



RASKAAN KALUSTON ETU- JA TAKAYLITYSTEN TARKASTELU SEKÄ KÄYTTÄYTYMINEN TAITTEISSA

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Syksy, 2024

Vitalij Matveev

Liikenneala

Tekijä Vitalij Matveev

Työn nimi Raskaan kaluston etu- ja takaylitysten tarkastelu sekä käyttäytyminen taitteissa

Ohjaaja Oskar Eklöf (HAMK), Henri Käki (WSP Finland Oy)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, miten suunnittelijoiden työ AutoCAD-ohjelmassa erosi rakennetusta todellisuudesta WSP Finland Oy:n suunnittelemissa kohteissa. Tämän lisäksi tutkittiin, miten säädösten asettamat kuorma-autojen mittavaatimukset on todellisuudessa toteutettu.

Työn toimeksiantajana toimi WSP Finland Oy. Tämän yrityksen suunnittelijat tekevät AutoCAD-ohjelmalla AutoTURN-lisäosassa taitesuunnittelua ja pituusleikkaustarkasteluja. Mahdollisimman laadukkaan suunnittelun edistämiseksi suunnittelijoiden on ymmärrettävä mitä maastossa tapahtuu todellisuudessa.

Opinnäytetyön yhteydessä haastateltiin raskaan kaluston katsastajia. Tämän lisäksi AutoCAD-ohjelmassa kartoitettiin AutoTURN-lisäosan ominaisuuksia taitesuunnittelun yhteydessä. Kotimaisia ja kansainvälisiä säädöksiä tutkittiin vertailukuvan hahmottamiseksi Suomen ja muiden maiden välillä

Toteutuksen jälkeen ei yleensä järjestetä suunnitteluryhmälle erillistä katselmusta, eikä suunnittelijalla ole oletusarvoisesti kokemusta raskaan kuljettajan työstä. Suunnittelu käyttäen AutoCAD-ohjelmassa olevaa AutoTURN-lisäosaa toteutuu turvallisesti ja kustannustehokkaasti. Tästä huolimatta suunnittelun yhteydessä mietitään lopputulosta, koska ohjelman ajatellaan olevan tarkka ja sen antamien tuloksien perusteella maastoon rakennetaan suunniteltu kokonaisuus. AutoTURN-simulaatiomalleihin jätettiin yleensä reilusti erilaisia suunnitteluvaroja niin pysty- kuin vaakageometrian suhteen. Suunnittelijoiden tiedossa on, että jos ajoneuvo pääsee suunnittelun yhteydessä luiskaa pitkin kolhimatta luiskan tienpintaa eri tasolle, niin todellisuudessa ajoneuvo pääsee vielä helpommin. Tämän lisäksi raskaan liikenteen kuljettajilla on erilaisia säätövaroja, mitkä AutoTURN-lisäosa ei ota ollenkaan huomioon. Opinnäytetyössä käydyissä mittauksissa maaston ja todellisuuden välillä paljastui huomattavia eroja.

Opinnäytetyössä syntyy ymmärrys, että suunnittelu AutoCAD-ohjelman avulla on luotettava, vaikka mitat simulaatiossa ja todellisuudessa vaihtelevat. Suunnittelussa onnistuneessa ajossa todellisuudessa ajoneuvon ajo samassa ympäristössä onnistuu helpommin suunnittelussa tapahtuneen ajoon verrattuna. AutoCAD-ohjelmassa oleva AutoTURN-lisäosa antaa varaa luotettavan luiskageometrian suunnitteluun.

Avainsanat Kuorma-auto, alleajosuojat, huoltotunnelit, ajoluiskat, suunnittelu

Sivut 41 sivua ja liitteitä 4 sivua

Degree Programme in Traffic and Transport Management Abstract
Author Vitalij Matveev Year 2024
Subject Examination of the Front and Rear Crossings of Heavy Vehicles and Their
 Behavior in Bends
Supervisors Oskar Eklöf (HAMK), Henri Käki (WSP Finland Oy)

The purpose of this thesis was to investigate how the work of designers in the AutoCAD program differs from the built reality in projects designed by WSP Finland Oy, and to examine how the regulatory requirements for truck dimensions are actually implemented. The commissioner for this work was WSP Finland Oy. Designers at this company use the AutoTURN add-on in AutoCAD for trajectory design and longitudinal section reviews. To promote the highest quality design, designers must understand what happens in the field in reality.

In connection with the thesis, heavy vehicle inspectors were interviewed. In addition, the features of the AutoTURN add-on in AutoCAD were mapped in the context of trajectory design. Domestic and international regulations were studied to create a comparative picture between Finland and other countries.

After implementation, a separate review is usually not organized for the design team, and the designer does not typically have experience with the work of a heavy vehicle driver. Designing using the AutoTURN add-on in AutoCAD is carried out safely and cost-effectively. Despite this, the end result is considered during the design process, as the program is thought to be accurate, and the designed entity is built in the field based on its results. AutoTURN simulation models usually leave ample design margins for both vertical and horizontal geometry. Designers know that if a vehicle can navigate a slope in the design without hitting the slope's road surface at different levels, it will be even easier in reality. Additionally, heavy vehicle drivers have various adjustment options that AutoTURN does not take into account. Measurements conducted in the thesis reveal significant differences between the terrain and reality.

The thesis concludes that designing with the AutoCAD program is reliable, even though the dimensions in the simulation and reality vary. If a vehicle successfully navigates in the design, it will navigate the same environment more easily in reality. The AutoTURN add-on in AutoCAD allows for reliable slope geometry design.

Keywords Truck, underrun protection, service tunnels, ramps, design
Pages 41 pages and appendices 4 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Raskas kalusto.....	2
2.1	Raskaan kaluston yleiset ominaisuudet ja tiedot	2
2.2	Raskaan kaluston mitat Suomessa	6
2.3	Raskaan kaluston mitat ulkomailla	6
3	Taitteet ja niiden suunnittelu.....	7
3.1	AutoTURN-ohjelma suunnittelijan työkaluna	7
3.2	Taitesuunnittelu	8
3.3	RT-ohjeet taitesuunnittelussa.....	11
4	Ohjeet.....	11
4.1	Alleajosujoaohje Traficom/265011/03.04.03.03/2019	12
4.2	Ajoneuvoja ja niiden osia koskevat E-säännöt	16
4.2.1	Sääntö 58/ Taka-alleajosuojat	16
4.2.2	Sääntö 73/ Sivualleajosuojat	17
4.2.3	Sääntö 93/ Etualleajosuojat	17
4.3	Säännösten ja asetusten yhteenveto	18
5	Mittaustulokset	18
5.1	Volvo FM9 6x2.....	19
5.2	Renault D 7.7.....	20
5.3	Volvo FL-FLL42	21
6	Ylitysten mittaukset WSP:n suunnittelemissa kohteissa	22
6.1	Selloparkki, Espoo	22
6.1.1	MAN TGM 6.9	23
6.1.2	Scania P 320 9.3	23
6.1.3	Mercedes-Benz ATEGO 7.7	24
6.2	Tammelan Stadion, Tampere.....	24
6.2.1	Scania P 370 12.7	25
6.2.2	Volvo FM 370 6x2 10.8.....	26
6.2.3	Mercedes-Benz Actros 7.7	27
6.3	Hakaniemen kauppahallin huoltoajotunneli	28
7	Haastattelut.....	28
7.1	Yritys X: Raskaan kaluston huolto- ja korjauspalvelut	29
7.2	Katsastusyritys Y	31
7.3	Katsastusyritys W	33

8	Todellisuus vs. AutoTURN-simulaatio	35
9	Yhteenveto.....	37

Kuvat

Kuva 1. Liikennekäytössä olevat kuorma-autot vuosittain neljäjaksottain (Traficom, 2024).	4
Kuva 2. Liikennekäytössä olevat linja-autot vuosittain neljännesjaksottain (Traficom, 2024).	4
Kuva 3. Volvo FM9 6x2 Vantaalla.	19
Kuva 4. Renault D 7.7 Vantaalla.	20
Kuva 5. Volvo FL-FLL42 Vantaalla.....	21
Kuva 6. Sellon huolto 2:n huoltopiha, Espoo.....	23
Kuva 7. Sisäänajo Tammelan stadionin huoltotunneliin, Tampere.	25
Kuva 8. Volvon taka-alleajosuoja ulosajotilanteessa. Tammelan stadion, Tampere.	27
Kuva 9. Sisäänajo Hakaniemen kauppahallin huoltoajotunneliin, Helsinki.....	28
Kuva 10. Pituusleikkaustarkastelut Selloparkkin huoltoajotunnelin luiskapinnasta (AutoCAD 2022 -ohjelma, 2024).....	36

Liitteet

Liite 1.	Opinnäytetyön aineistohallintasuunnitelma
Liite 2.	Pituusleikkaustarkastelut Sello

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, miten raskas kalusto käyttäytyy taitteissa etu- ja takaylityksissä. Tavallisesti oikeat mitoitukset ja suunnittelu tehdään ohjelmilla ja ohjelmat ovat luotettavia. Tästä huolimatta on hyvä tarkistaa myös maastossa, miten simulaatio ja todellisuus eroavat toisistaan. Vuonna 2019 Valtioneuvoston asetusmuutos tuli voimaan, jonka mukaan ajoneuvoyhdistelmien suurimpia mahdollisia pituuksia nostettiin ylös ja siitä lähtien liikenteessä sai käyttää uudentyypisiä ajoneuvoyhdistelmiä. Tämä asetus mahdollisti sen, että aikaisempaa pidemmät ajoneuvoyhdistelmät pääsivät liikenteeseen ja käyttämään olemassa olevaa infrastruktuuria. Kuljetusala kehittyi koko ajan ja suunnittelun on kehitettävä sen mukana vastaamaan tämän päivän tarpeita ja huomisen vaatimuksia. Toimiva ja kustannustehokas jakeluliikenne mahdollistaa Suomen kilpailukyvyn ylläpidon, joka muodostuu monesta pienestä tekijästä. Yksi suunnittelun tavoitteista on mahdollistaa, että raskas kalusto pääsee turvallisesti ja helposti tarvittaviin paikkoihin.

Työn tilaajana toimii WSP Finland Oy. Tilaajayritys toimii monella alalla suunnittelussa- ja konsultoinnissa. WSP Finland Oy tarjoaa asiantuntemusta liikennesuunnittelussa, infrarakentamisessa, rakenneteknisessä suunnittelussa ja ympäristörakentamisessa. WSP Finland Oy on osa globaalia WSP:tä. WSP:n päätoimipaikka sijaitsee Kanadan Montrealissa.

Opinnäytetyössä käsitellään raskaan kaluston teoriaa ja suunnitteluohjelmien toimintoja suunnittelussa. Käytännön osassa tutkitaan, kannattaako suunnittelun yhteydessä tehdä laskelmia myös maastossa. Mittaustuloksia opinnäytetyölle saadaan WSP Finland Oy:n suunnittelemista kohteista, joista mitataan tuloksia ja vertaillaan niitä suunnitteluvaiheen tuloksiin. Opinnäytetyön yhteydessä tehdään säädöstutkimus ajoneuvojen teknisistä vaatimuksista. Tämän ohessa tutkitaan kansallisia ja EU-säädöksiä. Opinnäytetyön yhteydessä tarkastellaan, löytyykö eroja kotimaan ja Euroopan unionin välillä.

Opinnäytetyötä varten haastatellaan raskaan kaluston katsastajia. Katsastuksen ammattilaiset tekevät päivittäin töitä raskaan kaluston turvallisuuden ylläpitämiseksi ja heillä on vahvoja mielipiteitä ja ehdotuksia aiheeseen liittyen. Opinnäytetyössä käydään läpi myös yleisimmät kalustotyytit, jotka ovat Suomen liikenteessä.

Opinnäytetyön tarkoitus on antaa vastauksia näihin kysymyksiin:

1. Kuinka luotettava suunnittelu AutoTURN-lisäosalla on?
2. Miten estetään jatkossa maakosketuksia ja onko se ylipäätään mahdollista?

3. Mitkä ovat taitesuunnittelun vaikeimmat paikat ja mihin pitäisi kiinnittää paljon huomiota suunnittelutilanteessa?
4. Miten suomalaiset säädökset puskureista ja alleajosuojista eroavat muista EU-maista?

Opinnäytetyön tuloksia WSP Finland Oy tulee käyttämään myöhemmissä projekteissa.

2 Raskas kalusto

Raskas kalusto tarkoittaa tavallisesti suuria ja painavia ajoneuvoja. Niiden kokonaismassa pitää olla yli 3,5 tonnia. Niihin voidaan luetella kuorma-autoja, rekka-autoja, linja-autoja ja erikoisajoneuvoja. Kyseiset ajoneuvot ovat ammattikuljettajien kuljettamia ja lastina toimii iso ja painava kuorma. Raskaiden ajoneuvojen runko on niiden historian aikana pysynyt lähes samanlaisena. Perusrakenne muodostuu rungosta, jonka ympärille auto rakennetaan. (Heiskanen, 2012)

Raskaiden ajoneuvojen kuljettajien on oltava erityisen varovaisia, sillä liikenneturvallisuuden ja ajoneuvojen ison koon takia he voivat aiheuttaa mittaavan onnettomuuden. Tämän seurauksena voi tulla sekä henkilö- että omaisuusvahinkoja. Tämän takia kuorma-autojen tai ajoneuvoyhdistelmien kuljettajilla on oltava luokan C-ajokortti. Luokan C1-ajokortti riittää, jos ajoneuvon kokonaismassa on alle 7,5 tonnia. Tämän lisäksi kuorma-autojen tai ajoneuvoyhdistelmien kuljettajilla on oltava ammattipätevyys. Linja-autokuljettajilla on oltava luokan D-ajokortti. Luokan D1-ajokortti riittää, kun ajoneuvossa henkilöpaikkoja on enintään 16. Tämän lisäksi linja-autojen kuljettajilla on oltava ammattipätevyys linja-autojen ajamiseksi. (Traficom, 2024)

Tässä luvussa käsitellään raskaan kaluston yleisiä ominaisuuksia, tietoja sekä mittoja ja säädöksiä sekä Suomessa että ulkomailla. Tässä luvussa myös esitellään tilastokuvia.

2.1 Raskaan kaluston yleiset ominaisuudet ja tiedot

Euroopan unionin alueella ajoneuvojen luokat ovat tavallisesti yhdenmukaistettuja. (Euroopan unionin virallinen lehti, 2014) Euroopan Unionin jäsenmailla on kuitenkin oikeus käyttää myös kansallisia ajoneuvoluokkia, jos ne eivät kuulu yhdenmukaistettujen luokkien piiriin. Euroopan Unionin alueella yhdenmukaistetut ajoneuvoluokat ovat: M-luokka, joka on tarkoitettu matkustajien kuljettamiseen oleville ajoneuvoille:

- N-luokka, joka on tarkoitettu rahdin kuljettamiseen oleville ajoneuvoille
- L-luokka, joka on tarkoitettu kaksi-, kolme-, ja nelipyöräisille ajoneuvoille
- T-, R-, ja C-luokat, jotka on tarkoitettu maa- ja metsätalousajoneuvoille
- O-luokka, joka on tarkoitettu perävaunuille

Tässä opinnäytetyössä puhutaan paljon kuorma-autoista ja ajoneuvoyhdistelmistä ja niiden eroista on syytä mainita. Kuorma-auto on yksittäinen ajoneuvo. Kuorma-autoon kuuluu yksi runko, moottori, ohjaamo ja tavaratila. Ajoneuvoyhdistelmä muodostuu useasta eri osasta, jotka ovat yhdyttyjä toisiinsa ja muodostavat isomman kokonaisuuden. Tavallisesti ajoneuvoyhdistelmä muodostuu veturista ja yhdestä tai monesta perävaunuista, jotka ovat kiinni veturissa. Veturina voi toimia myös tavallinen kuorma-auto.

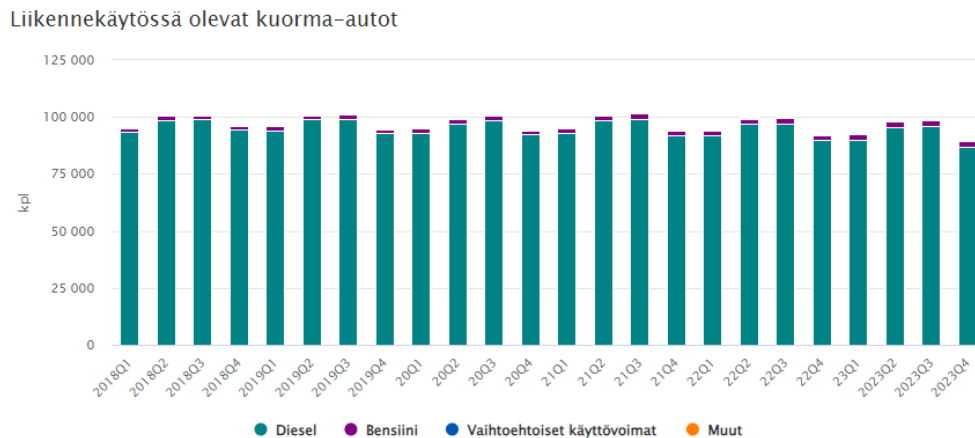
Viime vuosina Manner-Suomen liikennekäytössä olevien kuorma-autojen lukumäärä on pysynyt tasaisena 90 000–100 000 ajoneuvon välillä. Luvanvaraisia ajoneuvoja tästä määrästä on 35–40 prosenttia. Suurimmillaan kuorma-autojen määrä oli syyskuussa 2021 ja sen jälkeen vähentyi joulukuuhun 2023 ajoneuvomäärästä 101 191 määrään 90 086. Kun tarkastellaan linja-autojen lukumäärää Manner-Suomessa, niin arvio on 10 000–12 000 linja-autoa. Niistä noin 85 prosenttia on luvanvaraisessa käytössä. Vuoden 2022 lopun tilastojen mukaan linja-autoista noin 37 prosenttia palveli paikallisliikenteessä, noin 32 prosenttia kaukoliikenteessä ja noin 31 prosenttia pienoislinja-autoina. Aiemmin liikennekäytössä olevista ajoneuvoista peräti kaikki linja-autot olivat dieselkäyttöisiä. Tällä vuosikymmenellä sähkökäyttöiset linja-autot tulivat näkyviin sekä katukuvassa, että tilastoissa.

Liikennekäytössä olevista kuorma-autoissa edelleen selvä enemmistö kulkee dieselillä.

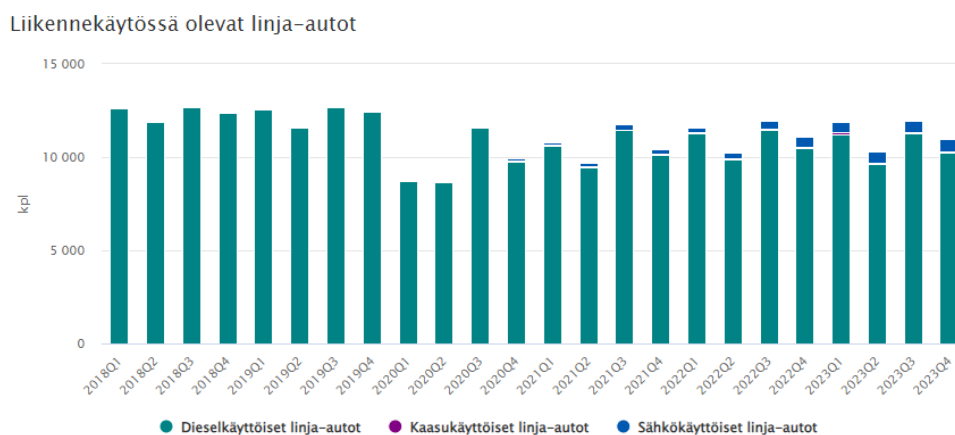
Liikennekäytössä sähkökäyttöisiä ajoneuvoja oli vuoden 2023 viimeisellä neljänneksellä vain 70 kappaletta. Tämä tarkoittaa, että nousu on erittäin hidas henkilöautojen ja linja-autojen verrattuna. (Traficom, 2024)

Kuten esitetään kuvassa 1, lähes kaikki kuorma-autot ovat dieselkäyttöisiä. Kuvasta 2 näkee, että aiemmin lähes kaikki linja-autot olivat dieselkäyttöisiä, mutta viime vuosina sähkökäyttöiset linja-autot pääsivät mukaan tilastoihin.

Kuva 1. Liikennekäytössä olevat kuorma-autot neljännesvuosittain (Traficom, 2024)



Kuva 2. Liikennekäytössä olevat linja-autot vuosittain neljännesvuosittain. (Traficom, 2024)



Raskaan liikenteen isoimmat liikennöintimäärät ovat Etelä-Suomessa. Eniten raskasta liikennettä on Helsinki–Tampere–Turku-akselilla. Kaupungistumisen myötä myös raskaan liikenteen kuljetukset keskittyvät suurten kaupunkien ympärille, jotka ovat Suomessa etelässä. Etelä-Suomessa sijaitsevat maan isoimmat satamat, terminaalit ja logistiikkakeskukset. Raskas liikenne vaikuttaa paljon enemmän tiepinnan kuntoon verrattuna tavallisen henkilöautoon juuri sen koon ja painon vuoksi. Raskas liikenne päästää paljon melua ja täten vaikuttaa lähiympäristön viihtyvyyteen. Raskas liikenne vaatii paljon tilaa ja suunnittelussa mitoitetaan liittymät raskaan liikenteen tarpeiden mukaan.

Kuorma-auton telityyppi, akseliväli ja akselien lukumäärä valitaan tavallisesti auton tulevan tehtäväkuvan mukaan. Kuorma-autoissa on olemassa erilaisia vetotapoja. Ajoneuvon etuosassa sijaitsee vähintään yksi ohjaava akseli. Ohjaavia akseleita on tavallisesti yksi, mutta jos akseleita ajoneuvossa on 4–5 niin ohjaavia akseleita on kaksi ja tilanteen vaatiessa niitä voi olla kolme. Kolmas ohjaava akseli voi olla ajoneuvon takaosassa. Kuorma-auton liikkumiseen vaikuttaa tosi laajasti ajoneuvoon asennettu jousitus, joka valitaan ajoneuvoon sen työtehtävän perusteella. Jousituksia on saatavilla erilähtöön ja eri työtehtäviä varten. Jossain tehtävässä tietynlainen jousitus voi olla optimaalinen valinta, mutta toisessa tehtävässä kyseinen jousitus voi soveltua huonosti. (Heiskanen, 2012)

Raskaan kaluston ajoneuvot käyttivät aiemmin lähes poikkeuksetta dieselpolttoainetta. Syitä oli monia. Yksi tärkeimmistä on, että dieselpolttomootorit ovat kestäviä ja luotettavia. Suomen kokoisessa valtiossa välimatkat ovat erittäin pitkiä Euroopan Unionin mittakaavassa. Raskas kalusto on usein kovassa, lähes päivittäisessä ajossa. Dieselpolttomootorit kuluttavat vähemmän polttoainetta ja täten ovat edullisia. Viime vuosina myös sähkökuorma-autot tulivat markkinoille ja niiden roolinsa tulevaisuudessa tulee kasvamaan. Vuodesta 2022 vuoteen 2023 sähkökuorma-autojen muutos oli erittäin merkittävä 160 prosentin kasvulla. Toisaalta määrät ovat toistaiseksi jopa niin isolla kasvulla erittäin pieniä, sillä 25 sähkökuorma-autosta vuonna 2022 kasvu tapahtui 65 sähkökuorma-autoon vuonna 2023. Samaan aikaan dieselkuorma-autojen määrä putosi 3,1 prosentilla. Silti dieselkuorma-autojen lukumäärä on suuri 86 896 ajoneuvolla vuonna 2023. Vaikka tapahtui 3,1 prosentin pudotus dieselkuorma-autojen lukumäärässä vuodessa, määrä on silti ylivoimainen sähkökuorma-autoihin verrattuna. (Tilastokeskus, Traficom, 2023) Tämän lisäksi dieselpolttoaine on yleinen polttoaine sekä kotimaassa, että ulkomailla. Kuljetusten mahdollisimman turvallisen, selkeän ja kustannustehokkaan perille ajon mahdollistamiseksi paras mahdollinen käyttövoima on dieselpolttoaine vuonna 2024 Suomessa.

Raskaan kaluston ajoneuvoluokat: M2, M3, N2, N3. Raskaan kaluston ajoneuvoluokkia käsittelee asetus 2018/858. Tämä asetus tuli voimaan 01.09.2020 Euroopan unionin alueella. Asetuksen virallinen suomenkielinen nimi on Asetus (EU) ”2018/858 moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen sekä tällaisiin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, komponenttien ja erillisten teknisten yksiköiden hyväksynnästä ja markkinavalvonnasta.” (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/858, 2018)

Luokan M2 ja M3 ajoneuvot on valmistettu henkilöiden kuljetukseen ja ne ovat linja-autoja. M2 ajoneuvot luokitellaan, kun sen kokonaismassa on maksimissaan 5 tonnia ja M3 ajoneuvot luokitellaan, kun ajoneuvon massa ylittää 5 tonnia. Nämä luokat ovat

joukkoliikenteen päivittäisessä käytössä. M2-luokan ajoneuvot ovat pienemmät, kuin M3-luokan ajoneuvot.

Luokan N2 ja N3 ajoneuvot on valmistettu tavaroiden kuljetukseen ja sen luokan ajoneuvojen kokonaismassa ylittää 3,5 tonnia. Luokan N2 kuorma-autojen suurin sallittu kokonaismassa on 12 tonnia. Luokan N3 kuorma-autojen suurin sallittu kokonaismassa voi ylittää 12 tonnia. Jo maksimikokonaismassoista päätelleen N2-luokan ajoneuvot ovat valmistettuja kuljettamaan keskisuuren lastin painoltaan ja kooltaan ja N3-luokan ajoneuvot ovat suunniteltu kuljettamaan vielä sitä raskaamman ja isomman lastin. (Euroopan unionin kommissio , 2024)

2.2 Raskaan kaluston mitat Suomessa

Suurin mahdollinen ajoneuvoyhdistelmän pituus saa olla 34,5 metriä, mutta sen kuormatilojen sisäpituus saa olla maksimissaan 29,24 metriä. Suurin mahdollinen puoliperävaunuyhdistelmä saa olla maksimissaan 23,0 metriä pitkä. Suurin mahdollinen keskiakseliperävaunuyhdistelmän pituus saa olla maksimissaan 20,75 metriä. Suurimman mahdollisen puoliperävaunun vetopituus voi olla maksimissaan 18,0 metriä mitattuna vetotapista perävaunun takaosaan. Suurin mahdollinen varsinaisen perävaunun vetopituus voi olla maksimissaan 16,0 metriä. Auton, pois lukien linja-auton enimmäispituus voi olla maksimissaan 13,0 metriä. (Logistiikan maailma, 2024)

Linja-auton enimmäispituus on 13,5 metriä. Kolmiakselisen linja-auton kokonaispituus voi olla jopa 15,0 metriä. Nivelrakenteisen linja-auton enimmäispituus on 18,75 metriä. (Paikallisliikenneliitto, 2010)

Ajoneuvon ja perävaunun enimmäiskorkeus on 4,4 metriä. Ajoneuvojen suurin sallittu leveys on 2,6 metriä. (Logistiikan maailma, 2024)

2.3 Raskaan kaluston mitat ulkomailla

Suomen etelänaapurissa Virossa suurin sallittu ajoneuvon pituus saa olla 20,5 metriä. Suurin sallittu korkeus saa olla 4 metriä, L-luokan ajoneuvoilla 2,5 metriä, N3G-luokan hinausnostureilla, silta-autoilla ja konttiautoilla 4,4 metriä. (Transpordiamet, Viro, 2023)

Liettuassa ajoneuvon suurin sallittu pituus saa olla 18,75 metriä. Suurin sallittu korkeus saa olla maantieajoneuvoilla Liettuassa 4 metriä. (E-seimas, Liettua, 2002)

Suomen länsinaapurissa Ruotsissa määrättyllä tieverkolla suurin sallittu ajoneuvoyhdistelmän pituus saa olla 34,5 metriä. Ruotsissa ajoneuvon korkeus saa olla vapaa. (Transportstyrelsen, Ruotsi, 2023)

Euroopan Unionin ulkopuolella Yhdistyneessä Kuningaskunnassa ajoneuvojen yhdistelmillä suurin mahdollinen pituus saa olla moottoriajoneuvolla, joka vetää yhden perävaunun. Tämän pituus saa olla maksimissaan 18,75 metriä. (Departament for Transport, Yhdistynyt kuningaskunta, 2017)

3 Taitteet ja niiden suunnittelu

Taitesuunnittelu on laaja kokonaisuus, jonka avulla voidaan luoda kustannustehokkaasti turvallisia ja käyttäjäystävällisiä kulkuväyliä, jotka yhdistävät eri tasoja. Tässä luvussa käsitellään AutoTURN-ohjelmaa, varsinaista taitesuunnittelua ja RT-ohjeita taitesuunnittelun yhteydessä.

3.1 AutoTURN-ohjelma suunnittelijan työkaluna

Suunnittelijan työkaluna taitesuunnittelussa voidaan pitää AutoTURN-lisäosaa. AutoTURN-lisäosa pohjautuu AutoCAD-ohjelmaan. Tämä mahdollistaa työskentelyn AutoTURN-lisäosalla AutoCAD-maailmassa. AutoTURN-lisäosa avustaa ajourien suunnittelussa ja tarkastelussa ja tämän ohjelman avulla tehdään erityyppisten ajoneuvojen mitoituksia. AutoTURN-lisäosa on tehokas ja tarkka ohjelma, jonka avulla voidaan tehdä laadukas liikennejärjestelyiden suunnittelu ja arvioida kokonaisuutta. AutoTURN-lisäosan avulla voidaan esimerkiksi tarkastella erilaisten ajoneuvojen käyttäytymistä simuloimalla ajoneuvojen liikkeitä. AutoTURN-lisäosasta löytyy mm. henkilöautoja, kuorma-autoja, ajoneuvoyhdistelmiä ja linja-autoja. Tämän avulla voidaan varmistaa, että tietyt liikennejärjestelyt ovat toimivia kaikille ajoneuvoille. AutoTURN-lisäosan avulla pystytään laskemaan pysäköintialueiden toimivuutta eri ajoneuvoilla. Ohjelman avulla päädytään optimaalitulokseen, joka on mahdollisimman kustannustehokas ja käyttäjäystävällinen toteutusvaiheessa.

3.2 Taitesuunnittelu

Silloin kun kyse on taitesuunnittelusta liikennesuunnittelussa, sillä tarkoitetaan tien tai kadun muotoilua. Muotoilun tavoitteena on päästä alhaalta ylös tai toisinpäin. Muut usein käytetyt termit ovat luiska ja ramppi. Niiden tehtävänä on auttaa ajoneuvoja siirtymään ylätasosta alatasolle. Pysäköinnissä käytetään mm. suoria ramppeja, kierrerampeja ja kaltevia pysäköintitasoja.

Taitesuunnittelu on liikennesuunnittelun tärkeä osa. Sen avulla voidaan sujuvoittaa liikennettä myös ahtaissa paikoissa. Hyvin suunnitellun taiten myötä voidaan säästää paljon tilaa. Taitesuunnittelussa otetaan huomion kaltevuus, leveys ja muotoilu. Maavaralla on tärkeä rooli taitesuunnittelussa. Maavaralla tarkoitetaan maapinnan ja auton keskiosan alimman pisteen välistä etäisyyttä. Tavallisesti suunnittelijan tehtävänä on huolehtia, että kaltevuus on mahdollisimman matala ja tasainen. Täten kaikki ajoneuvot pääsevät helposti ja turvallisesti tilanteesta pois. Aina tämä ei kuitenkaan onnistuu, sillä esimerkiksi ahtaissa logistiikkakeskuksissa, kauppakeskuksissa, satamissa ja muuten taajamien sisäpuolella on tilasta puutetta. Tällöin tehdään rampeja ja luiskia. Niiden kaltevuus riippuu tosi paljon sijaintipaikasta ja millä ajoneuvoilla on tarkoitus päästä kyseisestä luiskasta tai rampista. Suurin suositeltava ajoradankaltevuus saa olla 1:10 (10 prosenttia) ulkona. (Rakennustieto Oy, 2016) On olemassa paikkoja, joiden suunnittelu vaatii erityistä tarkkuuta. Haasteita tuo pieni tila tai mitoitusajoneuvon liian suuri korkeus. Tässä tapauksessa laskelmilla ja AutoTURN-lisäosan avulla on varmistettava, että tarvittavilla ajoneuvoilla pääsee turvallisesti ja sujuvasti ajamaan kohteeseen. Liikenneympäristö ja sääolosuhteet pitäisi ottaa myös huomioon. Pitäisi pystyä ylläpitämään jyrkänkin luiskan hyvässä ja turvallisesti ajettavassa kunnossa vuoden ympäri. Tämä on tehtävä Suomen haastavissa sääolosuhteissa. Taiteiden suunnittelussa on huomioitava kaltevien pintojen liukkaudentorjunta. Taitekohdat loivennetaan minimissään kolmen metrin matkan ajan kaltevuuteen 1:20 (5 prosenttia). (Rakennustieto Oy, 2016)

Taite voi olla keinotekoinen tai voi pohjautua olemassa olevaan maastoon. Taitteet voivat vaikeuttaa raskaan kaluston ajon sujuvuuteen alemmasta tasosta ylemmälle tasolle. Juuri raskaan kaluston vuoksi luiskasuunnittelu vaatii erityistä tarkkuuta. Luiskat suunnitellaan sitä käyttävien ajoneuvojen pituuksien mukaan. Ajoratilan korkeus suunnitellaan korkeampien sitä käyttävien ajoneuvoluokkien mukaan. Ajoneuvon korkeus määritellään korkeimmalla olevaan koriosaan tai kuorman ylimmän pisteen mukaan. Antenneja, jotka ovat useissa ajoneuvoissa ei kuitenkaan lasketa ajoneuvon korkeuteen. Antennin törmätessä muihin rakenteisiin se taittuu. Suunnittelussa otetaan huomioon Suomen talviolosuhteet ja ulkona

lumen vaikutus voi lisätä ajoneuvon korkeutta 0,2–0,3 metrillä varsinaisesta ajoradan pinnasta. Luiskan taitteiden kohdalla on varmistettava simuloimalla, että ajoreittikorkeus on riittävä ja ajoneuvot pääsevät ajamaan osumatta rakenteisiin. Liikenne-alueella, kun ajokorkeus on matalampi kuin yleinen, ajoneuvojen suurin mahdollinen korkeus on sijoitettava varoitusmerkintöjä. Ajoneuvon ja korkeusesteiden väliin jätetään ainakin 10 cm varmuusvara. Kun etäisyys pinnasta kattorakenteisiin on 2,17 metriä, on pyöristettävä luku alaspäin lähimpään 0,1:een ja tästäkin vähennettävä 0,1 metriä. Tilanteessa, jossa etäisyys maapinnasta kattorakenteisiin on 2,17 metriä, asetetaan 2,0 metrin suurinta sallittua korkeutta osoittava varoitusmerkki.

Luiska pitäisi olla sijoitettuna järkevään paikkaan, jotta ajoneuvojen kuljettajat ehtisivät reagoimaan ja tekemään päätöksiä ajoissa. Hyvin epäselkeään paikkaan sijoitettu luiska saattaa vaikeuttaa raskaan ajoneuvon liikkumista. Luiskan pinnan on oltava ehjä ja talvisin puhdistettu lumesta ja jäästä. Taitesuunnittelulla on erittäin suuri vaikutus liikenteeseen, kun ajoneuvolla pitäisi päästä tasosta toiselle tasolle. Se vaikuttaa näkyvyyteen, sillä jyrkät taitteet vaikeuttavat huomattavasti näkyvyyttä. Kuljettajan on oltava erityisen varovainen taitteissa esteiden mahdollisimman aikaisemman huomioonvoinnin varmistamiseksi. Taitteilla on vaikutusta ajoneuvojen nopeuksiin. Jyrkkä nousu hidastaa vauhtia huomattavasti ja moottorilla voi tulla suorituskyvyn kanssa ongelmia. Jyrkkä lasku taas nopeuttaa huomattavasti vauhtia ja ajoneuvokuljettajan on pidettävä vauhti maltillisena. Jyrkät taitteet voivat johtaa myös kuorma-autojen ja ajoneuvoyhdistelmien kallistumiseen tai keinumiseen. Tämä voi vaikeuttaa huomattavasti ammattikuljettajan ajoneuvon hallittavuutta. Taitteet vaikuttavat myös liikennenopeuteen ja ruuhka-aikoina liikenne voi paikoin ruuhkautua, jos sen reitin varrella on taitteita. Taitteet oman geometrian avulla vaikuttavat veden poistoon ja tulviin, varsinkin rankkasateilla. Taitteista valuu vesi alaspäin tielle. Tämä tarkoittaa, että alhaalla pitäisi olla riittävän tehokas vedenpoistojärjestely. AutoCAD-ohjelman sisällä voidaan tehdä seuraavia toimenpiteitä:

1. Mallinnetaan alue, missä työskennellään: Lisätään kantakartta kyseisestä kohdasta referenssitiedostoksi. Kantakartan avulla saadaan tiedot suunnittelun työskentelyalueesta. Tämän lisäksi kantakartasta nähdään suunnittelualueen rakenteet ja esteet. Tavallisesti tilaaja tarjoaa kantakartan. Kantakartan avulla suunnittelija pystyy hyvin hahmottamaan suunnittelualueen ja tuomaan alueelle parhaan mahdollisen suunnitteluratkaisun. Kantakartasta näkyy olemassa oleva infrastruktuuri ja liikennejärjestelyt ja kantakartan avulla suunnittelija pystyy huomiomaan erinomaisesti olemassa olevia rakenteita. Kantakartan lisäämisen yhteydessä pitää varmistaa, missä koordinaatistossa tehdään suunnittelua.

2. Tehdään kohteen suunnittelu: Piirretään suunnittelussa vaadittavat liikennejärjestelyt. Kartoitetaan suunnittelualueelle ajoneuvoliikenteen kulku alueella. Sitä voidaan tehdä järjestelemällä kaistoja, pysäköintipaikkoja ja kääntöalueita. Kohde suunnitellaan ottaen esteettömyyssäädökset huomioon. Tehdään suunnittelualueella toimivuustarkastelu, jotta voidaan varmistua, että liikenne on selkeä ja toimiva. Toimivuustarkastelun avulla voidaan löytää hankalia kohtia, jotka voivat isoilla liikennevirroilla aiheuttaa huomattavia ongelmia.
3. Oikean ajoneuvotyypin valinta: Valitaan oikea ajoneuvo luiskien tarkan mitoituksen varmistamiseksi. Ajoneuvo valitaan suurimman mahdollisen ajoneuvon mukaan, jolla on tarkoitus liikennöidä kyseisestä luiskasta. AutoTURN-lisäosassa on paljon erilaisia ajoneuvovaihtoehtoja henkilöautoista ajoneuvoyhdistelmiin. Tarpeen vaatiessa voi luoda jopa ikioman ajoneuvon omine mittoineen.
4. Liikkeen simuloiminen: Kun yllä olevat parametrit ovat tehtynä, seuraavaksi voidaan simuloida valitun ajoneuvon liikkeitä. Tavoitteena on luoda luiska, joka vastaa tasoltaan RT-ohjeissa vaadittuja vaatimuksia. Liikettä simuloidaan pystygeometriassa. Tämä on erittäin oleellinen asia luiskasuunnittelussa. Liikkeen simulointiin vaikuttaa mitoitusajoneuvon akseleiden määrä, akseleiden sijainti ja ohjausgeometria. Tämän lisäksi suuressa roolissa on maasto ja maaston kaltevuus. Liikkeen simulointiin vaikuttaa myös mitoitusajoneuvon nopeus. Luiskasuunnittelussa työkaluna toimii AutoTURN-lisäosan sisällä oleva Vertical Simulation -toiminto. Tämä toiminto mahdollistaa ajoneuvojen liikesimuloinnin pystysuorilla osuuksilla. Tätä toimintoa käytetään pysäköintihallien, logistiikkaterminaalien ja monitasoisten rakennusten suunnittelussa. Vertical Simulation -toiminto mahdollistaa myös ajoneuvojen liikkeen simuloinnin sisätiloissa. Suunnittelijalla on mahdollisuus arvioida Vertical Simulation -toiminnon avulla ajoneuvojen pääsyn mahdollisuuden tasosta tasolle. Suunnittelija voi luoda tarvittavia parametreja omien tarpeiden mukaan kuten ajoneuvon kääntösäteen, nopeuden ja ohjaukskulman. Suunnittelija voi lisätä vaadittavia esteitä kuten seiniä, pylväitä tai kattorakenteita aidon ajoneuvoliikkeen mahdollistamiseksi.
5. Luiskasuunnittelu. Seuraavana tehtävänä on suunnitella luiska käyttäen RT-ohjeita. AutoTURN-lisäosan avulla voidaan tarkastella, tuleeko vastaan mm. maa- tai kattokosketuksia. Tämän lisäksi esteenä voi olla muita rakenteita. Simuloinnin avulla voidaan varmistella, että ajoneuvo pääsee ongelmitta, ilman kosketuksia ajamaan kyseisestä kohdasta. Luiskasuunnittelun yhteydessä voidaan muuttaa myös luiskan kaltevuutta, jos tulosten yhteydessä tulee kosketuksia rakenteisiin, maahan tai kattoon. Vertical Simulation -toiminnon avulla voidaan suunnitella turvallinen luiska käyttäen ja hyödyntäen RT-ohjeiden vaatimuksia rakenteiden kanssa.

6. Tarkastelu: Kun yllä olevat toimenpiteet ovat tehtynä, seuraavaksi tutkitaan mm. ajoneuvon etäisyyttä reunoihin sekä kohtia, jotka voivat tuottaa haasteita raskaiden ajoneuvojen ammattikuljettajille. Tässä vaiheessa on hyvä tutkia nopeuden vaikutukset ylitystilanteessa. AutoTURN-lisäosan avulla voidaan visualisoida ajouratarkasteluiden tuloksia pystygeometriassa. Tässä vaiheessa voidaan löytää mahdolliset hankalat paikat ja tarvittaessa palata taakse korjaamaan.
7. Tulosten tallentaminen: Tässä vaiheessa tehdään tulosteet luiskalaskemista ja tulosteet liitetään projektiin tulosteiden kansioon. Tämä vaihe auttaa muita suunnittelijoita saamaan pääsyn tiedostoon.

3.3 RT-ohjeet taitesuunnittelussa

Taitesuunnittelun yhteydessä käytetään myös olemassa olevia RT-ohjeita. RT-ohjeet löytyvät RT-kortistosta, johon on koottu tärkeimmät ohjeet rakennusosalalle, lait, jotka ohjaavat alaa sekä määräykset. Tieto, joka löytyy RT-ohjeista, on objektiivinen ja ajantasainen. RT-ohjeita on luotu tyydyttämään rakennusalan ammattilaisten ja suunnittelijoiden ammatillaisia tarpeita. Jokaisella RT-ohjeella on omakohtainen RT-ohjenumero. Ohjeet löytyvät Rakennustiedon internetsivustolta. Kyseisellä verkkosivustolla löytyy tieto RT-ohjeen ajantasaisuudesta ja löytyy myös mahdollisesti aiemman ohjeen julkaisupäivämäärä. Tarvittavan RT-ohjeen tutkimiseen vaaditaan kirjautuminen palveluun ja voimassa olevan lisenssin. Yksittäisen RT-ohjeen voi hankkia myös erikseen.

RT-ohjenumero, jota taitesuunnittelussa käytetään, on RT 98-11214. Kyseinen ohje sisältää tietoa ajoväylien mitoituksesta, joilla ajetaan hitaasti. Nopeuden on oltava alle 20 km/h. Tätä ohjetta käytetään piha-alueiden, pysäköintialueiden ja varastoalueiden suunnittelussa ja mitoituksessa.

4 Ohjeet

Tässä luvussa käsitellään erilaisia ohjeita ja säännöksiä liittyen alleajosuojiin, E-sääntöihin ja yhteenveto tärkeimmistä säännöksistä. Ohjeiden ja säännösten ymmärtäminen on avainroolissa opinnäytetyössä annettuun kysymyksen vastaamiseen.

4.1 Alleajosuojahje Traficom/265011/03.04.03.03/2019

Traficommin alleajosuojahje vuodelta 2019 on osa Suomen liikenneturvallisuutta koskevia säädöksiä. Tämä ohje käsittelee raskaiden ajoneuvojen alleajosuojien vaatimuksia. Tässä ohjeessa määritellään vaatimuksia, joita asetetaan raskaalle kalustolle alleajosuojien osalta. Kyseisen ohjeen tarkoituksena on vähentää alleajomahdollisuuden riskiä tieliikenteessä. Alleajosuojahjeet ovat erittäin tärkeässä roolissa raskaan kaluston turvavarustelussa. Alleajosuojanohjeen avulla pyritään minimoimaan vakavia onnettomuuksia ja estää mahdollisia vammoja ja kuolemia (Traficom, 2019).

Etualleajosuojien tarkoituksena on suojata M1- ja N1-luokan ajoneuvoja etutörmäystilanteessa. Tämän lisäksi etualleajosuojat suojaavat ajoneuvon omia ohjauslaitteita. Etualleajosuojat vaaditaan N2- ja N3-luokan ajoneuvoissa, jotka otettiin käyttöön ensimmäisen kerran **10.8.2003** tai sen jälkeen. ”Etualleajosuojaus koostuu tavallisesti poikittaispalkista ja osista, joilla palkki kiinnitetään koriin tai muihin rakenteisiin N2-luokan ajoneuvolla vähintään 100 mm ja N3-luokan ajoneuvolla 120 mm. Poikittaisen palkin sivuääripäät eivät saa olla eteenpäin taivutettuja eivätkä ulkoreunoiltaan teräviä.” (Traficom, 2019).

Etualleajosuojavaatimuksia ei sovelleta seuraavissa tapauksissa:

Automääräyksen kohdan 3.15 olevat ajoneuvot ovat vapautettuja etualleajosuojavaatimuksesta:

- Palo- ja pelastusautot
- Tien kunnossapitoon tarkoitettu ajoneuvo, johon on asennettu etummaisen akselin eteen suurikokoinen työväline
- Kippaavalla lavalla varusteltu maansiirtoauto. Se ei saisi olla vaihtolava- eikä turpeenkuljetusauto
- Auto, jossa on kiinteästi asennettu kuljetusritilä metsäkoneen kuljetusta varten
- Puunkuljetusauto, jossa on puutavarapankot
- Ajoneuvo, kun voidaan osoittaa, että sen käyttötarkoituksen rakenne estää etualleajosuojan asentamisen

1. Rakenteelliset ja sijainnilliset vaatimukset täyttävät osat: Tilanteessa, kun ajoneuvon kori, alusta tai kiinteästi asennettu osa tai laite täyttää etualleajosuojavaatimuksen niin erillistä suojaa ei tarvitse asentaa.

2. Maastojoneuvot: N2G- ja N3G-luokan maastojoneuvot eivät tarvitse alleajosuojaa ja ovat vapautettuja tästä vaatimuksesta. (Traficom, 2020)

Eteen voi tulla tilanne, kun ajoneuvon käyttötarkoitus estää etuajosuojasta koskevien sääntöjen soveltamisen. Tämä tieto kirjataan rekisteriin. (Traficom, 2019)

”Sivusuojat: N2-, N3-, O3- ja O4-luokan ajoneuvoissa on oltava sivusuojaus estämässä muiden tienkäyttäjien suistumista ajoneuvon tai sen pyörien alle”. Sivualleajosuojia vaaditaan N2-, N3-, O3-, ja O4-luokan ajoneuvoille, joita otettiin käyttöön **1.1.1992** tai tämän päivämäärän jälkeen. (Traficom, 2019)

Sivualleajosuojavaatimuksia ei sovelleta seuraavissa tapauksissa:

1. Ajoneuvoissa, jotka ovat lueteltuna kohdassa 3.16 kuten:

- Erikoiskuljetusperävaunut
- Tienhoitoautot
- Dollyt

2. Puoliperävaunu vetoautoissa

3. Traficom määrittelee:

muu ajoneuvo silloin, kun osoitetaan, että sen sivusuojasta ei ajoneuvon tieliikennekäytön vuoksi ole mahdollista asentaa vaatimusten mukaisena; ajoneuvon on tällöin asennettava sivuille sen käyttötarkoituksen mahdollistamat suojarakenteet kevyen liikenteen turvallisuuden parantamiseksi. (Traficom, 2020)

Jos ajoneuvon käyttötarkoitus estää sivualleajosuojasta koskevien sääntöjen soveltamisen, tämä tieto kirjataan rekisteriin. Etäisyys eturenkaasta sivualleajosuojaan saa olla maksimissaan 300 mm. Etäisyys sivualleajosuojasta takarenkasiin saa olla maksimissaan 300 mm. Ylimmästä tangosta alimpaan tankoon saa olla maksimissaan 300 mm. N2- ja O3-luokan ajoneuvoissa tangon paksuuden on oltava vähintään 50 mm ja etupäädyn kulma on pyöristettävissä vähintään 2,5 mm pyöristyssäteellä. N3- ja O4-luokan ajoneuvoissa tangon paksuuden on oltava vähintään 100 mm ja etupäädyn kulma on pyöristettävissä vähintään 2,5 mm pyöristyssäteellä. Sivusuojan takaosan maksimietäisyys saa olla maksimissaan 30 mm viimeisen 250 mm matkalla ja muilta osin maksimissaan 150 mm takarenkaiden ulkopinnasta. Sivualleajosuojien mitoitus varsinaisessa perävaunussa eturenkaista

sivualleajosuojaan saa olla maksimissaan 500 mm ja sivualleajosuojasta takarenkasiin saa olla 300 mm. Sivusuojien mitoitus keskiakseliperävaunussa: perävaunun alusta saa olla maksimissaan 250 mm sivualleajosuojan alkuun. Etäisyys renkaan ja sivualleajosuojan välillä saa olla maksimissaan 300 mm. Sivusuojat tulee asentaa akselien väliin, kun renkaiden välillä etäisyys on suurempi kuin 600 mm. Varsinaisessa perävaunussa tämä mitta/etäisyys saa olla maksimissaan 800 mm. Kun kuorma-autossa on kaksi ohjausakselia, sivusuoja ei tarvitse asentaa kahden ohjausakseleiden väliin, mikäli etäisyys akseleiden välillä on enintään 2100 mm.

Sivusuojien mitoitus puoliperävaunussa: Etäisyys puoliperävaunusta saa olla maksimissaan 350 mm. Vetotapin ja sivusuojan päädyn etäisyys saa olla maksimissaan 2700 mm. Etäisyys sivualleajosuojasta ja takarenkaiden välillä saa olla maksimissaan 300 mm. (Traficom, 2019)

”Taka-alleajosuojat: N2-, N3-, O3- ja O4-luokan ajoneuvot on suunniteltava, rakennettava ja/tai varustettava siten, että taataan koko leveydeltä M1- ja N1-luokan ajoneuvojen tehokas alleajosuojaus peräänajossa”. (Traficom, 2019)

Taka-alleajosuojavaatimukset tulivat aiemmin voimaan Suomessa kuin etualleajosuojaja- tai sivualleajosuojavaatimukset. Traficom (2019) määrittelee seuraavasti:

1.1.1971 tuli voimaan säädös, jonka mukaan kuorma-, erikois- ja linja-autossa sekä perävaunussa tuli olla turvapuskuri. 1.3.1983 auton ja perävaunun, jonka kokonaispaino yli 3500 kg, takapuskurin vaatimukset muuttuivat. 1.1.1990 ajoneuvon katsottiin täyttävän takapuskuria koskevat vaatimukset, jos se tai siihen kiinnitetty takapuskuri on E-hyväksytty säännön 58 tai e-hyväksytty 79/490/EEC mukaisesti. 1.1.1993 tai sen jälkeen käyttöön otetussa autossa ja perävaunussa tulee olla alleajosuojaja (takapuskuri tai vastaava laite). Alleajosuojan tulee vastata E-säännön 58/01 tai direktiivin 70/221/ETY + 81/333/ETY vaatimuksia. 11.3.2010 tai sen jälkeen käyttöön otetussa autossa ja perävaunussa tulee alleajosuojan vastata E-säännön 58/02 tai vastaavan direktiivin 2006/20/EY vaatimuksia. Tarkemmat vaatimukset taka-alleajosuojasta löytyvät E-säännöstä 58 tai sitä vastaavan direktiivin 70/221/ETY muuttamisesta annetusta direktiivistä 2006/20/EY. Taka-alleajosuojavaatimusta sovelletaan N2-, N3-, O3- ja O4-luokan ajoneuvoihin, jotka on otettu ensimmäistä kertaa käyttöön 1.1.1993 tai sen jälkeen. Taka-

alleajosuoja on suunniteltava ensisijaisesti siten, että suojaamisen ehdot täyttyvät. (Traficom, 2019).

Taka-alleajosuoja voi olla saranoitu tai liikuteltava ja sen on oltava mahdollista lukita paikoilleen. Jos taka-alleajosuoja estää lastin käsittelylaitteiden toiminnan, voidaan suojan käyttö katkaista.

Taka-alleajosuojavaatimuksia ei sovelleta seuraavissa tapauksissa;

1. Automääräyksen kohdassa 3.17 luetelluissa ajoneuvoissa (Traficom, 2020)

Traficomien alleajosuojaohjeeseen on koottu yhteen Euroopan Unionin lainsäädännön keskeisiä vaatimuksia. Ohje sisältää myös esimerkkikuvia. Alleajosuojaohjeesta ymmärtää, että ohje on vahvasti yhteydessä Euroopan Unionin direktiiveihin.

Ajan myötä raskaasta kalustosta on tullut erilaisten säädösten myötä turvallisempi. Myös tulevaisuudessa olemassa olevat ohjeet tulevat päivittymään monta kertaa. Teknologia kehittyy ja vaikuttaa moneen osa-alueeseen elämässä. Myös alleajosuojien teknologia muuttuu ja tulee muuttumaan. Uusien järjestelmien myötä tulevaisuudessa alleajosuojaohjeita päivitetään niiden mukaan. Mahdollisesti tulevaisuudessa voidaan lisätä ohjeisiin vaatimuksia esimerkiksi anturiteknologiasta ja automaattisista hätäjärjestelmistä. Tämä parantaisi ajoneuvojen kyvyn reagoida mahdollisiin onnettomuustilanteisiin. Tulevaisuudessa Euroopan Unionin sisällä voi tapahtua poliittisia muutoksia, jotka heijastuvat myös kansallisiin ohjeisiin. Tämän lisäksi jatkossa kerätään entistä paremmin onnettomuustilastotietoja ja analysoidaan tätä tietoa tehokkaammin. Tämän datan avulla voidaan tiukentaa turvallisuusvaatimuksia vastaamaan sen ajan tietoja. Myös käyttäjäkohtainen tieto kulkee tulevaisuudessa ja ammattikuljettajat, katsastajat ja muut henkilöt, jotka työskentelevät aiheen yhteydessä tuovat parannusehdotuksia entistä helpommin ja sujuvammin esille. Tulevaisuudessa ohjeet voivat kehittyä myös käyttäjäystävällisemmäksi ja paremmin todellisia tarpeita vastaaviksi. Maailma muuttuu joka tapauksessa ja niin ohjeetkin tulevat muuttumaan. Ohjeiden pitää pysyä muuttuvan maailman perässä ja vastata muuttuvan maailman tarpeisiin. Tänä päivänä meillä on kunniahimoinen tavoite "zero vision" ja tulevaisuudessa yhteiskunnan tavoitteena on tehdä tästä tavoitteesta saavutettu.

4.2 Ajoneuvoja ja niiden osia koskevat E-säännöt

ECE Regulations eli E-sääntöjä laati Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio. Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission perusti talous- ja sosiaalineuvosto heti toisen maailmansodan jälkeen vuonna 1947. Tämä on yksi viidestä Yhdistyneiden Kansakuntien alueellisesta komissiosta. Euroopan talouskomission tehtävänä ja tavoitteena on talouden yhdentyminen Euroopan maissa. Euroopan talouskomissioon kuuluu 56 valtiota Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Aasiasta. Ajoneuvoja ja niiden osia koskevat E-säännöt tulivat voimaan **19.07.1976** Suomessa. Itse YK:n sopimus, johon E-säännöt liittyvät tuli voimaan vuonna **1958**. Sopimus koski Yhdistyneiden Kansakuntien yhdenmukaistettujen teknisten määräysten hyväksymistä pyörillä varustettujen ajoneuvojen, laitteiden ja osien osalta, joita voidaan asentaa tai/ja käyttää näissä pyörillä liikkuvilla ajoneuvoilla ja ehtoja voidaan virallisesti hyväksyä vastavuoroisesti maiden kesellä Yhdistyneiden Kansakuntien sääntöjen mukaisesti. Sääntöjä on 160 ja ne ovat sähköisessä muodossa Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission verkkosivuilla. Taka-alleajosuojaukseen käsittelee sääntö numero 58, sivusuojaukseen sääntö numero 73 ja etuallesuojaukseen sääntö numero 93. (Traficom, 1976)

4.2.1 Sääntö 58/ Taka-alleajosuojat

Sääntö 58 on Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission sopimus. Sopimus koskee teknisten sääntöjen hyväksymistä pyörillä varusteiden ajoneuvojen, niiden varustelujen ja osien osalta, joita voidaan asentaa ja/tai käyttää näissä ajoneuvoissa. Tämän sopimuksen tarkoituksena on lisätä turvallisuutta ja parantaa standardeja kansainvälisessä liikennesektorissa. Tämä sopimus asettaa ehtoja siitä, miten pitäisi hyväksyä virallisia lausuntoja, jotka on annettu huomioiden tämän sopimuksen ehtoja.

Sopimuksessa mainitaan sääntöjä kuten:

1. Taka-alleajosuojat (RUPDs): Säännöissä on ehto, että jokaisessa kumipyörillä varustetussa ajoneuvossa pitäisi olla varustettuna erityisillä suojalaitteilla takana. Tämä auttaa onnettomuustilanteissa välttämään isoilta vahingoilta.
2. Ajoneuvot, joissa on asennettuna hyväksytyä tyyppiä taka-alleajosuojaus asennuksen osalta: Sopimuksessa mainitaan ehdot, miten ajoneuvoihin pitäisi asentaa taka-alleajosuojalaitteita ja millaiset standardit pitäisi huomioida asennuksessa, jotta laitteet olisivat turvallisia.

3. Ajoneuvot niiden taka-alleajosuojauksen osalta (RUP): Sopimuksessa kerrotaan ehtoja/vaatimuksia ajoneuvojen taka-alleajosuojille. (Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio, 2017)

4.2.2 Sääntö 73/ Sivualleajosuojat

Sääntö 73 on Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission sopimus. Sopimus määrittelee yhdenmukaiset vaatimukset ajoneuvojen ja laitteiden hyväksynnälle. Säännön tarkoituksena on taata, että ajoneuvot täyttävät korkeimmat turvallisuusvaatimukset näiden asioiden osalta:

1. Ajoneuvot niiden sivusuojien osalta (LPD): Säännössä määritellään ajoneuvot, joissa pitäisi olla sivualleajosuoja.
2. Sivusuojat (LPD): Sivualleajosuojat tunnetaan myös nimellä Lateral Protection Devices, lyhenne tästä on LPD. Ne ovat turvalaitteita, joita on suunniteltu vähentämään ajoneuvon sivusta tapahtuvan törmäyksen vahinkoja. Tavallisesti sivusuojana toimii pituussuuntainen palkki. Palkin tarkoituksena on estää suojaamattomia tienkäyttäjiä joutumasta ajoneuvon alle ajoneuvon sivusta. Sivusuojana voi olla myös ajoneuvon oma rakenneosaa.
3. "Ajoneuvot tämän säännön toisen osan mukaisesti hyväksytyt tyyppiä olevien sivusuojien asennuksen osalta." (Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio, 2011)

4.2.3 Sääntö 93/ Etualleajosuojat

Sääntö 93 on Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan Talouskomission sopimus. Sopimus määrittelee yhdenmukaiset vaatimukset ajoneuvojen ja laitteiden hyväksynnälle. Säännön tarkoituksena on taata, että ajoneuvot täyttävät korkeimmat turvallisuusvaatimukset niiden asioiden osalta:

1. Etualleajosuojat (FUPDs): FUPD tarkoittaa Front Underrun Protection Devices. Ne ovat erittäin tärkeässä roolissa ajoneuvojen turvallisuudessa. Etualleajosuojien tarkoituksena on estää ihmisen joutumisen ajoneuvon alle kulkuneuvon edestä.
2. Ajoneuvojen osalta hyväksytyt tyyppiä alleajosuojalaitteiden asentaminen.
3. Ajoneuvojen osalta liittyen etu-alleajosuojaukseen (FUP) (Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio, 1994)

4.3 Säännösten ja asetusten yhteenveto

Ohjeet, joita noudatetaan alleajosuojien osalta ovat taka-alleajosuojasääntö 58, sivualleajosuojasääntö 73 ja etualleajosuojasääntö 93. Nämä säännöt ovat Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan Talouskomission sopimuksia. (Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio, 2024)

Taka-alleajosuojan maavara ajoneuvoille, joilla on hydropneumaattinen, hydraulinen tai pneumaattinen jousitus saa olla maksimissaan 450 mm. Enintään 8 asteteen jättökulma ja enintään 550 mm maavara riittää vaatimusten täyttämiseksi. Muilla ajoneuvoilla tämä vaatimus on 500 mm. Myös enintään 8 asteen jättökulma ja enintään 550 mm:n maavaran katsotaan riittävän vaatimusten täyttämiseksi.

Sivualleajosuojat eivät saa lisätä ajoneuvon kokonaisleveyttä. Sivualleajosuojan alareunan korkeus maasta saa olla enintään 550 mm. Leveydeltä sivualleajosuojan on peitettävä ajoneuvon sivuosat kokonaan, paitsi akseleiden ja pyörien aukot.

Etualleajosuojan leveys ei saa olla missään kohdassa suurempi kuin etuakselin lokasuojien leveys. Etualleajosuojamaavaran on oltava 400 mm. Tietyissä olosuhteissa testikuorman ollessaan päällä maavaran on oltava enintään 450 mm. (Traficom, 2019)

5 Mittaustulokset

Raskaan kaluston ajoneuvot vaihtelevat keskenään melko suuresti. Keskenään samanpituuisilla ajoneuvoilla voi olla erilaiset mitat etupuskurista ensimmäiseen akseliin, etuakselista toiseen akseliin, sivualleajosuojan maavara ja taka-alleajosuojan maavara. Myös muut mitat voivat vaihdella samanpituisten ajoneuvojen kesken.

Opinnäytetyön yhteydessä mitattiin erilaisia kuorma-autoja ja niiden mittoja. Mitat otettiin rullamitalla. Kuorma-autot, joista otettiin mitat ovat Kaukokiiton autoja ja ovat lähes päivittäisessä käytössä. Kuorma-autot olivat mittaustilanteessa pysäköitynä ja niiden moottori oli sammutettu.

5.1 Volvo FM9 6x2

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N eli kuorma-auto. Ajoneuvo otettiin käyttöön vuonna 2005. Ajoneuvon perälaudan merkki on Focolift ja perälaudan koko on 2000x2580 cm. Traficomista saatujen ajoneuvotietojen mukaan ajoneuvon kokonaispituus on 11,2 metriä, leveys on 2,6 metriä, etuylitys on 1,36 metriä ja takaylitys on 3,52 metriä. Ajoneuvo on 3-akselinen. Toisen ja kolmannen akseliryhmän tyyppi on teliakselisto. Akseliväli on 5,6 metriä. Mittausten mukaan ajoneuvon etuylitys on 1,36 metriä, ensimmäisen ja toisen akselivälin pituus on 5,6 metriä ja takaylitys on 3,5 metriä. Nämä mitat ovat samoja Traficomista saatujen mittojen kanssa.

Sivualleajosuojan maavara on 0,43 metriä, perälaudan nostosylinterin alaosan maavara on 0,39 metriä ja taka-alleajosuojan maavara on 0,49 metriä. Ajoneuvon lastauskorkeus on 1,15 metriä. Sivualleajosuojan tankojen väli on 0,2 metriä. Traficomien ohjeiden mukaan se saa olla maksimissaan 0,3 metriä. Maavara etupuskurista on 0,23 metriä. Kuvassa 3 näkyy Volvo FM9 6x2. Kuorma-auto kuvattiin Vantaalla.

Kuva 3. Volvo FM9 6x2 Vantaalla.



5.2 Renault D 7.7

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvon käyttöönottovuosi on 2018. Perälaudan merkki on Dhollandia ja perälaudan mitat ovat 2520x2500 cm. Traficomin julkisesta tiedonhakupalvelusta selviää, että ajoneuvon kokonaispituus on 9,66 metriä, leveys on 2,6 metriä, etuylitys on 1,329 metriä ja takaylitys on 3,35 metriä. Ajoneuvo on 2-akselinen. Molempien akseleiden akseliryhmätyyppi on yksiakselinen. Akseliväli on 5 metriä.

Suorittaman mittauksen mukaan ajoneuvon etuylitys on 1,33 metriä, ensimmäisen ja toisen akselivälin pituus on 5 metriä ja takaylitys on 3,3 metriä. Nämä mitat ovat lähes identtisiä Traficomista saatujen mittojen kanssa.

Sivualleajosuojan maavara on 0,32 metriä, perälaudan nostosylinterin alaosan maavara on 0,34 metriä, sivulaatikon maavara on 0,33 metriä ja taka-alleajosuojan maavara on 0,4 metriä. Sivualleajosuojan tankojen väli on 0,2 metriä. Tässä tapauksessa se alittuu selvästi 0,3 metrin Traficomien maksimivaatimuksesta. Maavara etupuskurista on 0,36 metriä. Kuvassa 4 näkyy Renault D 7.7. Kuorma-auto kuvattiin Vantaalla.

Kuva 4. Renault D 7.7 Vantaalla.



5.3 Volvo FL-FLL42

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Tämän kuorma-auton käyttöönottovuosi on 2012. Perälaudan merkki on Focolift. Traficomien julkisesta ajoneuvotietorekisteristä saatujen tietojen mukaan ajoneuvon kokonaispituus on 8,34 metriä, leveys on 2,6 metriä, etuylitys on 1,32 metriä ja takaylitys on 2,62 metriä. Ajoneuvo on 2-akselinen. Molempien akseleiden akseliryhmätyyppi on yksiakselinen. Akseliväli on 4,4 metriä.

Mittaustulosten mukaan ajoneuvon etuylitys on 1,3 metriä, ensimmäisen ja toisen akselivälin etäisyys on 4,4 metriä ja takaylitys 2,65 metriä. Mittaustulokset ovat lähes identtisiä Traficomista saatujen tulosten kanssa.

Sivualleajosuojan maavara tässä ajoneuvossa on 0,53 metriä, perälaudan nostosylinterin alaosan maavara on 0,42 metriä ja taka-alleajosuojan maavara on 0,48 metriä. Etupuskurin maavara on 0,45 metriä. Ajoneuvon lastauskorkeus on 0,93 metriä. Kuvassa 5 näkyy Volvo FL-FLL42. Kuorma-auto kuvattiin Vantaalla.

Kuva 5. Volvo FL-FLL42 Vantaalla.



6 Ylitysten mittaukset WSP:n suunnittelemissa kohteissa

Opinnäytetyön yhteydessä käytiin kolmessa eri paikassa. Nämä paikat valikoituivat, koska WSP Finland Oy oli aikoinaan mukana niiden suunnittelussa. Tämä on mahdollistanut kattavan ja monipuolisen aineiston keräilyn maastossa ja vanhoissa projektikansioissa.

6.1 Selloparkki, Espoo

Selloparkki sijaitsee kauppakeskus Sellon välittömässä läheisyydessä Espoon Leppävaarassa osoitteessa Hevosenkentä 4. Selloparkissa on 7 kerrosta ja se on virallisesti valmistunut joulukuussa 2007. Selloparkista löytyy yhdyskäytävä, jota pitkin pääsee P-Selloon. Selloparkki on auki viikon jokaisena päivänä 06:00-00:00.

Kauppakeskus Sellon huoltoliikenne tapahtuu kahden huoltopihan kautta. Selloparkissa on huoltopiha 2, joka on tarkoitettu lähinnä kauppakeskus Sellon erikoisliikkeitä sekä pienmarketteja varten. Huoltopihalle mahtuu maksimissaan 4,2 metriä korkealla ja 12 metriä pitkällä ajoneuvolla.

Sellon huoltopiha 2:n huoltoajotunneli on tämän opinnäytetyötutkimuksen yksi kohteista. WSP Finland Oy teki liikennesuunnittelua Selloparkkiin ja on tarkoitus tutkia miten todellisuus eroa simulaatiosta. Selloparkissa tehdyssä tutkimuksessa mitattiin kolmesta kuorma-autosta mitat ja maavarat kuljettajien mielestä mahdollisimman vaikeista ylitystilanteista huoltoajotunnelissa. Tämän lisäksi Sellon huoltopiha 2:n huoltoajotunnelista mitattiin kaltevuudet eri kohdista huoltoajoramppia. Maksimikaltevuus mittauksen mukaan oli 7,4 astetta tai 12,99 prosenttia. Kuvassa 6 näkyy kauppakeskus Sellon huolto 2:n huoltopiha sekä kuorma-autoja, jotka ovat pysäköitynä huoltopihalle.

Kuva 6. Sellon huolto 2:n huoltopiha, Espoo.



6.1.1 MAN TGM 6.9

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvo otettiin ensimmäisen kerran käyttöön vuonna 2012. Ajoneuvon kokonaispituus on 9,45 metriä, leveys on 2,55 metriä, etuylitys on 1,35 metriä ja takaylitys 3 metriä. Ensimmäisestä akselistasta toiseen akseliin oli 5,125 metriä.

Laiturialueella ajoneuvon etupuskurin maavara oli 0,29 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,54 metriä, taka-alleajosuojan maavara oli 0,54 metriä ja perälaudun nostosylinterin alaosan maavara oli 0,42 metriä.

Tämän mittauksen jälkeen kuljettaja ajoi kuljettajan mielestä vaikeampaan huoltotunnelikohtaan, missä on suurin mahdollisuus, että ajoneuvo ottaa kiinni maaperään. Etupuskurin maavara oli 0,22 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,6 metriä ja taka-alleajosuojan maavara oli 0,33 metriä.

6.1.2 Scania P 320 9.3

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvon käyttöönottopäivä on 29.03.2018. Ajoneuvon kokonaispituus on 9,71 metriä, leveys on 2,6 metriä, etuylitys on 1,46 metriä ja takaylitys 2,95 metriä. Ensimmäisestä akselistasta toiseen akseliin etäisyys on 5,3 metriä.

Laiturialueella ajoneuvon etupuskurin maavara oli 0,36 metriä, sivuallajasuojan maavara oli 0,41 metriä ja taka-alleajasuojan maavara oli 0,42 metriä.

Mittauksen jälkeen Scanian kuljettaja ajoi sen mielestä huoltotunnelin kohtaan, missä on suurin riski, että ajoneuvon rakenteet ottavat kiinni maaperään. Etupuskurin maavara tällä paikalla oli 0,39 metriä, sivuallajasuojan maavara oli 0,41 metriä ja takaalleajasuojan maavara oli 0,4 metriä.

6.1.3 Mercedes-Benz ATEGO 7.7

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvo otettiin käyttöön 20.2.2024. Ajoneuvon kokonaispituus on 9,36 metriä, leveys on 2,6 metriä, korkeus on 3,76 metriä, etuylitys 1,44 metriä ja takaylitys 2,56 metriä. Etäisyys ensimmäisestä akselista toiseen akseliin on 5,36 metriä.

Laiturialueella ajoneuvon etupuskurin maavara oli 0,31 metriä, sivuallajasuojan maavara oli 0,4 metriä ja taka-alleajasuojan maavara oli 0,48 metriä.

Laiturialueella tapahtuvan mittauksen jälkeen kuljettaja ajoi hänen mielestensä vaikeampaan paikkaan, missä on suurin mahdollisuus, että ajoneuvon rakenteet ottavat kiinni maaperään. Huoltotunnelin puolella kuljettajan mielestä hankalassa paikassa etupuskurin maavara oli 0,27 metriä, sivuallajasuojan maavara oli 0,42 metriä ja taka-alleajasuojan maavara oli 0,39 metriä.

6.2 Tammelan Stadion, Tampere

Tammelan stadion sijaitsee nimensä mukaisesta Tampereen Tammelassa osoitteessa Tammelankatu 25, Tampere. Stadionin yhteyteen rakennettiin myös 200 asuntoa ja K-Supermarket. Virallisesti Tammelan stadion valmistui vuonna 2023. Ensimmäinen virallinen jalkapallo-ottelu pelattiin stadionilla 7. huhtikuuta 2024. Monet toiminnot olivat jo toiminnassa aiemmin, kuten K-Supermarket, joka avautui 9. marraskuuta 2023.

Stadionin alapuolella sijaitsee Aimo Parkin pysäköintihalli ja K-Supermarketin huoltopiha, sekä asukkaiden pysäköinti. Ajo pysäköintihalliin, asukaspysäköintiin ja K-Supermarketin huoltopihalle tapahtuu huoltoajoyhteyden/katetun ajoyhteyden avulla. Huoltopihan ajokorkeus on 4 metriä.

Tammelan stadionin huoltoajotunneli on tämän opinnäytetyötutkimuksen yksi kohteista. WSP Finland Oy teki liikennesuunnittelua Tammelan stadioniin. Tarkoituksena oli tutkia miten todellisuus eroa simulaatiosta. Tammelan stadionin huoltopihalla ja huoltoajotunnelissa mitattiin mitat kolmesta eri kuorma-autosta. Maavarat ajoneuvojen erilaisista osista mitattiin Tammelan stadionin huoltopihalla ja huoltoajotunnelissa, missä kuljettajien subjektiivisen mielipiteen mukaan voi ilmetä ongelmia. Tammelan stadionin huoltoajotunnelista eri kohdista sekä Tammelan Stadionin K-Supermarketin huoltopihan alueelta mitattiin kaltevuuksia. Isoin mitattu luku oli 8,7 astetta tai 15,3 prosenttia. Kuvassa 7 näkyy ajo huoltopihalle sekä 4 metrin maksimikorkeuden varoitusmerkki.

Kuva 7. Sisäänajo Tammelan stadionin huoltotunneliin, Tampere.



6.2.1 Scania P 370 12.7

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvon käyttöönottovuosi on 2021. Kuorma-auton kokonaispituus on 9,09 metriä, leveys on 2,55 metriä, etuylitys 1,44

metriä ja takaylitys 2,55 metriä. Etäisyys ensimmäisestä akselista toiseen akseliin on 3,75 metriä. Ajoneuvossa on 3 akselia.

Laiturialueella ajoneuvon etupuskurin maavara oli 0,33 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,32 metriä ja taka-alleajosuojan maavara oli 0,43 metriä.

Laiturialueella tapahtuvan mittauksen jälkeen kuljettaja ajoi hänen mielestään vaikeampaan paikkaan, missä on suurin mahdollisuus, että ajoneuvon rakenteet ottavat kiinni maaperään. Huoltotunnelin puolella kuljettajan mielestä hankalassa paikassa etupuskurin maavara oli 0,29 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,32 metriä ja taka-alleajosuojan maavara oli 0,30 metriä.

6.2.2 Volvo FM 370 6x2 10.8

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvon käyttöönottopäivä on 08.11.2012. Vuonna 2020 kuorma-auto tuotiin Ruotsista ja ajoneuvon ensirekisteröinti Suomessa tapahtui vuonna 2020. Ajoneuvon kokonaispituus on 12,1 metriä, leveys on 2,6 metriä, etuylitys on 1,36 metriä ja takaylitys 3,38 metriä. Ensimmäisestä akselista toiseen akseliin etäisyys on 6 metriä.

Laiturialueella ajoneuvon etupuskurin maavara oli 0,32 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,40 metriä ja taka-alleajosuojan maavara oli 0,56 metriä.

Mittauksen jälkeen Volvon kuljettaja ajoi sen mielestä huoltotunnelin kohtaan, missä on suurin riski, että ajoneuvon rakenteet ottavat kiinni maaperään. Etupuskurin maavara tällä paikalla oli 0,3 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,4 metriä ja takaalleajosuojan maavara oli 0,06 metriä. Kuvassa 8 näkyy, että kuorma-auton taka-alleajosuoja käy erittäin lähellä maapintaa.

Kuva 8. Volvon taka-alleajosuoja ulosajotilanteessa. Tammelan stadion, Tampere.



6.2.3 Mercedes-Benz Actros 7.7

Tämän ajoneuvon ajoneuvoluokka on N3 / kuorma-auto. Ajoneuvo otettiin käyttöön vuonna 2023. Ajoneuvon kokonaispituus on 10,72 metriä, leveys on 2,595 metriä, korkeus on 3,66 metriä, etuylitys 1,4 metriä ja takaylitys 3,814 metriä. Etäisyys ensimmäisestä akselista toiseen akseliin on 5,8 metriä.

Laiturialueella ajoneuvon etupuskurin maavara oli 0,22 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,18 metriä, perälaudnan nostosylinterin alaosan maavara oli 0,31 metriä ja taka-alleajosuojan maavara oli 0,33 metriä.

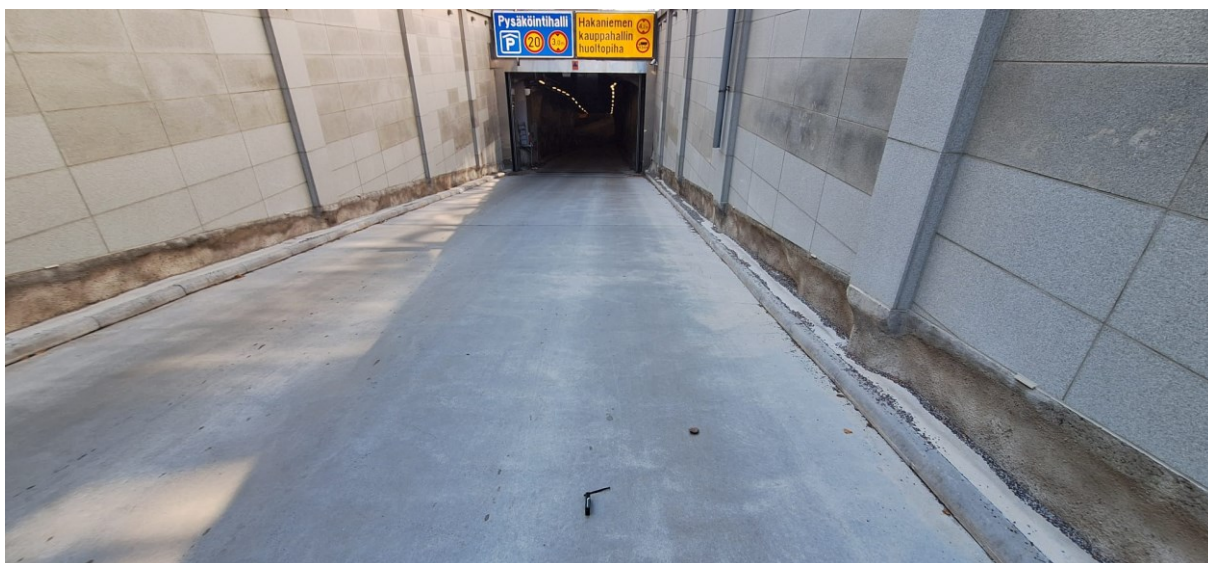
Laiturialueella tapahtuvan mittauksen jälkeen kuljettaja ajoi hänen mielestään vaikeampaan paikkaan, missä on suurin todennäköisyys, että ajoneuvon rakenteet ottavat kiinni maaperään. Huoltotunnelin puolella kuljettajan mielestä hankalassa paikassa etupuskurin maavara oli 0,16 metriä, sivualleajosuojan maavara oli 0,2 metriä ja taka-alleajosuojan maavara oli 0,08 metriä.

6.3 Hakaniemen kauppahallin huoltoajotunneli

Hakaniemen kauppahalli on myös WSP:n suunnittelema kohde liikennesuunnittelun osalta. Hakaniemen kauppahalli sijaitsee nimensä mukaisesti Helsingin Hakaniemen metroaseman kupeessa. Kulttuurisesti arvokas kauppahalli peruskorjattiin ja avattiin uudelleen asukkaiden ja turistien käyttöön keväällä 2023. Peruskorjauksen yhteydessä hallin alle louhittiin tunneli ja huoltopiha. Tämän lisäksi aiemmin olemassa olevan tunneliin louhittiin lisätilaa, isojen kuorma-autojen ajon mahdollistamiseksi. Kohteena Hakaniemen halli oli mielenkiintoista tutkia, sillä paikoin tunnelin kaltevuus oli 8,7 astetta tai 15,3 prosenttia.

Useista yrityksistä huolimatta opinnäytetyön yhteyteen ei saatu mittoja kuorma-autoista Hakaniemen kauppahallin huoltopihalla. Huoltoliikenne ja tavaratoimitukset tulivat huoltopihalle asti pakettiautoilla. Kuvassa 9 näkyy jyrkkä sisäänajo Hakaniemen kauppahallin huoltoajotunneliin.

Kuva 9. Sisäänajo Hakaniemen kauppahallin huoltoajotunneliin, Helsinki.



7 Haastattelut

Haastattelut olivat tärkeässä roolissa tämän opinnäytetyön vastauksen löytämisessä. Haastattelujen avulla kerättiin aineistoa. Haastattelujen apuna opinnäytetyön yhteyteen tuli arvokasta tietoa ja näkemyksiä alan asiantuntijoilta. Opinnäytetyön yhteyteen tuli 3

haastattelua. Niistä 2 tapahtuivat sähköpostitse ja 1 haastattelu tapahtui paikan päällä haastateltavan työpaikalla. Haastattelut suunniteltiin etukäteen mahdollisimman kattavan ja luotettavan tiedonkeruun mahdollistamiseksi.

7.1 Yritys X: Raskaan kaluston huolto- ja korjauspalvelut

Tämä opinnäytetyö on tutkimuspainotteinen. Tutkimuspainotteisessa opinnäytetyössä kerätään tietoja haastattelujen avulla. Tämän opinnäytetyön tutkimusta varten tehtiin haastatteluja yrityksiin, jotka työskentelevät raskaan kaluston katsastuksen yhteydessä.

Opinnäytetyön yhteydessä haastateltiin yrityksen X toimitusjohtajaa. Yritys tarjoaa raskaan kaluston huolto-, korjaamo- ja varaosapalveluja. Yrityksessä työskentelee pääsääntöisesti kymmeniä työntekijöitä. Yritys tarjoaa myös katsastuspalveluja raskaille ajoneuvoille.

Haastattelun aikana ilmeni, että voimassa olevat säädökset puskurien ja alleajosuojien sijainnista ja korkeuksista raskaissa ajoneuvoissa tulevat Trafin määräyksistä. Trafin määräyksistä tulee katsastusohjeistuksia. Trafin määräysten kautta tulevat mitoitussuositukset ja lujuusvaatimukset. EU-hyväksynnöistä ilmenee, että ajoneuvon puskurit ja alleajosuojat noudattavat säädöksiä katsastuksen aikana. EU-hyväksyntätarra pitää löytyä puskurista. On hyvin harvinaista, että EU-hyväksyntätarra puuttuu puskurista. Näin tiedetään, kenen tekemä takapuskuri on, ja heidän sivuiltaan voidaan hakea EU-hyväksyntätarrat ja asiakirjat. Ensimmäisenä asiantuntijat katsovat kalustoa silmämääräisesti, kun tekevät mittauksia ja tarkastuksia varmistaakseen, että puskurit ja alleajosuojat ovat oikeissa paikoissa ja korkeuksissa. Tämän jälkeen niitä mitataan rullamittalla käyttäen oikeita mittoja, jotta puskurit ja alleajosuojat ovat oikeassa korkeudessa. Tuon tarkempia mittauksia ei tavallisesti tehdä. Tavallisesti asiantuntija huomaa väärän korkeuden jo siinä vaiheessa, kun tarkastaa korkeuden silmämääräisesti. Tämän lisäksi alleajosuojan lauta saattaa puuttua, minkä asiantuntija tunnistaa puuttuvan melko nopeasti. Alleajosuoja voi olla myös vääntynyt eikä täytä enää määräyksiä. Alleajosuoja pitäisi uusida, ennen kun mennään katsastukseen. Yleisimmät virheet tai puutteet, joita asiantuntijat näkevät puskurien ja alleajosuojien asennuksissa ovat, että ne yksinkertaisesti puuttuvat tippumisen seurauksena. Tämän lisäksi puskurit ja alleajosuojat ovat vaurioituneita sekä kiinnitykset ovat puutteellisia. Esimerkiksi pultit ovat löystyneet, hitsattujen osien yhdistämiskohdat ovat murtuneet. Osan pulteista voi kiristää, osan pitäisi vaihtaa. Tavallisesti syynä tähän on liiallinen rasitus hitsaussaumojen kohdalla. Joskus ajoneuvosta puuttuu kokonaan puskuri tai alleajosuoja. Tämä tarkoittaa, että katsastuksessa tämä on heti hylkäyksen peruste. Kun puskuri tai alleajosuoja vaurioituu, niin tämä tarkoittaa, että se

menee katsastuksessa korjauskehotukseen. Kun puskuri on todella pahasti vaurioitunut, tämä menee hylkäyksen perusteeksi.

Eroja kansallisten ja EU-tason säädösten välillä puskurien ja alleajosuojien sijainnin ja korkeuden osalta löytyy. Naapuri EU-maista Suomen ja Ruotsin säädökset ovat hyvin lähellä toisiaan. Virossa säädökset eroavat enemmän ja etelänaapurissa pääsee helpommin katsastuksesta läpi. Pohjoismaista Tanskasta tulevilla ajoneuvoilla takapuskurit ovat hyvin massiivisia ja suomalaisia kansallisia säädöksiä varten Tanskasta tulleilla ajoneuvoilla on hyvin ylimitoitettuja takapuskureita. Yritys X joutuu tekemään töitä ulkomailta tuotujen raskaiden ajoneuvojen parissa, kun niitä tuodaan Suomeen ja rekisteröidään Suomessa. Tyypillisesti raskaat ajoneuvot, mitkä tuodaan Suomeen, tuodaan Pohjoismaista eli Tanskasta, Norjasta ja Ruotsista. Muualta, kuten Keski-Euroopasta tuodaan hyvin harvoin raskaita ajoneuvoja Suomeen. Tyypillisesti kun raskaita ajoneuvoja tuodaan muista EU-maista, ne noudattavat Suomessa olevia säädöksiä. Syynä tähän on se, että Suomi seuraa itse hyvin EU-säädöksiä. Uudessa kalustossa, jota tuodaan Suomen itse valmistaja laittaa tyyppihyväksynnät ja EU-tarrat. Mitä uudempi auto tuodaan Suomeen, sitä helpommin rekisteröinti hoituu. Vanhemman kaluston kanssa ilmenee enemmän ongelmia ja ennen katsastusta joudutaan muuttamaan ajoneuvoja Suomen kansallisten säädösten mukaiseksi. Pykälässä annetaan mitoitus, joita pitää tarkasti noudattaa. Lainsäädäntö kiristyi muutama vuosi sitten ja nykyisin raskaissa ajoneuvoissa, mitkä soveltuvat puukuljetukseen vaaditaan taka-alleajosuojat ja sivu-alleajosuojat. Kun ajoneuvo ei täytä säädöksiä, ajoneuvo muutetaan säädösten mukaiseksi. Hyvin usein kiinnityspotket ovat valmiina ja asiantuntijat säätävät laudat oikealle korkeudelle. Puskureiden ja alleajosuojien korkeutta voi muuttaa jälkikäteen. Takapuskureiden kohdalla muuttaminen tuottaa enemmän haasteita verrattuna sivu-alleajosuojiin. Riippuen tilanteesta ja ajoneuvosta muuttaminen voi olla helppoa tai hyvin vaikeaa. Tavallisesti korkeuden muutostyö vaatii tunnista kahteen tuntiin.

1970-luvulla ei ollut puskurien ja alleajosuojien noudattamista koskevia vaatimuksia, mutta myöhemmin niitä alkoi tulla. Ensimmäisenä tuli sivu-alleajosuojavaatimukset, niiden jälkeen takapuskurivaatimukset tiukkenivat ja niiden sijoitus ja mitoitus määriteltiin entistä tarkemmin. Merkittävimpiä muutoksia tapahtui kuitenkin 1990-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa. Tämä johtui paljolti Suomen EU-liittymisen yhteydestä vuonna 1995. EU:n jäsenmaissa alettiin yhtenäistämään lainsäädäntöä. Lainsäädännön muutokset vaikuttivat myös puskureiden ja alleajosuojien vaatimuksiin. Aiemmin oli haastava pysyä mukana lainsäädäntömuutoksissa ja määräysten seuraaminen oli työlästä. Hyvin usein kävi, että määräykset olivat ehtineet astua voimaan, ennen kun niistä tuli jonkinlainen tieto. Säädösten haku on tänä päivänä paljon

helpompaa, sillä tieto löytyy verkosta. Esimerkiksi Traficomien infokirjeet tulevat automaattisesti sähköpostiin.

Tämän lisäksi lainsäädäntö muuttui paljon useammin 1990-luvulla kuin nyt. Nykyään muutoksia tapahtuu paljon harvemmin. Viime vuosina on silti tapahtunut merkittäviä muutoksia vaatimuksissa. Esimerkiksi muutamille ajoneuvomallille oli aiemmin poikkeuksia alleajosuojien suhteen. Niitä käyttötarkoituksen seurauksena ei vaan yksinkertaisesti tarvittu. Muutosten seurauksena niitä vaaditaan nykypäivänä.

Maastoajoneuvoilla on vielä poikkeus alleajosuojavaatimukseen ajoneuvon käyttötarkoituksen mukaan. Maansiirtoajoneuvoihin vaaditaan alleajosuojavaatimuksia. Nykyään myös puutavara-ajoneuvoille on olemassa vaatimuksia alleajosuojiin liittyen. Nämä vaatimukset tulivat voimaan viime vuosina.

Ajoneuvoihin, jotka olivat olemassa ja kävivät katsastuksessa ennen uusia vaatimuksia ei sovelleta uusia vaatimuksia. Tämä tarkoittaa, että kun vanhat ajoneuvot viedään katsastukseen, niillä ei pitäisi olla samanlaisia edellytyksiä, kuten uusilla ajoneuvoilla, joita rekisteröidään ja katsastetaan alleajosuojavaatimusten tulon päivämäärän mukaan. Tässä on selvä ero uusilla ja vanhoilla ajoneuvoilla, sillä uusilla ajoneuvoilla on enemmän turvallisuusmääräyksiä koskien alleajosuojavaatimukseen. Tämä käytäntö antaa kuljetusyritykselle aikaa sopeutua uusiin säädöksiin ja samalla liikenteessä jo olevat ajoneuvot voivat jatkaa kuljetuksia ilman tarvetta pysäyttää toimintaa säädösten täyttämiseksi. (Yritys X, henkilökohtainen tiedonanto, 22.03.2024)

7.2 Katsastusyritys Y

Raskaan kaluston, johon kuuluvat M-, N- ja O-luokan ajoneuvot, alleajosuojien vaatimukseen sovelletaan Traficomien alleajosuojaohjetta 265011/03.04.03.03/2019. Tämän lisäksi katsastajat saavat ajantasaisia materiaaleja raskaan kaluston kertauskoulutuksesta.

Katsastajat varmistavat, että ajoneuvon puskurit ja alleajosuojat noudattavat näitä säädöksiä katsastuksen aikana silmämääräisesti ja tarvittaessa mittaamalla, että määräykset täyttyvät. Tämän lisäksi ajoneuvojen vaatimuksenmukaisuus todetaan ja tarkastetaan ajoneuvon rekisteröinti- ja yksittäishyväksyntäkatsastuksessa.

Määräyksiä ja mittoja on paljon. Mikäli katsastuksessa huomataan, että ajoneuvon alleajo-, sivu- tai takaajosuojat ei vakuuttavasti vaikuta alkuperäiseltä ja säädökset täyttävältä, niin katsastajat tarkastavat mittaamalla, että säädökset täyttyvät. Esimerkiksi taka-

alleajosuojassa pitää olla hyväksyntämerkinnät. Tämän lisäksi katsastajat varmistavat, että esimerkiksi taka-alleajosuoja on kiinnitettyä ajoneuvoon hyväksyttävällä tavalla.

Yleisimmät virheet, joita katsastajat huomaavat alleajosuojien ja puskurien asennuksissa on väärä asennuskorkeus ja syvyys. Autoissa ja perävaunuissa sivusuojat ovat säädettävissä syvyyden osalta. Sivusuojat voivat olla asennettuna liian syvälle ajoneuvoon, mikä ei täytä vaadittavia edellytyksiä päästä päästä katsastuksesta läpi. Taka-alleajosuoja voi puuttua kokonaan. Tämä johtuu usein siitä, että kuljettajien mielestä se hankaloittaa työn tekoa. Tämän lisäksi taka-alleajosuoja voi olla vääntynyt tai vaurioitunut.

Mahdollisesti jos ajoneuvolla on virheitä alleajosuojien tai puskureiden osalta, katsastajan neuvot riippuvat, miltä osin vaatimukset eivät täyty. Taka-alleajosuojan vaatimusten täyttämiseksi on syytä lähes aina kääntyä raskaan kaluston ammattikorjaajien puoleen. Raskaankaluston omistajat kuten asiakkaat ja yritysasiakkaat hallitsevat korjausmenetelmiä hyvin ja korjausneuvonnalle ei ole tarvetta. Se ei myös kuulu katsastajien työtehtävään. Katsastajalla ei ole tietoa EU-alueella olevista kansallisista säädösten ja vaatimusten eroista. Euroopan Unionin alueella noudatetaan samoja mittoja ja sääntöjä.

Tilanteessa, jos jokin suoja-asia ei täytä sille vaadittavia vaatimuksia niin ne vaaditaan muutettavaksi säädösten mukaiseksi. Esimerkkinä voisi pitää sivusuojan tai alleajosuojan etäisyyttä maasta, jos se on liian suuri. Tämä tilanne on korjattava, jotta sivusuojan tai alleajosuojan etäisyys maasta olisi säädösten mukainen. Tämän lisäksi kaikki sivu- ja alleajosuojien puutteet katsastuksessa ovat hylkäykseen johtavia vikoja. Perusteena hylkäykseksi voi pitää kuntoa, kiinnitystä ja säännöstenmukaisuutta.

Puskureiden ja alleajosuojien noudattamasta koskevat vaatimukset ovat kehittyneet ajan myötä. On tullut myös merkittäviä muutoksia viime vuosina. Merkittävä viime aikoina tapahtunut muutos tuli voimaan 1.9.2021. Ennen tätä päivämäärää taka-alleajosuojan palkin profiilin korkeudeksi riitti 100 mm. Tämän päivämäärän jälkeen palkin profiilin korkeuden on oltava 120 mm. Lisäksi 1.9.2021 lähtien taka-alleajosuojan suurin sallittu etäisyys maasta saa olla maksimitilanteessa 400–450 mm, riippuen ajoneuvon tyypistä. Ennen 1.9.2021 taka-alleajosuojan etäisyys maasta sai olla enintään 550 mm. Nämä yllä olevat säädökset perustuvat E-sääntöön 58-03 joka tuli voimaan 1.9.2021. Tätä E-sääntöä ei ole tarkemmin esitelty Traficomien alleajosuojajohtajissa 265011/03.04.03.03/2019. Traficomien ohjeessa 265011/03.04.03.03/2019 on yksi minimikorkeus taka-alleajosuojalle. Tämä korkeus on 550 mm. Katsastajat tulkitsevat, että Traficomien ohjetta 265011/03.04.03.03/2019, jossa mainitaan 550 mm voidaan soveltaa. Sivusuojien osalta ei ole viime vuosina tapahtunut

merkittäviä muutoksia ja sen suurin mahdollinen sallittu etäisyys maasta saa olla 550 mm ja tämä sääntö on yhä voimassa. (Katsastusyritys Y, henkilökohtainen tiedonanto, 28.03.2024)

7.3 Katsastusyritys W

Alussa on hyvä selventää käsitteitä, sillä jopa alan ammattilaisilla, jotka työskentelevät raskaan kaluston kanssa voi olla epäselvyyksiä käsitteiden kanssa. He voivat sekoittaa keskenään sivusuoja ja alleajosuojia keskenään.

Alleajosuojat sijaitsevat ajoneuvon etu- ja takaosassa. Niiden tarkoituksena on estää kolaritilanteessa pienemmän ajoneuvon joutumisen raskaan ajoneuvon alle. Ajoneuvon takana oleva alleajosuoja on hyvin usein erillinen palkki. Ajoneuvon edessä oleva alleajosuoja on tavallisesti osa alustan rakennetta ja on sijoitettu etupuskurin yhteyteen.

Sivusuojaat puolestaan ovat ajoneuvon sivuilla nimen mukaisesti. Sivusuojausten tarkoitus on suojata jalankulkijoita ja pyöräilijöitä joutumasta ajoneuvon takapyörän alle.

Alleajosuojaukseen liittyvät tekniset määritelmät löytyvät E-säännöistä. Taka-alleajosuojaukseen käsittelee sääntö numero 58, etuallesuojaukseen sääntö numero 93 ja sivusuojausta sääntö numero 73.

Alleajo- ja sivusuojaus tarkastetaan määräaikaikatsastuksessa silmämääräisesti. Kun ajoneuvo tuodaan Suomeen käytettynä niin ajoneuvon vaatimustenmukaisuus tarkastetaan rekisteröintitarkastuksessa. Kokonaan uuden ajoneuvon rekisteröinti tapahtuu yksittäishyväksynnässä. Vaatimustenmukaisuus on osoitettava ainakin hyväksytyntä asiantuntijan lausunnolla. Tyypin hyväksytyntä ajoneuvon tilanteessa riittää, että tarkastetaan asennusvaatimusten täytyminen. Tyypillisesti rekisterissä olevat ajoneuvot täyttävät niille vaadittuja vaatimuksia, ellei niitä ole muokattu rekisteröinnin jälkeen. Tilanteessa, jos suojauslaitteiden muutoksia epäillään, niin vaatimusten täytyminen tarkastetaan uudelleen. Tarpeen vaatiessa on hankittava vähintään hyväksytyntä asiantuntijan lausunto ja ajoneuvon on käytettävä muutoksikatsastuksessa.

Tilanteessa, jos on syytä epäillä suojauslaitteiden sijoitusta tai mittavaatimusten täyttymistä niin katsastuksessa mitataan etäisyyksiä maasta, renkaista, ohjaamosta ja kuormatilasta. Täytäntötyyppisen mittaukseen soveltuu hyvässä kunnossa oleva rullamitta.

Määräaikaiskatsastuksessa yleisimmin virheenä on vaurioitunut suojalaite. Vahingoittuneita suoja ja niiden osia korjataan tavalla, joka ei täytä enää hyväksynnän ehtoja. Ne korvataan myös osilla, jotka ovat kokonaan hyväksyttäviä. Hyvin usein katsastuksessa huomataan ajoneuvoja, joiden taka-alleajosuojat on kokonaan poistettu. Tavallisesti suoja poistetaan, koska se häiritsee jollain tavalla työntekoa. Tästä huolimatta suoja ei saa poistaa itsenäisesti. Vaatimuksista voidaan poiketa vaan muutoskatsastuksessa, jos ajoneuvon käyttötarkoitus muuttuu. Suojan täydellinen poistaminen ei ole tässäkään tilanteessa ensisijainen vaihtoehto.

Usein havaitaan, että perävaunussa olevat, lastausta varten liikuteltavat sivusuojat ovat väärässä asennossa. Tämä ei ole kuitenkin katsastajien mielestä ajoneuvon vika, kun ajoneuvon suojien liittyvät mekanismit ovat kunnossa. Vastuu tästä asiasta on ammattikuljettajalla, jonka on siirrettävä suojat lastaamisen jälkeen takaisin ajoasentoon. Tilanteessa, kun suojat ovat vialliset eikä niitä voi siirtää takaisin ajoasentoon on kyseessä vika. Tämä vika voi johtaa hylkäykseen katsastuksessa.

Rekisteröintitilanteissa suurin osa ongelmista tulee mittavaatimusten puutteesta. Suojien virheellinen sijoittelu on tässä tilanteessa yleinen virhe.

Katsastuksessa havaittujen puutteellisten sivu- tai alleajosuojien takia ajoneuvo hylätään. Tässä tapauksessa suojalaitteet tulee palauttaa hyväksyntähetken mukaiseksi. Tapauksessa, kun suojalaitteita muutetaan, vaatimustenmukaisuus on osoitettava ainakin hyväksytyt asiantuntijan lausunnolla.

Vaatimukset Suomessa vastaavat yleisesti Euroopan Unionin lainsäädäntöä. Ne perustuvat suoraan E-sääntöihin.

Tilanteessa, kun suojalaitteita muutetaan, niin vaatimustenmukaisuus on todistettava uudelleen. Ajoneuvon rekisteröinnin yhteydessä vaatimustenmukaisuus tarkastetaan, joten suojien korkeuden ei pitäisi poiketa vaatimuksista. Tosin jos niitä ei ole jälkikäteen muutettu.

Puskurien ja alleajosuojien noudattamasta koskevat vaatimukset ovat pysyneet suurilta osin samanlaisina jo pitkään. Vaatimukset perustuvat E-sääntöihin. Näihin sääntöihin tulee ajan kanssa päivityksiä. Nämä päivitykset voivat muuttaa taas vaatimuksia. Esimerkkinä voidaan pitää muutama vuosi sitten tapahtunut muutos, kun taka-alleajosuojauksen lujusvaatimuksia muutettiin. Tosin uudistuksia ei sovelleta takautuvasti. Tämä tarkoittaa, ettei jo käyttöön otettuja ajoneuvoja tarvitse muuttaa uusien säädösten mukaiseksi. Kuitenkin

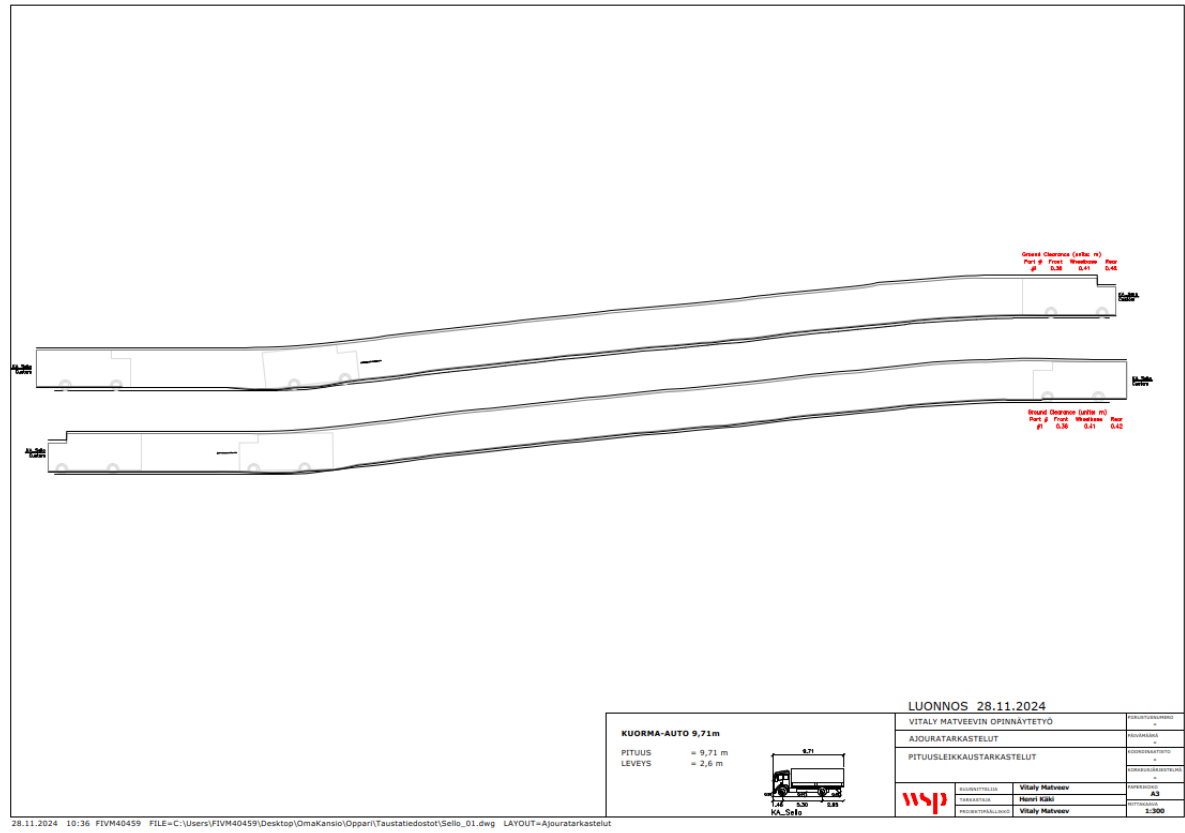
ajoneuvojen varustelussa, päällysrakenteen muuttamisessa tai kokonaan uuden auton varusteltaessa on otettava huomioon uudet ja ajantasaiset vaatimukset. Esimerkiksi uuteen autoon ei voi asentaa kovin vanhaa taka-alleajosuojaa tai vanhojen vaatimusten mukaisesti valmistettua osaa. (Katsastusyritys W, henkilökohtainen tiedonanto, 30.04.2024)

8 Todellisuus vs. AutoTURN-simulaatio

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia miten todellisuus ja simulaatio eroavat toisistaan. Tämän tutkimuksen mahdollistamiseksi kohteeksi valikoitui Selloparkki Espoossa. Huoltopihatunnelia mitattiin mittapyörällä. Laseretäisyysmittalaitteella, kaltevuusmittaritoiminnolla on metrin välein mitattu huoltoajotunnelin kaltevuus keskilinjan päältä.

Tuloksia kirjattiin ylös. Tämän jälkeen tietokoneella AutoCAD-ohjelmassa mallinettiin Selloparkin huoltoajotunnelin luiskapintaa käyttäen kaltevuuslukuja ja mittapyörän tuloksia. Kun tämä osuus tehtiin, seuraavana käyttäen AutoTURN-lisäosaa mallinnettiin kuorma-auto, joka mitattiin Selloparkissa aiemmin. Mallinnutetuksi ajoneuvoksi valikoitui Scania P 320 9.3. Ajoneuvokirjastoon AutoTURN-lisäosassa oli luotu ajoneuvo, mille kirjattiin Scania P 320 9.3:n ominaisuudet kuten korkeuden, leveyden, etu- ja takaylityksen sekä akselivälin etäisyyden. Tämän lisäksi auton ominaisuuksiin lisättiin maavarat etupuskurista, sivu-alleajosuojasta ja taka-alleajosuojasta. Tämän jälkeen Scania P 320 9.3:n avulla tehtiin pituusleikkaustarkastelut Selloparkin huoltoajotunnelin luiskapinnasta. Kuvassa 10 näkyy opinnäytetyön yhteydessä tehty tuloste pituusleikkaustarkastelusta Selloparkin huoltoajotunnelista.

Kuva 10. Pituusleikkaustarkastelut Selloparkkin huoltoajotunnelin luiskapinnasta (AutoCAD 2022 -ohjelma, 2024)



Selloparkissa kuljettajia pyydettiin ajamaan mahdollisimman vaikeaan paikkaan heidän mielestensä. Tämän jälkeen ajoneuvosta otettiin maavaramit etupuskurista, sivualleajosuojasta ja taka-alleajosuojasta. Scania P 320 9.3:n maavarat maastossa Selloparkissa olivat etupuskurista 0,39 metriä, sivualleajosuojasta 0,41 metriä ja takaalleajosuojasta 0,4 metriä.

Kohdassa, missä Scanian P 320 9.3 taka-alleajosuoja käy mahdollisimman lähellä luiskapintaa AutoCAD-ohjelmassa takapuskurin maavaraksi tuli 0,16 metriä. Maastossa tämä luku oli siis 0,4 metriä. Kokonaiset 0,24 metriä erona suunnittelun ja todellisuuden välillä. Tämä on merkittävä ero.

Scania P 320 9.3 ajoi myös huoltotunnelin yläpäästä huoltotunneliin ilman ongelmia todellisuudessa. Visuaalisesti takapuskurin maavara oli kohtalaisen korkealla ja ei ollut mitään merkkejä siitä, että takapuskuri kävisi lähellä luiskan pintaa. Simulaation puolella AutoCAD-ohjelmassa takapuskurin maavara oli 0,08 metriä eli takapuskuri kävi todella lähellä luiskan pintaa.

Tulosten arviolta muotoutui loppukäsitys siitä, että suunnittelu käyttäen AutoCAD-ohjelmassa olevaa AutoTURN-lisäosaa on turvallista ja ajoneuvon liikkeet simulaatiossa vievät enemmän tilaa verrattuna todellisuuteen. Tämä tarkoittanee, että jos suunnittelussa ajo luiskasta onnistuu, niin se onnistuu myös todellisuudessa. AutoCAD-ohjelmassa ahtaassa paikassa on paljon ahtaampaa verrattuna todellisuuteen. Etäisyydet ja korkeuserot ovat suurempia todellisuudessa, kuin AutoCAD-suunnittelussa.

9 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin AutoCAD-ohjelmassa olevaa AutoTURN-lisäosaa. Tutkimusten tulokset osoittivat, että AutoTURN-lisäosa on luotettava ja täyttää suunnittelijoiden odotuksia. Opinnäytetyön yhteydessä tutkimuksen kokonaiskuvan hahmottamiseksi käytettiin apuna asiantuntijoiden haastatteluja. Haastatteluiden pohjalta luotiin ymmärrys, kuinka vaativia ollaan raskaan kaluston katsastuksessa alleajosuojia kohtaan. Haastattelujen myötä syntyi myös käsitys, mitä ohjeita katsastajat noudattavat. Haastattelujen avulla myös tutkittiin, miten katsastajat saavat tiedon muutoksista lainsäädännössä ja kuinka nopeasti lainsäädännön muutos vaikuttaa katsastusprosessiin. Haastateltavat kuvasivat yksityiskohtaisesti, miten katsastusprosessi etenee alleajosuojien osalta ja eroista Suomen ja muiden EU-maiden välillä.

Opinnäytetyössä tutkittiin Suomen kansallisia ja Euroopan Unionin ohjeita alleajosuojille. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että EU:n säädösten myötä kaikissa jäsenvaltioissa on samat ohjeet ja säännöt liittyen alleajosuojiin. Tämä yhtenäisyys helpottaa Euroopan unioni - maiden keskeistä kauppaa ja liikennöintiä. Esimerkiksi kun kuorma-auto Euroopan unioni - maasta Latviasta toi Euroopan unioni -maahan Suomeen tavaroita, tiedettiin, että auto oli katsastettu noudattaen Euroopan unionin ohjeita ja säädöksiä. Tämän lisäksi varmistettiin, että se pääsi rampeista ja luiskista turvallisesti perille, koska suunnittelijat Suomessa noudattivat myös Euroopan unionin ohjeita ja säädöksiä.

Opinnäytetyön yhteydessä tutkittiin kuorma-autoja ja niiden mittoja. Tutkimiset osoittivat, että kuorma-autojen mitat vaihtelivat keskenään melko suuresti. Tärkeimmät vaatimusmitat ja maavarat täyttivät kuitenkin asetetut standardit. Kuorma-autojen turvallisuus oli yhtenäinen Euroopan unionin ja kansallisten säädösten myötä. Säädösten noudattaminen auttaa kuorma-autojen kuljettajia liikkumaan turvallisesti ja tehokkaasti Euroopan Unionin jäsenmaiden välillä.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin WSP Finland Oy:n suunnittelemaa kohteita. Niitä tutkittiin, koska haluttiin hyödyntää WSP Finland Oy:n sisäistä dataa. Tutkimuskohteita oli kolme ja kahdesta kohteesta tuli myös mittaustuloksia kuorma-autojen maavaroista. Yksi tutkimuskohde myös mallinnettiin. Tämän mallinnuksen myötä varsinainen vastaus opinnäytetyössä annettuun kysymykseen syntyi.

Opinnäytetyössä käytettiin monipuolisia tutkimusmenetelmiä kuten kirjallisuuteen ja lainsäädäntöön perehtymistä, asiantuntijoiden haastatteluja, tutkimuskohteissa tehtyjä tutkimuksia sekä raskaan liikenteen seurantaan. Näiden menetelmien avulla luotiin kokonaisuutena kattavat tulokset suunnittelusta AutoTURN-lisäosalla ja varoista mitä AutoTURN-lisäosa antaa. Tämä kaikki on muodostunut opinnäytetyön kokonaisuuden.

Lähdeluettelo

Departament for Transport, Yhdistynyt kuningaskunta. (2017). *Maximum length of vehicles in Great Britain*. Noudettu osoitteesta

<https://www.gov.uk/government/publications/maximum-length-of-vehicles-used-in-great-britain/maximum-length-of-vehicles-used-in-great-britain>

E-seimas, Liettua. (2002). *Isakymas Nr 3-66*. Noudettu osoitteesta

[Dėl Didžiausių leidžiamų naudojamų keliais transporto priemonių ar jų junginių techninių parametrų aprašo patvirtinimo](#)

Euroopan unionin kommissio. (2024). *Vehicle types*. Noudettu osoitteesta [EU classification of vehicle types | European Alternative Fuels Observatory](#)

Euroopan unionin virallinen lehti. (2014). *Kommission asetus (EU) N:o 1171/2014*. Noudettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1171>

Euroopan unionin virallinen lehti. (2018). *Asetus (EU) 2018/858*. Noudettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018R0858>

Heiskanen, E. (2012). *Kuorma-autonkuljettajan ammattipätevyyskirja*.

Logistiikan maailma. (2024). *Mitat ja painot*. Noudettu osoitteesta

<https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/mitat-ja-painot/>

Paikallisliikenneliitto. (2010). *Infrakortti*. Noudettu osoitteesta

https://paikallisliikenneliitto.fi/wp-content/uploads/2018/01/infrakortti_9.pdf

Rakennustieto Oy. (2016). *RT-98-11237_Pysäköintilaitokset*.

Tilastokeskus, Traficom. (2023). *Ajoneuvokanta, mukana vain liikennekäytössä olevat ajoneuvot 31.12.2023*. Tilastokeskus, Traficom.

Traficom. (1976). *E-säännöt*. Tiedon tuottamisesta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto

Traficom. Noudettu osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/saadokset/ajoneuvoja-ja-niiden-osia-koskevat-e-saannot>

- Traficom. (2019). Tiedon tuottamisesta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. *Alleajosujoaohje*. Noudettu osoitteesta <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Alleajosujoaohje%202019.pdf>
- Traficom. (2020). Tiedon tuottamisesta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. *Autojen ja niiden perävaunujen tekniset vaatimukset* Noudettu osoitteesta [E](#)
- Traficom. (2023). Tiedon tuottamisesta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. *Ajoneuvoluokat*. Noudettu osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat?toggle=Auto>
- Traficom. (2024). Tiedon tuottamisesta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom *Liikennekäytössä olevat kuorma-autot käyttövoimat ja päästöt*. Noudettu osoitteesta <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikennekaytossa-olevat-kuorma-autot-kayttovoimat-ja-paastot>
- Traficom. (2024). Tiedon tuottamisesta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom *Kuorma- ja linja-auton kuljettajan ammattipätevyys*. Noudettu osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/kuorma-ja-linja-auton-kuljettajan-ammattipatevyys>
- Transpordiamet, Viro. (2023). *Soidukite ja masinate kategoriad*. Noudettu osoitteesta <https://transpordiamet.ee/soidukite-ja-masinate-kategoriad#autod-ja-haagised>
- Transportstyrelsen, Ruotsi. (2023). *34 meter långa fordostag*. Noudettu osoitteesta [34,5 meter långa fordonståg - Transportstyrelsen](#)
- Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio. (1994). *Regulation No. 93*. Noudettu osoitteesta <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R093e.pdf>
- Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio. (2011). *Regulation No. 73*. Noudettu osoitteesta <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R073r1e.pdf>

Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio. (2017). *Regulation No. 58*. Noudettu osoitteesta <https://unece.org/transport/vehicle-regulations-wp29/standards/addenda-1958-agreement-regulations-41-60>

Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio. (2024). *Text of the 1958 Agreement*. Noudettu osoitteesta <https://unece.org/trans/main/wp29/wp29regs>



Opinnäytetyön aineistohallintasuunnitelma

**Opinnäytetyön nimi: Raskaan kaluston etu- ja takaylitysten tarkastelu sekä
käyttäytyminen taitteissa**

Opinnäytetyön tekijä: Vitalij Matveev

1. Opinnäytetyön aineiston kuvaus

Opinnäytetyön aineisto kootaan verkosta löytyvästä virallisesta lainsäädännöstä, kirjallisuudesta ja verkkoartikkeleista. Tämän lisäksi aineisto kootaan kahdesta sähköpostihaastattelusta, yhdestä fyysisesti paikan päällä suoritetusta haastattelusta ja verkosta löytyvästä Rakennustiedon ohjeistuksesta. Raskas kalusto- osiossa avataan tieto raskaasta kalustosta. Tässä osiossa puhutaan ajoneuvoista, mitkä voidaan luetella raskaaseen kalustoon. Osiossa puhutaan raskaan kaluston ominaisuuksista ja tiedoista sekä raskaan kaluston mitoista Suomessa ja ulkomailla. Lähteenä tähän osioon on käytetty kirjallisuutta ja verkosta löytyvää lainsäädäntöä. Taiteet ja niiden suunnittelu -osiossa kerrotaan taitesuunnittelusta kokonaisuudessa ja sen eri osista. Tähän osioon lähteenä on käytetty verkosta löytyvää Rakennustiedon ohjeistusta. Ohjeet-osiossa on yhteenveto erilaisista säännöksistä. Lähteenä tähän osioon on käytetty verkosta löytyvää virallista lainsäädäntöä. Kaikki lähteen tullaan lisäämään lähdeluetteloon Hämeen ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisesti. Tämän lisäksi tekstiin tullaan lisäämään viittaukset käytetyistä lähteistä.

2. Aineiston tallennus ja säilytys

Tämän opinnäytetyön aineisto tallennetaan tekijän omalla tietokoneella. Tämän lisäksi tämä opinnäytetyö tallennetaan opinnäytetyön tilaajayrityksen WSP Finland Oy:n verkkolevylle sille varattuun kansioon. Opinnäytetyötä tullaan käyttämään tekijän tietokoneella. Tekijän tietokoneella tulee olemaan salasana ja se tulee olemaan hyvin tietosuojattu. Opinnäytetyön aineistoa käsittelee tekijän lisäksi myös opinnäytetyön ohjaaja.

3. Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely

Tässä opinnäytetyössä ei julkaista mitään henkilötietoja. Henkilötietojen julkaisusta tämän opinnäytetyön yhteydessä ei ole sovittu tutkittavien kanssa. Henkilötiedot tullaan anonymisoimaan.

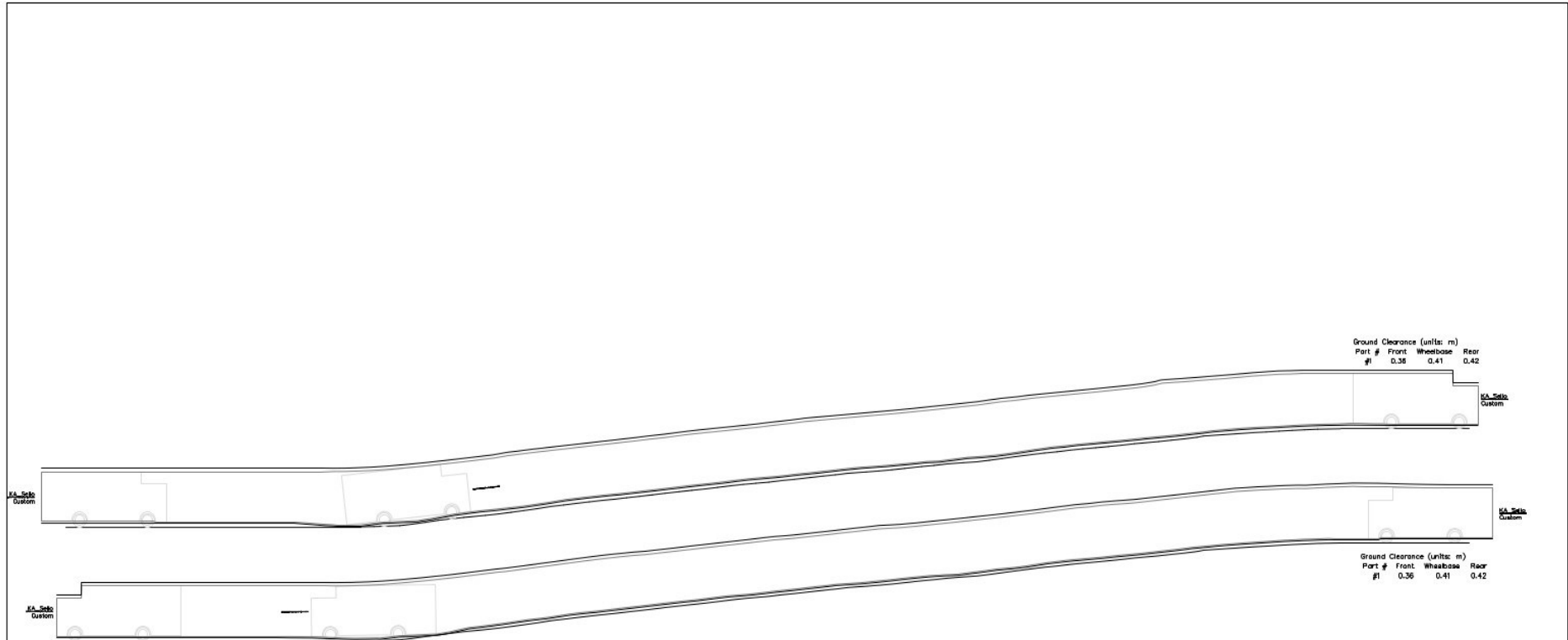
4. Aineiston omistajuus

Tässä opinnäytetyössä käytetään verkosta löytyvää virallista lainsäädäntöä, kirjallisuutta, verkkoartikkeleita ja Rakennustiedon ohjeistusta. Nämä lähteet ovat julkisia ja ovat

löydettävissä verkosta. Näiden omistaminen ei tule kuulumaan opinnäytetyön tekijälle. Varsinaisen opinnäytetyön omistajuus tulee olemaan WSP Finland Oy:llä.

5. Aineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen

WSP Finland Oy tulee jatkokäyttämään opinnäytetyön aineistoa. Opinnäytetyön aineistoa tullaan säilyttämään yhden kalenterivuoden ajan opinnäytetyön hyväksymispäivämäärästä, minkä jälkeen opinnäytetyön aineisto hävitetään tietoturvallisuutta noudattaen.



KUORMA-AUTO 9,71m		LUONNOS 28.11.2024	
PITUUS = 9,71 m	LEVEYS = 2,6 m	VITALY MATVEEVIN OPINNÄYTETYÖ	PIDUSTUSNUMERO -
		AJOURATARKASTELUT	PÄIVÄMÄÄRÄ -
		PITUUSLEIKKAUSTARKASTELUT	KOORDINAATISTO - KORKEUSAJAJESTELMÄ -
		SUUNNITTELJA Vitaly Matveev	PAPERIKOKO A3
		TARKASTAJA Henri Käki	MITTAKAAVA 1:300
		PREDIKTIPÄÄLLIKKÖ Vitaly Matveev	