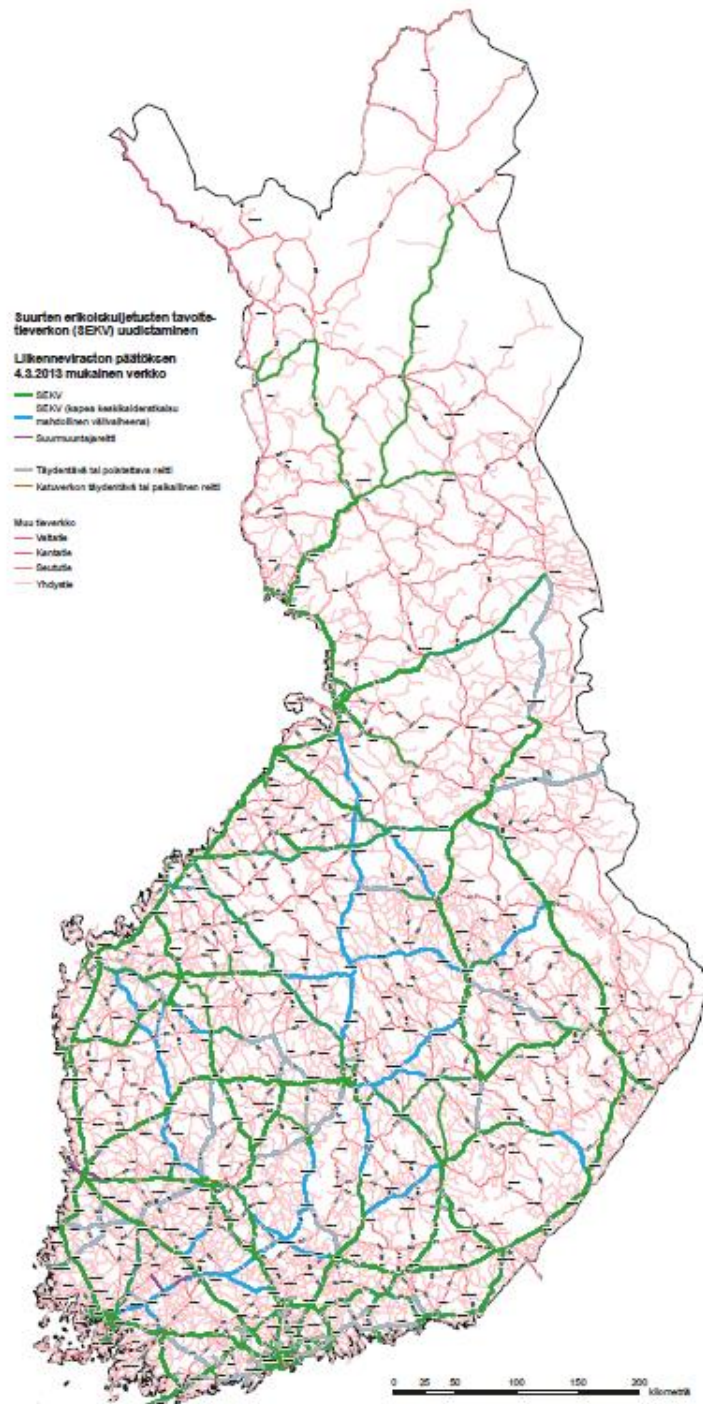
Tuotteiden kuljetuskustannukset. 2020. Joro-Huvilat verkkosivusto. Viitattu 18.2.2020. <https://www.jorohuvilat.fi/kuljetus/>.

Ukkonen, R. 2019. Hirsirakentamisen suosio jatkaa kasvuaan, ja talotehtaat tekevät miljoonainvestointeja pohjoisessa. Yle.fi verkkosivusto 2.12.2019. Viitattu 11.2.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-11098251>.

YM3/601/2015. Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 24.3.2020. <http://www.ym.fi/download/noname/%7BDFED928B-7974-4424-A4DA-06A778C21A9E%7D/109136>.

Liitteet

Liite 1. Suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkko SEKV



Lähde: Laitinen ym. 2017, 11

Liite 2. Puula Hirsitalo Oy:n rakennusmallisto

Liite salattu opinnäytetyön julkisesta versiosta.

Liite 3. Asennusnosturilla varustettu kuorma-auto

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

The drawing shows a truck with a crane. The side view includes dimensions for the truck body (1750, 1790, 3310, 1370, 3050, 1340), the crane arm (2920, 4480, 6230, 8030, 9890, 11840, 13880, 16010), and the chassis (11270, 7400, 6060, 1200). The top view shows dimensions for the crane base (4400, 4575, 2100, 4305) and the truck chassis (4250, 4885, 1940). The crane arm height is 8710 mm, and the truck body height is 2495 mm (with a 1485 mm section).

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

NOSTOKYKY	
[mm]	[kg]
2920	23180
4480	16000
6230	11290
8030	8520
9890	6750
11840	5445
13880	4590
16010	3980

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Osa		Pii		Kpl	
Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Pii	Laatu	Muoto, mitat, malli		
Osa		Osa		Kpl	
		Osa			
Valmiste	Liitty	Massa kg	Toleranssittomat mitat	Suhde	Piirt.
		Lask.			Tark.
		Punn.			Hyv.
Nimitys				Pii.n:o	
				Korvaa	Tiedoston nimi

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Liite 4. Mitoitusajoneuvon kääntyvyydestarkastelut

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

4 m
10 m
R2

5 m
8 m
R2

6 m
7 m
R2

La - Linja-auto

Overall Length	13.000m
Overall Width	2.600m
Overall Body Height	3.119m
Min Body Ground Clearance	0.354m
Track Width	2.600m
Lock-to-lock time	4.00s
Curb to Curb Turning Radius	10.000m

Osa tai kokonaisuuden nimi		Pääruusun ja osan numero		Laatu	Muoto, mitat, malli		Kpl
Osa		Osa laji/merkki		Aines			
Valmistaja	Lähtö	Massa kg Lask. Punn.	Toleroinnittomat mitat		Suhde	Piir. Tark. Hyv.	
Nimitys					Piir.no		
					Korvaa		Tiedoston nimi

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

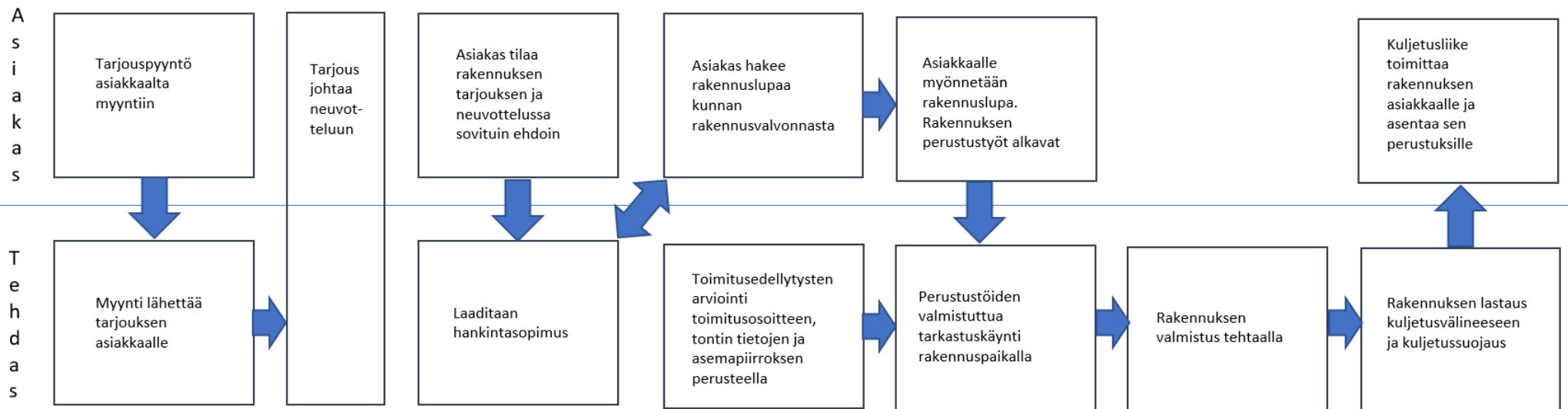
Liite 5. Hirsitalomallisto jaettuna kuljetusryhmiin

Liite salattu opinnäytetyön julkisesta versiosta.

Liite 6. Puula Hirsitalo Oy asiakasohjeistus

Liite salattu opinnäytetyön julkisesta versiosta.

Liite 7. Uudistettu toimitusprosessi

H
u
o
m
i
o
t

Myyntineuvottelussa alustava toimitusedellytysten arviointi:

- Tontin sijainti
- Tontille johtava tie
- Tontin olosuhteet

Hankintasopimuksen liitteet:

- Rakennuslupapiirrokset
- Ohjeet työmaateistä ja nostopaikasta

Rakennuslupahakemuksen liitteet mm:

- Rakennuksen pääpiirustukset
- Asemapiirros
- Selvitys rakennuspaikan perustamisolosuhteista

Tehdään saunoille, vierasmajoille, yhdistelmä-rakennuksille ja lomaa-asunnoille.

Tarkastuskohteet:

- Kuljetusreitti yleiseltä tieltä nostopaikalle ja nostopaikka ovat annettujen ohjeiden mukaisia
- Rakennuksen perustukset

Tehdään aina lomaa-asunnoille ja asiakkaan tilauksesta muille rakennuksille

Tuotannon aloittamisen edellytykset:

- Voimassa oleva rakennuslupa
- Rakennuspaikan tarkastuskäynnillä ei havaittu korjattavaa tai asiakas on suorittanut vaaditut korjaukset

Tehdas laatii kuljetukselle rahtikirjan, jonka allekirjoituksella asiakas vahvistaa moitteettoman rakennuksen toimituksen

Liite 8. Puula Hirsitalo Oy:n reittitutkimuslomake

Liite salattu opinnäytetyön julkisesta versiosta.