

# **AUTOMAATIOTYÖKALUN MAHDOLLISUUDET LIIKENTEENOHJAUSUUNNITTELUSSA**

Kyselytutkimus suunnitteluohjelmistojen käyttäjille



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Kevät 2022

Ville Jona

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia liikenteenohjauksen suunnitteluohjelmistojen ongelmakohtia ja kehittää niihin parannusehdotuksia. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tutkimustietoa missä suunnitteluvaiheessa ilmenee eniten ongelmia ja kuinka niitä voidaan parantaa. Työn tavoitteena on tuottaa kyselytutkimusta hyödyntäen ongelmakohtista teoriapohja automaatiotyökalun luomiselle. Työn tilaajana toimii Ramboll Finland Oy.

Opinnäytetyössä käydään teoriaosuudella läpi liikenteenohjauksen perusteita, esitellään eri suunnitteluohjelmistoja sekä kerrotaan yleisesti automaation mahdollisuuksista.

Opinnäytetyössä tehtiin Ramboll Finland Oy:n sisäinen liikenteenohjauksen suunnittelijoille suunnattu kyselytutkimus. Opinnäytetyö suoritettiin kvalitatiivisia eli laadullisia tutkimusmenetelmiä noudattaen. Tutkimuksen aineistonkeruu tehtiin sähköpostikyselyllä toukokuun ensimmäisellä viikolla vuonna 2022. Vastausaikaa kyselyssä annettiin yksi viikko johtuen suunnittelijoiden kiireellisyydestä ja sähköpostiviestin runsaudesta.

Kyselytutkimuksen perusteella voidaan todeta suunnittelijoiden käyttävän pääsääntöisesti Novapointin Road Signs Professional -ohjelmistoa. Liikennemerkkiluetteloiden ja 3D-mallien tekemisessä havaittiin suurimmat ongelmat ja kehitystarpeet. Liikennemerkkiluetteloiden tekemisen automatisoiminen todettiin tarpeelliseksi. Automaatiotyökalu toimii liikennemerkkien osalta jalustaan sidotulla tiedolla mitä voidaan tilanteen tarpeen mukaan muokata. Lisäksi jalustojen sijoitteluun ajoradan reunasta ohjeiden mukaisesti sivuttais- ja korkeusasetäisyyksien automatisoiminen helpottaisi 3D-mallien luomista.

Yhteenvetona voidaan todeta automaatiotyökalun nopeuttavan suunnittelutyötä.

Tulevaisuudessa automaatiotyökalun mahdollisuudet suunnittelussa ovat hyvät ja niiden hyödyntäminen koetaan tarpeelliseksi. Automaatiotyökalun toteuttaminen tehdään Rambollin ohjelmistokehittäjien toimesta.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis project was to study the problematic areas in traffic control planning software and to develop suggestions for their improvement. The aim of the thesis project was to obtain research information on the stage in design where the most problems occurred and how these could be improved. The aim of the work was to produce a theoretical basis for creating an automation tool using problem research. The work was commissioned by Ramboll Finland Oy.

In the thesis project, the basics of traffic control are covered in the theoretical part, different planning software is presented and the possibilities of automation are generally described. In the thesis project, Ramboll Finland Oy 's internal survey for traffic control planners was conducted. The thesis was carried out in accordance with qualitative research methods. The data collection for the study was conducted through an email survey during the first week of May in 2022. The response time for the survey was one week due to the urgency of the designers.

Based on the survey, it can be stated that the designers mainly use Novapoint's Road Signs Professional -software. The biggest problems and development needs were identified in producing road sign lists and 3D-models. It was found necessary to automate the creation of road sign lists. For traffic signs, the automation tool worked with information tied to a pedestal that could be modified as needed. In addition, automating lateral and elevation distances to position the pedestals from the edge of the roadway as instructed would facilitate the creation of 3D-models.

In summary, the automation tool speeds up the design work. In the future, the possibilities of the automation tool in design are good and their utilization is considered necessary. The implementation of the automation tool is was conducted by Ramboll's software developers.

Keywords Automation, road signs professional, traffic control

Pages 28 pages and appendices 3 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Liikenteenohjaus .....	2
2.1	Liikennemerkkien käyttäminen.....	2
2.2	Liikennemerkkien koko ja materiaalit.....	3
2.3	Liikennemerkkien sijoittaminen.....	4
3	Liikenteenohjaussuunnittelussa käytettävät ohjelmistot .....	7
3.1	AutoCAD .....	8
3.2	YTCAD .....	9
3.3	Trimble Novapoint .....	9
3.3.1	Road Signs Professional.....	10
3.3.2	Omat havainnot nykyisistä ongelmakohtista.....	11
4	Automaatio ja automaatiojärjestelmä .....	13
4.1	Automaatiotyökalu suunnittelussa .....	15
5	Opinnäytetyön kyselytutkimuksen menetelmäpolku .....	17
5.1	Tutkimuskysymys .....	18
5.2	Kyselytutkimuksen tutkimusstrategia.....	19
5.3	Aineistohankintamenetelmä.....	19
5.4	Aineiston analyysimenetelmä .....	19
6	Opinnäytetyön tutkimuksen tulokset .....	20
6.1	Tuloksien tarkastelu .....	22
6.2	Pohdinta ja yhteenveto.....	24
	Lähteet.....	26

## Liitteet

Liite 1	Liikennemerkkikalvon paluuheijastavuuden arvot
Liite 2	Liikennemerkkiluettelo R18/6
Liite 3	Kyselytutkimuksen kysymykset

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan liikenteenohjauksen suunnitteluohjelmistojen ongelmakohtia. Tarkasteltujen ongelmakohtien perusteella on tavoitteena löytää suunnittelutyötä nopeuttavia toimenpiteitä ja suositella automaatiotyökalun mahdollisuuksista. Työn tilaajana toimii Ramboll Finalnd Oy ja työssä suoritettiin Rambollin liikenteenohjauksen suunnittelijoille osoitettu kyselytutkimus. Ohjaavana opettajan toimi Hämeen ammattikorkeakoulun puolesta Ville Turunen ja Rambollin puolelta Eveliina Majuri.

Työssä tutustutaan yleispiirteisesti liikenteenohjauksen perusteisiin ja käydään tarkemmin läpi mitä vaatimuksia liikennemerkkien käyttämiseen, materiaaleihin ja sijoittamiseen liittyen on ohjeistettu. Liikenteenohjauksen suunnittelussa käytettäviä ohjelmistoja ovat YTCAD, Novapoint Road Signs Professional ja MicroStation OpenRoads SignCAD. Kyselytutkimuksen vastauksien perusteella tässä opinnäytetyössä keskitytään Road Signs Professional -ohjelmiston ongelmakohtiin.

Työn tavoitteena on saada kyselytutkimuksesta selville missä suunnittelunvaiheessa kuluu eniten aikaa ja miten sitä voidaan nopeuttaa. Työn tutkimuksen tuloksena on tarkoitus saada selville automaatiotyökalun tarpeet liikennemerkkiluetteloiden luomisessa ja jalustojen tarkan sijainnin asettelussa. Lisäksi jalustan oikean paikan sijoittamisen jälkeen siihen voitaisiin määrittää olennaista tietoa liikennemerkkiluettelon tekemistä varten mm. jalustan ja pylvään koko.

Opinnäytetyön aiheen valitsin oman työnkuvan liikenteenohjauksen suunnittelun perusteella ja huomasin suunnitteluohjelmistoissa olevan selviä ongelmatilanteita. Kyselytutkimuksen perusteella sain lisää näkökulmaa ohjelmistojen kehittämiskohteisiin ja tätä kautta mahdollisen automaatiotyökalun luomiselle.

## 2 Liikenteenohjaus

Liikenteenohjauksella pyritään ohjaamaan ihmisen liikkumista liikenteessä sujuvasti ja turvallisesti. Liikennettä ohjataan erilaisilla liikenteenohjauslaitteilla joita ovat mm. liikennemerkit, liikennevalot ja tiemerkinntät. Tieliikennelaki ohjaa liikenteenohjaamista ja liikenteenohjauslaitteiden käyttöä, niiden noudattamista valvoo poliisi, sekä tulli ja rajavartiolaitos omilla toimialueillaan. (Liikenneturva, n.d.) Liikenteenohjauslaitteiden asettamisesta vastaa maanteillä toimivaltainen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). Kaduilla ja muilla kunnan hallinnoimilla tieosuuksilla asettamisesta vastaa kunta. (Tieliikennelaki 729/2018 § 71)

### 2.1 Liikennemerkkien käyttäminen

Liikennemerkkien tarkoituksena on antaa käyttäjälleen tietoa kuinka liikenteessä kuuluu toimia. Liikennemerkkien havaittavuuden ja luettavuuden tulee olla mahdollisimman selkeää, myös tiedonmäärän pitää olla suhteutettuna liikenteen ajonopeuteen. Liikennemerkkien käytössä tulee tarkoin harkita mitä ja minkälaiset merkit ovat olennaisia liikenneympäristön toimivuuden kannalta. Turhia liikennemerkkejä tulee välttää ja tarpeettomat merkit joko poistetaan tai peitetään. (Väylävirasto, 2020)

Suomen liikennemerkit noudattavat kansainvälistä yleissopimusta liikennemerkeistä. Liikennemerkkien kansainvälinen yhtenäisyys edistää liikenneturvallisuutta ja sujuvoittaa liikennettä. (Liikennemerkkejä ja -opasteita koskeva YLEISSOPIMUS 31/1986) Liikennemerkit voidaan jakaa käyttötarkoituksen mukaan yhdeksään pääryhmään joita ovat (Tieliikennelaki 729/2018 § 75) :

- Varoitusmerkit
- Etuajo-oikeus- ja väistämismmerkit
- Kielto- ja rajoitusmerkit
- Määräysmerkit
- Sääntömerkit
- Opastusmerkit

- Palvelukohteiden opastusmerkit
- Lisäkilvet
- Muut liikenteenohjaukseen tarkoitettut merkit

## 2.2 Liikennemerkkien koko ja materiaalit

Liikenteenohjauslaitteiden värien, rakenteiden ja mitoituksien osalta noudatetaan Liikenne- ja viestintäviraston antamia määräyksiä. Liikennemerkkien kokoja on kolmea eri luokkaa pieni-, normaali-, ja suurikokoiset. Suurikokoisia merkkejä voidaan käyttää lähtökohtaisesti suuremman nopeuden omaavilla tieosuuksilla, kun vastaavasti pienikokoisia merkkejä käytetään taajamissa missä nopeudet ovat matalia. (Väylävirasto, 2020)

Uuden tieliikennelain myötä on tullut uusia liikennemerkkejä, lisäksi monia merkkejä on selkeytetty ja parannettu. Monien liikennemerkkien hahmoihin ja symboleihin on tehty pieniä muutoksia, koska niistä haluttiin selkeämpiä ja paremmin luettavia. Opastusmerkeissä merkittävimminä muutoksina voidaan pitää reunanauhan 15 mm leveyden muutos 30 mm. Lisäksi nuolikuvioiden mitoitusperiaatteet on suurentuneet ja nuolen kärkeä on terävöitetty. Vanhat liikennemerkkit on tarkoitus korvata uudenmukaisilla merkeillä kymmenen vuoden siirtymäajalla. (Liikenneturva, n.d.)

Liikennemerkkien pohjamateriaalina käytetään alumiinia, minkä pitää yhdessä valittavan kalvon kanssa kestää sää- ja keliolosuhteita vähintään 15 vuotta. Liikennemerkkeihin on tarjolla kolmea eri kalvotyyppiä mitkä on jaettu luokkiin R1, R2 ja R3, missä suurempi numero tarkoittaa paluuheijastavuuden suurempaa arvoa. Liitteessä 1 näytetään Liikenne- ja viestintäviraston antaman määräyksen mukaiset liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuuden arvot. (Liikennevirasto, 2013-a)

Liikennemerkkien jalustatyyppin perustamiseen ja merkin kiinnittämiseen pylvääseen löytyy erilaisia vaihtoehtoja. Liikenteenohjauksen suunnittelussa voidaan käyttää neljää eri jalustatyyppiä H500, H700, H900, H1300 missä lukema kuvaa jalustan korkeutta millimetreissä. Taulukossa 1 on esitetty erilaisia jalustan tyyppejä ja kuinka ne ovat käytettävissä eri pylvään halkaisijan kanssa. Erikokoisten jalustojen ja pylväiden valinta

perustuu asennettavan kohteen maaperään sekä liikennemerkkien määrään.

(Liikennevirasto, 2013-a)

Taulukko 1. Jalustan ja pylvään mitoitusarvoja (Liikennevirasto, 2013-a)

Jalustan tyyppi	Jalustan halkaisija merkin tasossa		Pylvään halkaisija (mm)	Jalustan korkeus h (mm)	Pylvään upotus U (mm)	Mitoitusarvot		
	D1	D2				L (mm)	D (mm)	DL <sup>3</sup> (m <sup>4</sup> )
H500	200	160	60	500	300	450	180	0,016
H700	210	160	60/90	700	420	650	185	0,051
H900	315	260	90/114	900	480	850	285	0,175
H1300	490	300	90/114	1300	550	1250	395	0,771

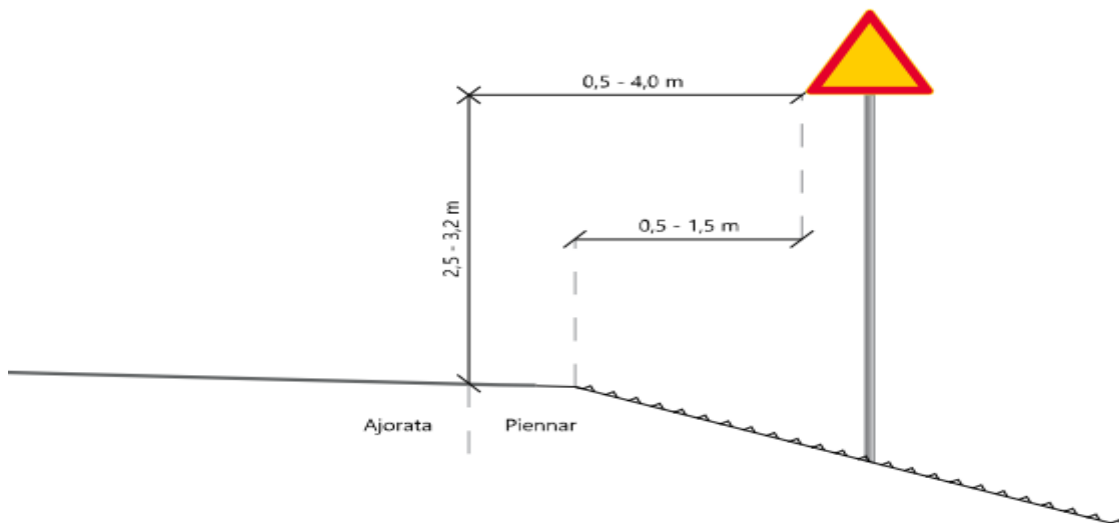
### 2.3 Liikennemerkkien sijoittaminen

Liikennemerkki tulee sijoittaa kohtisuoraan sitä tarkoitettulle liikennesuunnalle, jonka nähtäväksi se on tarkoitettu. Liikennemerkki on sijoitettava riittävän etäälle, jotta se ei näy muulle liikennesuunnalle ja aiheuta näin väärinkäsityksiä. Liikennemerkkit tulee sijoittaa maastoon siten etteivät ne vahingoitu aurauslumien tuottamasta voimasta. Samaan pylvääseen saa kiinnittää yleensä enintään kaksi liikennemerkkiä lisäkilvillä varustettuina. Lisäksi taajamissa liikennemerkkejä voidaan kiinnittää valaisin- ja liikennevalopylväisiin. (Väylävirasto, 2020)

Liikennemerkkien sijoittamisesta on määrätty Valtionneuvoston asetuksella liikenteenohjauslaitteiden käytöstä seuraavaa: Alimman liikennemerkkin tai lisäkilven alareunan korkeuden tulee olla 1,5 – 3,2 metriä ajoradan pinnasta. Jalkakäytävällä tai pyörätiellä merkin alapinnan korkeus maanpinnasta tulee olla 2,2 – 3,2 metriä. Liikennemerkkin sivuttaisetäisyys ajoradan reunasta saa olla enintään neljä metriä tai pientareen ulkoreunasta 1,5 metriä ja vähimmäisetäisyys ajoradan reunasta 0,5 metriä. Kuvassa 1 näytetään Liikennemerkkin sijoittamisen perusmitat. (Valtionneuvoston asetus liikenneohjauslaitteiden käytöstä 379/2020 § 30)

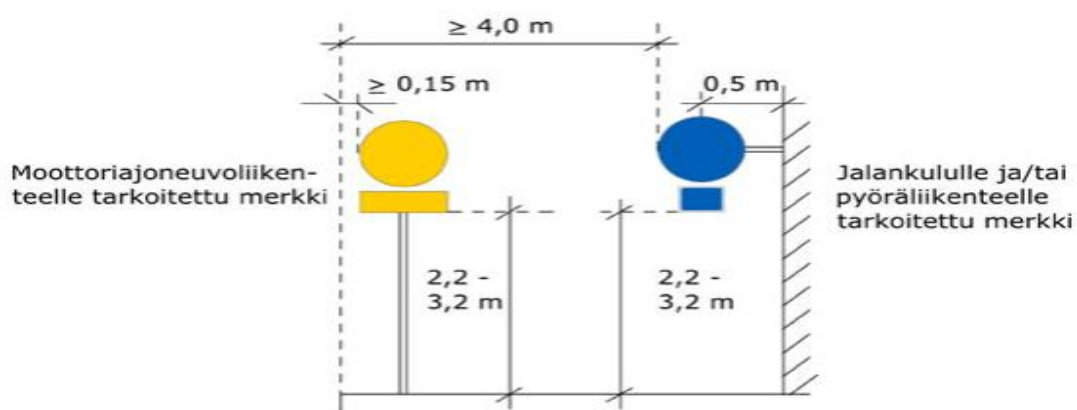


Kuva 1. Liikennemerkin sijoittamisen perusmitat (Väylävirasto, 2020)



Liikennemerkkien sijoittamisen perusmittoihin on kuitenkin poikkeamia, esimerkiksi taajamissa merkin vähimmäisetäisyys saa olla pienempi kuin 0,5 metriä, mutta se ei saa aiheuttaa haittaa liikenteelle eikä myöskään tien kunnossapidolle. Kuvassa 2 näytetään esimerkki taajamassa sijoitetun liikennemerkin etäisyyksistä ajorataan nähden, missä merkin reunan vähimmäisetäisyys on 0,15 metriä.

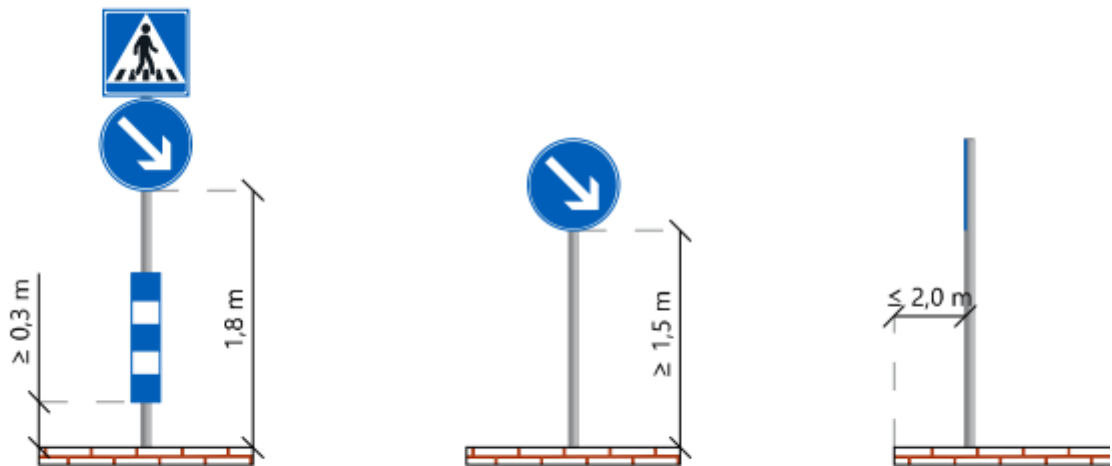
Kuva 2. Liikennemerkkien sijoitus kadun poikkileikkauksessa (Kuntaliitto, 2022)



Saarekkeissa liikenteenjakaaja D3 merkin yksittäisessä käyttämisessä merkin alapinnan korkeus on vähintään 1,5 metriä. Kun samassa pylväessä halutaan käyttää

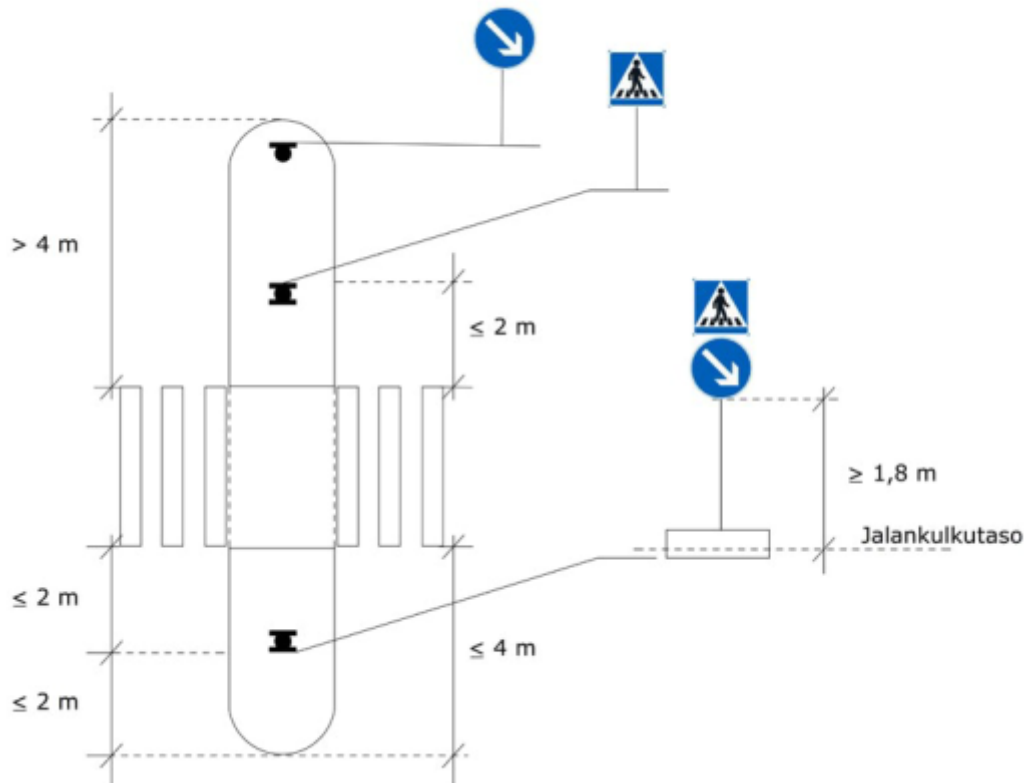
liikennemerkkipylvään tehostamismerkkiä I10.1 tulee liikenteenjakkajan D3 merkin alareunan korkeuden olla vähintään 1,8 metriä, kuvassa 3 näytetään mitoitusperiaatteet. (Väylävirasto, 2020)

Kuva 3. Saarekkeeseen sijoitettujen merkkien mitoitus (Väylävirasto, 2020)



Liikennemerkkin E1 suojatie etäisyys suojatien tiemerkinnästä saa olla enintään kaksi metriä, sekä sivuttaissunnassa ajoradasta enintään kaksi metriä. Mikäli näkemät suojatien kohdalla ovat hyvä voidaan suojatien merkki poikkeuksellisesti sijoittaa enintään neljän metrin etäisyydelle. (Valtionneuvoston asetus liikenneohjauslaitteiden käytöstä 379/2020 § 36) Enintään neljä metriä pitkällä saarekkeilla liikennemerkki E1 suojatie ja D3 liikenteenjakkaja voidaan sijoittaa samaan pylvääseen, kun taas yli neljä metriä pitkällä saarekkeilla ne pitää sijoittaa omiin pylväisiin, kuva 4.

Kuva 4. Merkkien E1 ja D3 sijoittaminen saarekkeella (Kuntaliitto, 2022)



### 3 Liikenteenohjaussuunnittelussa käytettävät ohjelmistot

Suunnitteluohjelmistot on tarkoitettu avustamaan suunnittelijoiden jokapäiväistä suunnittelutyötä. Ohjelmistoilla on mahdollista suunnitella vakiomerkkejä, suunnistustauluja, tienviittoja, ajokaistan yläpuolisia opasteita, matkailijoiden opastustauluja sekä mitoituspiirustuksia ja portaalien yleiskuvia.

Suunnittelussa käytetään AutoCAD:n päällä toimivia laajennussovelluksia, joita on mm. Trimble Novapoint perheeseen kuuluva Road Signs Professional, MicroStation löytyvä OpenRoads SignCAD ja Swecon kehittämän YTCAD -ohjelmisto. Lisäksi on globaalisti muitakin suunnitteluohjelmistoja, joilla voidaan suunnittelua toteuttaa, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään Road Sign Professional -ohjelmaan.

### 3.1 AutoCAD

AutoCAD on yleiskäyttöinen tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto (CAD), jota kehittää ja julkaisee yhdysvaltalainen ohjelmistoyritys Autodesk. Sillä voidaan toteuttaa 2D- ja 3D-piirtämistä, suunnittelua ja mallintamista. AutoCAD tarjoaa perusteelliset ja moniulotteiset suunnittelun kannalta olennaiset työkalut joiden ominaisuuksia on mm. erilaisten objektien ja taulukkojen luominen sekä monet muut toimialakohtaiset tehtävät. (Autodesk.fi, n.d)

AutoCAD on ohjelmiston perusversio joka on laajennettavissa eri tekniikka-alojen suunnittelua palvelevaksi kokonaisuudeksi. AutoCAD:n eri versioita on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. AutoCAD-versiot ("AutoCAD", 2022)

AutoCAD	ohjelmiston perusversio
AutoCAD LT	ohjelmiston suppeampi versio
AutoCAD Raster Design	ohjelmiston laajennusosa
AutoCAD Architecture	arkkitehtisuunnittelu
AutoCAD Civil 3D	yhdyskunta- ja infrasuunnittelu
AutoCAD Electrical	sähkösuunnittelu
AutoCAD Map 3D	yhdyskuntasuunnittelu
AutoCAD Mechanical	mekaniikkasuunnittelu
AutoCAD MEP	talotekniikan järjestelmien suunnittelu
AutoCAD Structural Detailing	rakenteiden detaljisuunnittelu
lisäksi Autocad on yhtenä osana useassa Autodeskin Suite-ohjelmistopakettissa.	

Näiden lisäksi monilla muilla yrityksillä on sovellusalaikohtaisia laajennuksia jotka toimivat AutoCAD:n päällä.

### 3.2 YTCAD

YTCAD on Sweco:n kehittämä suunniteluohjelmisto jonka ominaisuuksiin kuuluu kunnallistekniikan suunnittelu. Ohjelmalla voidaan tehdä tie-, katu- ja aluetekniikkasuunnitelmia. Liikenteenohjaussuunnitelman näkökulmasta YTCAD palvelee opastusmerkkien ja palvelukohteiden opastusmerkkien mitoituspiirustuskuvissa. YTCAD:lla voidaan ketterästi muokata itse luotuja merkkejä, mutta 3D-mallien tekeminen ei sillä onnistu.

### 3.3 Trimble Novapoint

Trimble Novapoint on suunnittelujärjestelmä millä voidaan suunnitella infrastruktuurin rakentamista ja ylläpitoa. Novapoint tuoteperhe sisältää paljon erilaisia työkaluja niin teiden, rautateiden, tunnelien kuin vesihuollon suunnitteluun. Novapointin suunnittelussa kuvassa 5 esitetyt ohjelmistomoduulit ovat mm. Railway, Road, Road Marking, Road Professional, Road Sign Professional, Terrain ja Tunnel Design. (Arkance Systems, n.d.-b)

Kuva 5. Novapoint ohjelmistomoduulit (Novapoint, n.d.)



Novapoint ohjelmistomoduulien käyttäminen tarvitsee aina AutoCAD:n toiminnan myös, sillä suunnitelmien piirtäminen tapahtuu AutoCAD:n puolella. Novapoint moduulit toimiakseen

AutoCAD pitää käynnistää Novapointin kautta, minkä myötä Novapoint Base käynnistyy automaattisesti. Novapoint Base sisältää mm. maastotietokannan, piirustutuotannon sekä perustoiminnot. Basen käyttäminen on edellytys muiden moduulien toiminnalle.

### 3.3.1 Road Signs Professional

Novapoint Road Signs Professional suunnitteluohjelma on tarkoitettu liikenteenohjaussuunnittelua tekeville suunnittelijoille. Suunnitteluohjelmalla voidaan suunnitella mm. liikennemerkkejä, opasteita ja portaaaleja. Lisäksi suunnitelmista saadaan tehtyä liikennemerkkien määräluettelo, joka perustuu kuvassa oleviin merkkeihin ja niiden sisältämiin tietoihin. Määräluettelotoiminto etsii suunnitelmakuvasta merkkien tiedot ja tekee AutoCAD -kuvaan sarakemuotoisen taulukon. Taulukko 3 näyttää esimerkin liikennemerkkien määräluettelosta, jossa voidaan esittää mm. merkin koko, kalvo, määrä kuin myös tekstikoko ja lisätiedot.

Lisäksi Road Signs Professional -ohjelmalla voidaan tehdä 3D-malleja ja ne kyetään kiinnittämään suoraan Novapoint -ohjelmistolla luotuun pintamalliin. Tehtäessä liikenteenohjaussuunnitelmaa merkkien tulee sijaita tarkalleen oikeilla kohdillaan, sillä mallinnuksessa ne tulevat sijaitsemaan nille laitetuille paikoilleen.

Taulukko 3. Liikennemerkkien määräluettelo (Ville Joonas, 2022)

LIIKKENEMERKKILUETTELO						
SYMBOLI	TUNNUS	MERKIN KOKO b x h, mm	TEKSTI mm	Määrä	KALVO	LISÄTIEDOT
	B5	N (900x900)		3	R2	
	C32_2	N (640)		2	R2	
	C34_2	P (600x600)		1	R2	
	C39	P (600x600)		1	R2	
	C40	P (600x600)		1	R2	
	D6	N (640)		2	R1	
	E1	N (600x600)		2	R2	
	E2	N (600x600)		1	R1	
	E4.1_5	N (600x600)		1	R1	
	E4.1_6	N (600x600)		4	R1	
	F16	1100x340	100	1	R2	Sepänniemen kenttä
	F16	900x250	100	1	R2	Frisbeegolf
	F24.3	N (600x600)		1	R2	
	H10b	N (400x400)		4	R1	
	H12.7	N (600x300)		1	R1	
	H19.2	N (600x200)	100	1	R1	4 h
	H23.1	N (600x400)		2	R2	
	H23.2	N (400x300)		2	R1	

### 3.3.2 Omat havainnot nykyisistä ongelmankohdista

Liikennemerkkien määräluettelon luomisessa on havaittu ongelmia niin viiteviivan tekemisessä jalustan ja merkkien väliin, kuin itse määräluettelon taulukon luomisessa. Määräluettelon luominen edellyttää Road Signs Professional viiteviivatyökalun käyttämistä, minkä seurauksena suunnittelussa tulee hankaluuksia. Viiteviivaa ei pysty tekemään jalustan ja merkin välille moniuloitteisempuna viivana, vaan viivan tulee olla kohteiden välissä suora. Tästä seuraa haittaa suunnitelmissa joissa on paljon merkkejä tiheällä alueella. Kuvassa 6 näytetään esimerkkinä kiertoliittymän liikenteenohjaus, missä merkit kasaantuvat hyvin ahtaalle ja pienelle alueelle. Samantapainen monikaistaisempi liittymä missä olisi vielä portaalit mukana luo jo todellista ongelmaa ja vie turhaan aikaa suunnittelussa.

Kuva 6. Esimerkki Liikenteenohjaussuunnitelmasta (Ville Joonas, 2022)



Kun viiteviivan piirtää jalustan ja merkin väliin moniuloitteisena polyline-komennolla, niin Road Sign Professional -määräluettelotyökalu ei tunnista merkkejä, ja näin määräluettelon tekeminen ei onnistu.

Toinen ongelmakohta liittyy määräluettelossa olevien liikennemerkkien esittämistapaan. Tehtäessä määräluetteloa liikennemerkkien symbolit tulevat luetteloon jokainen pylvä

kerrallaan. Taulukossa 4 näytetään esimerkkitilanne, jossa merkkien numerot 1 ja 3 ovat samoja merkkejä, näin ollen määräluettelo erottelee kaikki samat merkit omaksi sarakkeisiin. Kun tarkastellaan taulukkoa 3 huomataan siinä esitettävän jokainen eri merkki kerran ja kyseisten merkkien kappalemäärät ilmoitetaan määrät sarakkeella. Tämä ongelma johtaa tilanteeseen, jossa määräluetteloista saadaan todella isoja sekä suunnittelussa aikaa vieviä kokonaisuuksia.

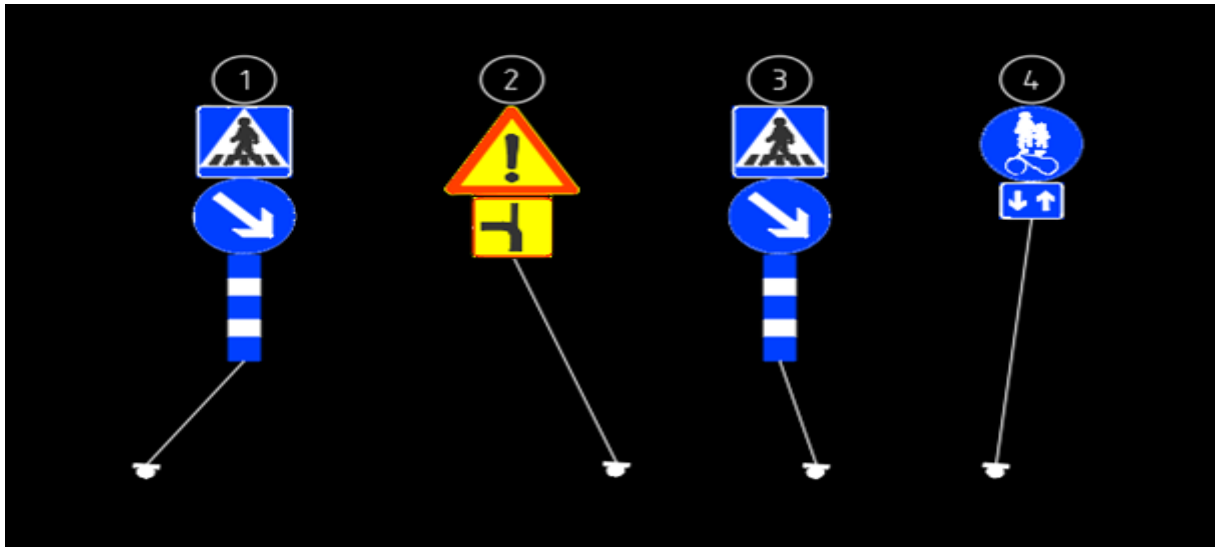
Taulukko 4. Liikennemerkkiluettelo (Ville Joonas, 2022)

LIIKKENEMERKKILUETTELO					
Numero	Symboli	Merkin nro.	Merkin koko	Kalvo	Määrä
1		E1 D3.1 I10.1	N N N	R2 R2 R2	1 1 1
2		A33 H22.2_2	N N	R2 R2	1 1
3		E1 D3.1 I10.1	N N N	R2 R2 R2	1 1 1
4		D6 H23.2	N S	R1 R1	1 1

Lisäksi kuvassa 7 olevan symbolin numero kaksi lisäkilven H22.2\_2 suuntausta ei voi muuttaa, jos näin tekee, niin viiteviivytyökalu kääntää merkin aina samoinpäin kuin sen liikennemerkkirjastosta saa lisättyä, kuten taulukossa 4 näytetään. Saadakseen merkit osoittamaan oikeaan liikennesuuntaan halutulla kulmalla pitää objektit poistaa viiteviivytyökalulla ja lisätä käsin merkkiluetteloon. Määräluettelossa on myös ongelmia kun joudutaan käyttämään vanhoja merkkejä uusien merkkien puutteellisuudesta johtuen. Viiteviivytyökalu ei tunnista vanhoja merkkejä ja ne pitää tehdä yksi kerrallaan luetteloon mikä vie paljon turhaa aikaa suunnittelusta.



Kuva 7. Liikennemerkkejä (Ville Joona, 2022)



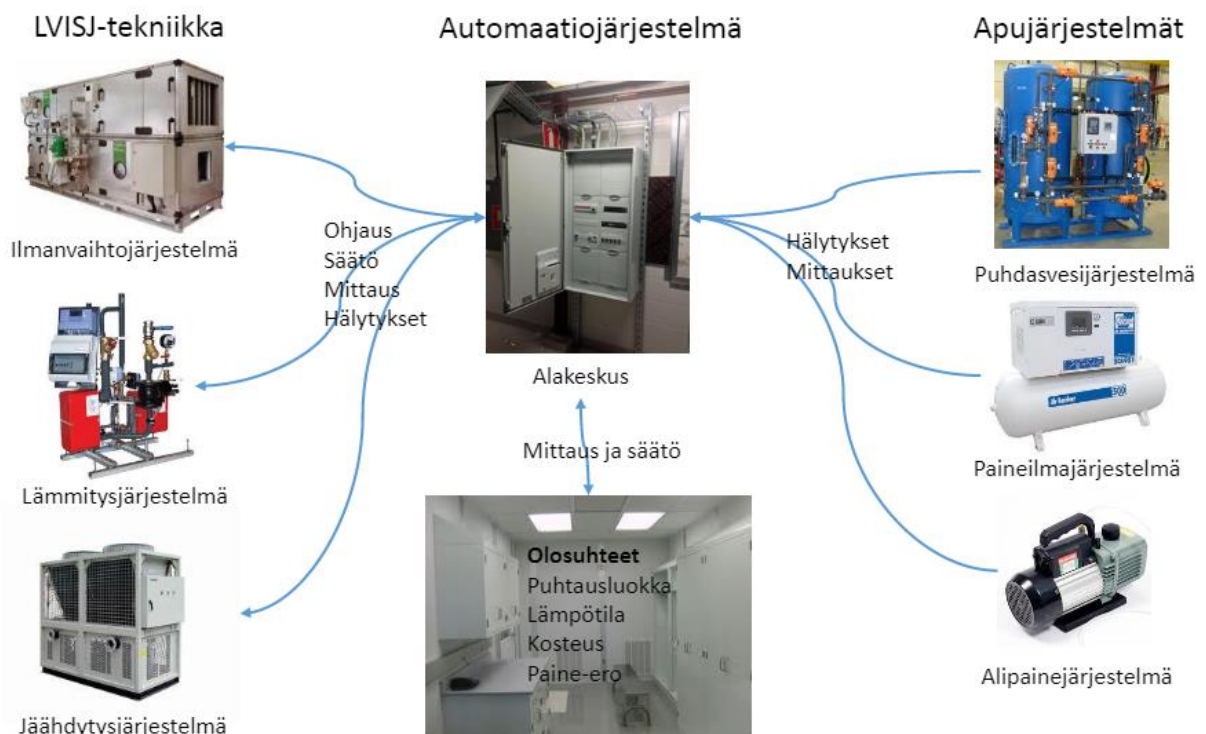
Tilajilla on omat vaatimuksensa määräluetteloiden esittämisestä. Erikokoisissa hankkeissa esimerkiksi pienemmissä katuhankkeissa usein riittää määräluettelon esittäminen suunnitelmakuvan yhteydessä. Työselostuksessa selvitetään yksityiskohtaisesti mitä teknisiä vaatimuksia liikennemerkkien pystyttämisessä pitää noudattaa. Isommissa hankkeissa usein vaaditaan virallinen rakennussuunnitelman asiakirjat sekä niiden sisältö ja esitystapa. Liitteessä 2 näytetään Liikennemerkkiluettelo asiakirjamalli R18/6. (Liikennevirasto, 2013-b)

#### 4 Automaatio ja automaatiojärjestelmä

Automaatiolla tarkoitetaan ohjelmoitua, itsenäisesti toimivaa laitetta tai järjestelmää, missä suoritettava toimenpide vaatii mahdollisimman vähän ihmisen apua. Automaation käsite on hyvin laaja, useimmiten se yhdistetään tuotantolaitteiden ohjauksiin ja robotiikkaan. (SeAMK, 2021) Kuitenkin automaatiota voidaan havaita jokapäiväisessä toiminnassamme, esimerkiksi erilaisten ohjausjärjestelmien käytössä kuten lentokoneiden, autojen, alusten ja koneiden ohjaamisessa ja vakauttamisessa. (Daniel Mikelsten, n.d., s. 4) ”Yksinkertaisimmillaan automaatio on esimerkiksi vesihanasta tulevan veden lämpötilan kontrollointi, hissien toiminta tai ovien automaattinen avautuminen ihmiselle, joka on kävelemässä sisään tai ulos rakennuksesta” (Valmistajat, n.d.).

Automaatiojärjestelmä voi olla yksittäinen ohjelmoitu logiikkalaite, jolla voidaan ohjata yhtä tai useampaa asiaa kerrallaan. Yksittäinen pienempi automaatiojärjestelmän vaatima ohjattu toiminto voi olla oven avaus, kun taas suuremman mittakaavan järjestelmänä voi olla tehtaan järjestelmien ohjausta, säätämistä ja valvomista. (Valmistajat, n.d.) Kuvassa 8 näytetään esimerkki rakennusautomaatiosta, kuinka mm. jäähdytys, vesi, ilmanvaihto ja sähkö ovat osa isompaa kokonaisuutta.

Kuva 8. Rakennuksen automaatiojärjestelmä (Prosessiautomaatio, n.d.)



Automaatioon liittyviä riskejä ja uhkakuvia on tutkittu automaation eri osa-alueilla, sekä kuinka ne voivat vaikuttaa tulevaisuuteen. Ihmisten työpaikkojen suhteen automaatio tuo uusia työtehtäviä, mikä voi aiheuttaa haitallisia sosiaalisia sivuvaikutuksia. Uusien töiden mukana automaatio voi muuttaa ja poistaa työpaikkoja tai jopa hävittää kokonaisia ammattialoja. (SeAMK, 2021). Taulukossa 5 on esitetty automaation vaikutusten aiheuttamat parhaimmat ja pahimmat hahmotelmat.

Taulukko 5. Automaation kehityksen ympäristölle aiheuttamat parhaimmat ja pahimmat skenaariot. (SeAMK, 2021)

Parhaat skenaariot	Kasvihuone-päästöt	Muut kuin kasvihuonepäästöt	Raaka-aineiden käyttö	Ekosysteemin käyttö
3D-tulostus ja asiakaskohtaiset mittatilaustyöt				
Edistyskellinen teollisuusrobotiikka				
Autonominen liikenne				
IoT (esineiden internet)				
Tekoäly				
Ammattien ja toimeentulon muutos				
Pahimmat skenaariot	Kasvihuone-päästöt	Muut kuin kasvihuonepäästöt	Raaka-aineiden käyttö	Ekosysteemin käyttö
3D-tulostus ja asiakaskohtaiset mittatilaustyöt				
Edistyskellinen teollisuusrobotiikka				
Autonominen liikenne				
IoT (esineiden internet)				
Tekoäly				
Ammattien ja toimeentulon muutos				
värien merkitys				
Merkittävä positiivinen vaikutus				
Kohtalainen positiivinen vaikutus				
Ei merkittävää vaikutusta				
Kohtalaisen haitallinen vaikutus				
Merkittävä haitallinen vaikutus				

Automaatio on välttämätön teknologia, kun luodaan kestävää tulevaisuutta, mutta sen vaikutukset voivat olla kaksijakoiset. Energian- ja luonnonvarojen käyttöön ja ympäristöön liittyvät riskitekijät saattavat kuormittaa jo ennestään kuormitettua ekosysteemiä. Ympäristön kestävyyttä ja muita automaation tuomia riskitekijöitä voidaan ohjata tuotannon ja kulutustottumusten hallinnalla. (SeAMK, 2021).

#### 4.1 Automaatiotyökalu suunnittelussa

Automaatiotyökalujen käyttäminen suunnitelun eri vaiheissa nopeuttaa suunnittelutyötä ja antaa mahdollisuuden tehdä työtä tehokkaammin. Suunnittelun automaatiolla pyritään hyödyntämään tietokoneen laskentatehoa ja kehittämään suunnittelutyötä. Automaation tavoitteena on vähentää manuaalisen työn osuutta ja näin karsia inhimillisiä virheitä.

Quadri on infrasuunnittelussa käytettävien ohjelmistojen pilvipalvelupohjainen tietomallipalvelin, mikä mahdollistaa yhteisen tietoalustan käytön jokaiselle suunnittelijalle (Arkance Systems, n.d.-a). Kuvassa 9 esitetään Quadrin ohjelmistoliitokset, eli esimerkiksi

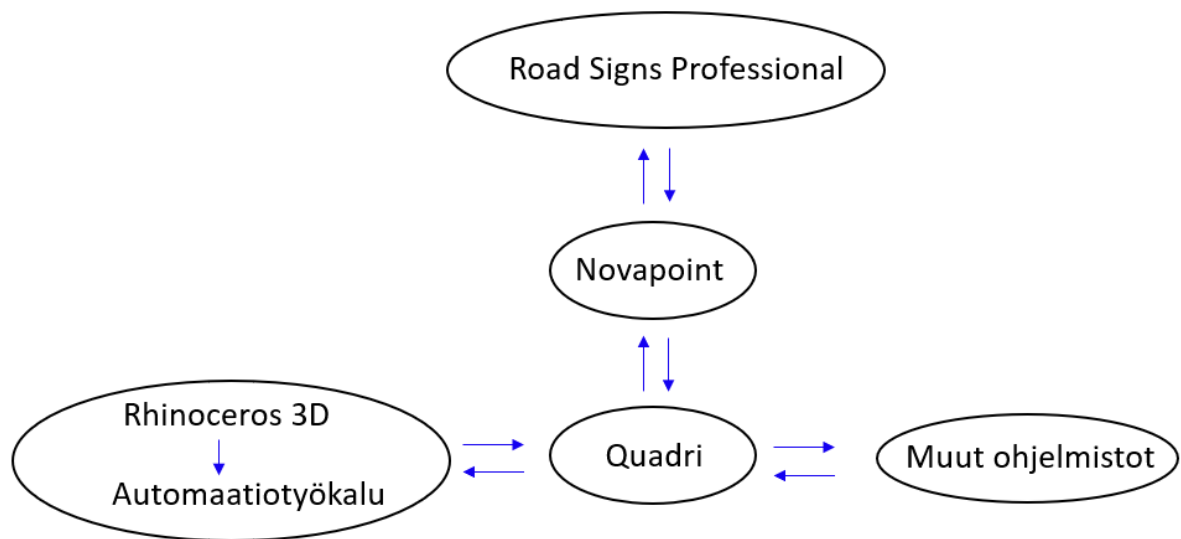
Novapointilla tehty suunnitelma saadaan auki muilla ohjelmistoilla Quadrin avulla. Yhteinen pilvipohjainen tietoaalusta lisää merkittävästi suunnittelun tuottavuutta kun kaikkien eri tekniikkalajien suunnitelmat löytyvät samasta paikasta ja ovat kaikkien käytettävissä.  
(Quadri, n.d.)

Kuva 9. Quadrin ohjelmistoliitokset (Quadri, n.d.)



Suunnittelun automaatiotyökalut eivät ole itsestään omia ohjelmistoja, vaan työkalut on kehitetty erinäisten ohjelmistojen sisällä toimiviksi. Monille ohjelmistoille voidaan kehittää tarpeiden mukaan erityisiä suunnittelua edistäviä automaatiotyökaluja. Automaation toiminnan osuus suunnittelun kokonaisuudessa on esitetty kuvassa 10, missä ohjelmistojen tiedonsiirto tapahtuu Quadrin kautta. Quadrin ja suunnitteluohjelmistojen välillä voidaan toteuttaa kaksisuuntaista tiedonsiirtoa avoimien rajapintojen kautta. Avoimet rajapinnat ovat ohjelmiston ja palvelimen välinen linkki, minkä kautta saadan haettua haluttua tietoa.

Kuva 10. Periaatekuva kaksisuuntaisesta tiedonsiirrosta (Ville Joona, 2022)



Esimerkiksi infrasuunnittelussa on olemassa massojen laskentaan kehitettyjä automaatiotyökaluja. Lisäksi katu- ja tiesuunnittelussa on 3D-mallintamiseen ja avoimen tiedon hakemiseen kehitettyjä työkaluja. Opinnäytetyön tilaajan suunnittelemista automaatiotyökaluista ei voida tarkemmin kertoa, koska ne ovat luottamuksellisia ja salassa pidettäviä tietoja.

## 5 Opinnäytetyön kyselytutkimuksen menetelmäpolku

Tutkimusprosessissa menetelmän valinta ja noudattaminen ovat keskeisessä osassa tutkimuksen toteuttamisessa. Tutkimusmenetelmä voidaan ymmärtää tutkimuksessa kokonaisuuten, johon kuuluu eri osa-alueita mitkä liittyvät olennaisesti toisiinsa. Tutkimuksen eri osa-alueita ovat ongelmanasettelu, tutkimusstrategia, aineiston hankintamenetelmät ja aineiston analyysimenetelmät. Ongelmanasettelulla tai tutkimuskysymyksellä ohjataan eri osa-alueiden menetelmien valintaa ja noudattamista. Vastaavasti tutkimusstrategialla tai aineistojen hankinta- ja analyysimenetelmillä voidaan ohjata ongelmanasettelua. Nämä valinnat seuraavat laajempia tieteellisen ajattelun näkökulmia, olennainen osa tutkimuksellista ja tieteellistä ajattelua on ymmärtää tutkimuksen asema tieteenfilosofisten suuntausten perinteessä. Kuvassa 8 on esitetty

menetelmäpolku erivärisillä kehillä joiden tarkoituksena on havainnoillistaa eri menetelmien vuorovaikutteista suhdetta. (Jyväskylän yliopisto, n.d.-a)

Kuva 8. Tutkimusprosessin menetelmäpolku (Jyväskylän yliopisto, n.d.-a)



## 5.1 Tutkimuskysymys

”Tutkimuksen ongelmanasettelulla tarkoitetaan sellaisen ongelman hahmottamista, rajaamista ja muotoilua, joka tutkimuksessa pyritään ratkaisemaan.” (Jyväskylän yliopisto, n.d.-d). Ongelmanasettelussa on hyvä miettiä millaista tietoa tutkimuksessa on tavoitteena tuottaa. Ongelmanasettelulla saadaan tutkimuksen lähtökohta ja tätä kautta voidaan alkaa laatimaan tutkimuskysymyksiä.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan mitä kaikkia suunnitteluohjelmistoja Rambollin suunnittelijat käyttävät liikenteenohjauksen suunnittelussa. Kyselyssä halutaan kartoittaa suunnittelijoiden ohjelmistojen käyttäjäkohtainen kokemus, sekä ohjelmien hyvät ja huonot

puolet. Lisäksi kyselyssä halutaan saada selville missä suunnittelunvaiheessa kuluu eniten aikaa ja voidaanko sitä mitenkään nopeuttaa.

## **5.2 Kyselytutkimuksen tutkimusstrategia**

Kyselytutkimuksen menetelmäsuuntaus on kvalitatiivinen tutkimus eli laadullinen tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. (Jyväskylän yliopisto, n.d.-c) Laadullisessa tutkimuksessa tutkimushenkilöt saavat vapaamuotoisesti kertoa tutkimuksen aiheeseen liittyvistä kokemuksista ja mielipiteistä (Tilastokeskus, n.d.).

## **5.3 Aineistohankintamenetelmä**

Tutkimusaineiston hankintamenetelmän lähtökohtana on tutkimusongelmat tai tutkimustehtävä, minkä perusteella valitaan aineistonkeruun menetelmät.

Tutkimusongelmalla määritetään millaista aineistoa hankitaan ja kuinka sitä käsitellään. (Tietoarkisto, n.d.-a)

Tutkimusaineiston kerääminen toteutettiin kyselytutkimuksena, joka tehtiin Ramboll Finland Oy liikenteenohjauksen suunnittelijoille. Kyselytutkimus ajoittui vuoden 2022 toukokuun ensimmäiselle viikolle. Vastausaikaa annettiin yksi viikko, johtuen suunnittelijoiden kiireellisyydestä, jotta kyselytutkimuksen sähköposti ei ehdi hävitä muun postin myötä. Kyselytutkimus suoritettiin sähköpostikyselyllä. Kyselytutkimus lähetettiin 18 liikenteenohjausta tekeväälle suunnittelijalle ympäri suomen, joista viisi vastasi kyselyyn, näin vastausprosentti oli 28 %. Vastanneiden suunnittelukokemus oli keskimäärin noin seitsemän vuotta. Kyselytutkimuksen kysymykset on esitetty liitteessä kolme.

## **5.4 Aineiston analyysimenetelmä**

Aineiston analyysimenetelmäksi valitaan menetelmä mikä määrittää aineiston tiivistämistä tai jalostamista käsitteelliseen tai teoreettiseen muotoon. Laadullisen aineiston analyysin

tekemiseen ei ole yhtä oikeaa kaavaa, kuitenkin tarkoituksena on päästä tutkimusaineistosta pintaa syvemmälle ja tulkita saatuja tuloksia oman ajattelun avulla. (Tietoarkisto, n.d.-b)

Laadullisen analyysin tutkimuksen tekijän pitää tehdä valinta analyysimenetelmän suhteen, mikä tarkoittaa sitä konkreettista tapaa millä aineistoa käsitellään eli analysoidaan.

Realistisessa analyysimenetelmässä tutkijan on havainnoitava mitä aineistossa on ja mitä siinä kerrotaan tutkittavasta aiheesta. Puhuttaessa sosiaaliselle konstruktionismille pohjautuvalle analyysimenetelmälle, tarkastellaan siinä miten asioista puhutaan ja millaisia vaikutuksia asioiden ymmärtämisellä on ihmisten toiminnalle. Yksilön subjektiivisuutta korostavat ja ainutlaatuisiin kokemuksiin pohjautuvat menetelmät ovat fenomenologinen, hermeneuttinen ja eksistentiaalinen analyysitavat. (Tietoarkisto, n.d.-b)

Laadullisessa tutkimuksessa analyysimenetelmän aineistotyyppinä voidaan pitää mm. haastatteluja, kuvia, havainnointiaineistoja sekä kirjoitettuja tekstiaineistoja (Tietoarkisto, n.d.-b). Tässä opinnäytetyössä aineistotyyppinä on tekstiaineistot ja menetelmänä toimii yksilön subjektiivisuutta korostava omakohtaisiin kokemuksiin perustuva hermeneuttinen analyysimenetelmä. Hermeneuttisena analyysina voidaan pitää ihmisen tai tekstin merkityksen syvällistä ymmärtämistä. Tutkimuksen yksityiskohtien tulkitseminen antaa laajenevaa ymmärrystä tutkittavasta kohteesta. (Jyväskylän yliopiston, n.d.-b)

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia on esitetty luvussa 6.

## **6 Opinnäytetyön tutkimuksen tulokset**

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia sanallisesti. Tuloksien tarkoituksena on kertoa mitä suunnitteluohjelmistoja liikenteenohjauksen suunnittelijat käyttävät ja mitä ongelmia he ovat kohdanneet suunnittelussa, sekä mitä kehitysideoita ongelmien ratkaisemiseen on.

Kyselytutkimuksessa selvitettiin ensimmäiseksi minkälaisia suunnitteluohjelmistoja suunnittelijat käyttävät. Kyselyn tuloksista saatiin selville, että käytetyin ohjelmisto on Novapoint:n Road Sign Professional, jota käyttää jokainen kyselyyn vastanneista. Seuraavaksi suosituin ohjelmisto on YTCAD, jota käytti 60 % kyselyyn vastanneista, tämäkin lähinnä



pyöräliikenteen viitoituksen ja opasteiden tekemistä varten. Näiden lisäksi muutamat kyselyyn vastanneista käyttivät myös QGIS ja Paint -ohjelmistoja.

Kaikki kyselyyn vastanneista totesivat Road Sign Professional käytettävyyden olevan hyvällä tasolla, mutta puutteitakin löytyi, esimerkiksi muokattavat tekstilliset lisäkilvet ja opastusmerkit olivat selvästi ohjelmiston huonoja puolia. Portaalisuunnittelussa todettiin puutteita, uuden tyyppisiä ristikkoportaaleja ei ole mahdollista tehdä ja lisäksi ohjelmassa on vanhoja käytöstä poistettuja portaalityyppejä. Yleisesti moni vastaaja totesi ohjelmiston laahaavan pahasti jäljessä vuoden 2020 uuden tieliikennelain edellyttämien merkkien suhteen. Tämän lisäksi suunnittelun eri teknisissä toimenpiteissä ohjelma saattaa kaatua ilman mitään konkreettista syytä.

Kyselyn perusteella YTCAD koettiin opasteiden osalta hyväksi ohjelmistoksi, kuitenkin huonona puolena pidettiin sen käytettävyyttä. Käytettävyyden huonona puolena pidettiin opasteiden jälleenkäyttäminen AutoCAD puolella. Opasteiden siirtäminen YTCAD ja AutoCAD välillä onnistuu ongelmitta, mutta suunnitelman tulostusvaiheessa ilmenee vaikeuksia. Opasteiden värit muuttuvat tulostaessa niitä PDF muotoon, tämä johtuu tasojen eri väreistä ja kynätauluista. Tämän ongelman ratkaisemiseen kuluu usein liikaa aikaa.

Kyselyn perusteella eri suunnitteluvaiheista eniten aikaa kuluu liikennemerkkiluetteloiden ja 3D-mallien tekemiseen. Liikennemerkkiluettelon tekeminen joudutaan usein tekemään käsin, varsinkin jos suunnitelmassa on muokattuja merkkejä joita ohjelmisto ei tunnista. Viiteviivojen tekeminen jalustan ja merkin välille tuo myös ongelmatilanteita mikä vie suunnittelu-aikaa. Myös jalustojen suunnittelu tarkalleen oikealle paikalle koettiin työlääksi, jotta jalustat ovat luettavissa rakennesuunnitelmakuvista tulee jalustojen olla suurempia kuin mitä ne todellisuudessa ovat. Tämä tuo usein ongelmia, sillä vaikka jalustan keskikohdan asettaa oikealle etäisyydelle ajoradan reunasta, näyttää se suunnitelmakuvassa olevan osittain ajoradalla. Jotta jalustat eivät näyttäisi olevan ajoradalla haluavat tilaajat jalustojen siirtoja. Tästä koituu ongelmia jalustojen sijaintitietojen paikantamisessa ja 3D-mallien tekemisessä merkkejä joudutaan siirtelemään uudestaan.

Kyselyssä tuli myös muita huomioita esille, esimerkiksi tilapäisiä liikennejärjestelyitä suunnittelevien mielestä liikenteenohjauslaitteet voisivat löytyä ohjelmiston merkkikirjastosta, sekä tiedotustaulujen tekemiseen toivottiin työkaluja. Lisäksi liikenteenohjausten osalta toivottiin eri paikkakunnilla tekevien suunnittelijoiden yleistä tiedonjakokanavaa ohjelmistoista kaikkien Rambollin suunnittelijoiden kesken.

## 6.1 Tuloksien tarkastelu

Kyselytutkimuksen perusteella voidaan todeta suunnittelijoiden käyttävän pääsääntöisesti Novapointin Road Sings Professional -ohjelmistoa, mutta Swecon kehittämän YTCAD:n käyttämistä edellytetään opastusmerkkien suunnittelussa. Muiden ohjelmistojen kuten QGIS:n tai Paint:n käyttäminen eivät ole jokapäiväisen liikenteenohjauksen suunnittelijan työkaluja, vaan niitä voidaan hyödyntää harvemmin esiintyvissä yksittäistapauksissa. Kyselytutkimuksen tuloksien tarkastelussa keskitytään Road Sings Professional -ohjelmiston ongelmakohtiin ja kehitysideoihin, YTCAD:n tai muiden ohjelmien osalta tarkastelua ei voida tehdä, kyselyn tuloksien keskittyttyä Road Sings Professional:n ympärille.

Tekstillisen lisäkilven tekeminen koettiin hyvin rajalliseksi niiden huonon muokattavuuden takia, kuitenkin tekstillisiä lisäkilpiä on monia erityyppisiä. Kehittämisen tarvetta on tekstin sijoittamisen suhteen, sekä mahdollistaa eri tekstikokojen käyttäminen samassa kilvessä.

Opasteiden osalta voidaan todeta yksinkertaisesti niiden puuttellinen saatavuus ohjelmistosta, myös opasteen merkkien ja tekstien sijoittaminen on hyvin yksipuolista. Poikkeavissa ratkaisuissa ohjelma ei kykene toteuttamaan opastustauluja, joten niiden tekemiseen ja muokkaamiseen toivotaan parannuksia. Portaalisuunnittelun sujuvoittamiseksi toivotaan ohjelmiston päivittymistä, joka mahdollistaisi vuonna 2017 tulleiden uuden tyyppisten ristikkoportaalien tekemisen.

Liikennemerkkiluetteloiden ja 3D-mallien tekemiseen koettiin menevän eniten aikaa suunnittelutyössä. Liikennemerkkiluettelot joudutaan usein tekemään manuaalisesti, vaikka ohjelmisto tarjoaa useita valmiita merkkiluettelopohjia. Ongelmaksi muodostuu muokatut

tai itse tehdyt merkit joita merkkiluettelotyökalu ei tunnista. Yhtenä ratkaisuna tutkimuksessa todettiin itse tehdyn liikennemerkkiluettelopohjan käyttämisen.

Liikennemerkkiluetteloiden tekemisen nopeuttamisessa voidaan automaatiotyökalun toiminta nähdä mahdollisena ratkaisuna. Automatisointi liittyy liikennemerkkeihin jotka tulevat samaan jalustaan, näin voitaisiin sitoa merkit tuomisvaiheessa yhteen ja määrittää samaan jalustaan. Merkkien kaikki tiedot olisivat sidottu jalustaan ja kun merkkiluettelo tehdään ne tulisivat luetteloon automaattisesti muun muassa seuraavin tiedoin: nimi, koko, kalvo, jalusta ja pylväs. Yhdeksi oleelliseksi tiedoksi muodostui merkkien paikan ilmoittaminen mittalinjalla. Suunnittelussa voitaisiin valita kyseinen mittalinja, jolle merkit halutaan sitoa ja näin voidaan löytää merkille tarkka sijainti. Jalustojen ja pylväiden valintaan ehdotettiin samassa yhteydessä toimivaa työkalua, jossa voisi olla vakio jalustana esimerkiksi H700 ja pylväänä 90 mm. Tilanteen mukaan näitä voitaisiin alusvetovalikosta muuttaa maaperän ja merkkien määrän mukaan oikeiksi.

3D-mallien luomisessa huomioitiin olevan puutteita, mitä voitaisiin parantaa automaatiotyökalun avulla. Kyseessä on jalustojen tarkka sijoittaminen suunnitelmassa, sillä ennen oli mahdollista sijoittaa jalusta suuntaa antavasti ja jättää sivuttais- ja pystyettäisyyksien ohjeiden noudattaminen rakentajien huoleksi. Merkkien oikeaan sijoittamiseen auttaisi työkalu joka tunnistaisi väylän reunan ja sille voitaisiin syöttää sivuttaisettäisyyden eri arvoja ja näin saataisiin merkki oikealle kohdalleen. Sivuttaisettäisyyden jälkeen työkalulla saataisiin syötettyä haluttu pystyettäisyys maanpinnasta liikennemerkkin alapintaan.

Liikenteenohjauksen suunnitelussa koettiin että suunnittelijoiden tietoa ei jaeta tarpeeksi Rambollin sisällä niin, että se olisi kaikkien suunnittelijoiden käytettävissä. Rambollilla on Suomessa toimistoja aina etelästä pohjoiseen Rovaniemelle asti ja kaikilla paikkakunnilla tehdään liikenteenohjaussuunnitelmia. Tähän toivottiin yhteistä kanavaa, esimerkiksi Teams-kanavaa millä voidaan jakaa suunnittelutietoa kaikkien käytettäväksi, riippumatta siitä onko suunnittelija missä päin suomen toimistoa. Teams alustalla toteutettu Rambollin suunnittelijoille tarkoitettu yhteinen kanava voisi pitää sisällään erilaisia aiheita. Ideana olisi esimerkiksi oma kanavansa suunnitteluohjelmistojen ongelmille missä voidaan paneutua

ongelmiin ja niiden ratkaisemiseen yhdessä. Toinen kanava voisi toimia resurssien etsimisessä eli liikenteenohjauksen suunnitelmien tekijöiden etsimiseen. Myös yhdeksi aiheeksi haluttiin saada tietopankki, missä voisi jakaa omia hyväksi koettuja keinoja ja antaa esimerkiksi automaatioon liittyviä vinkkejä.

Tilapäisiä liikennejärjestelyjä tekevien suunnittelijoiden mielestä väliaikaiset liikenteenohjauslaitteet saisivat löytyä suoraan ohjelmistosta. Nykyisin väliaikaiset liikenteenohjauslaitteet suunnitellaan käsin eli tehdään objekteista omia blokkeja, mitä voidaan sitten muokata eri tilanteiden mukaan sopivammiksi. Tiedotustaulut koettiin ongelmalliseksi, sillä niitä esiintyy todella paljon erilaisia ja tähän ei ole mitään kunnollista mitoitustyökalua olemassa. Parannuksena tiedotustaulujen tekemiseen koettiin itsevalittavan tiedotustaulun pohja, missä voitaisiin valita tiedotustaulun mitat, tekstikoko, rivien välit ja niin edelleen.

## **6.2 Pohdinta ja yhteenveto**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia liikenteenohjauksen suunnitteluohjelmistojen ongelmakohtia ja kehittää niihin parannusehdotuksia. Kyselytutkimuksen perustella päästiin hyvin käsiksi nykyisiin ongelmankohtiin, sekä saatiin laajalti vastauksia niiden mahdollisiin ratkaisuihin. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tutkimustietoa missä suunnittelunvaiheessa on eniten ongelmia ja kuinka niitä voidaan parantaa. Työn tavoitteena oli tuottaa teoriapohjaa minkä avulla voidaan tietyille suunnittelunalueille suositella automaatiotyökalun luomista. Työn tavoitteen kannalta kyselytutkimuksessa kävi hyvin selväksi missä suunnittelunvaiheessa on puutteita ja miten automaatiota voidaan hyödyntää, jotta se palvelee suunnittelua jatkossa.

Liikennemerkkien määräluettelon tekemisen ja jalustan sijoittamisen automatisoiminen koettiin hyödyllisiksi työkaluiksi. Automaattinen työkalu jalustojen sijoittamiseen ajoradan tai kävely- ja pyörätien reunasta oikealle etäisyydelle nopeuttaisi suunnittelua. Merkin sijoittamisen yhteydessä merkin korkeus on ohjeiden mukainen ja sitä voitaisiin muuttaa tarpeiden mukaan oikeanlaiseksi. Tämän työkalun käyttämisen hyötynä nähdään

suunnittelun nopeutuminen kun jalustoja sijoitetaan suunnitelmakuvaan ja myös 3D-mallien tekemisessä, kun ei tarvitse uudestaan korjata merkkien sijaintia.

Automaattinen etäisyystoiminto ajoradan reunasta voisi toimia samalla periaattella kuin offset AutoCAD -komento eli valitaan ajoradan reunaviiva aktiiviseksi minkä automaattinen työkalu tunnistaa ja sijoittaa jalustan ohjeiden mukaiselle etäisyydelle. Sivuttaisetäisyydellä voisi olla jokin perusarvo esimerkiksi 0,5 metriä mitä voidaan valikosta muokata eri tilanteille sopivaksi. Lisäksi automaattisen työkalun tulisi tunnistaa saarekkeissa käytettävät ohjeiden mukaiset mitoitussäännöt.

Automaattisen jalustojen sijoittamisen jälkeen voitaisiin jalustaan sitoa tarvittavia tietoja liikennemerkkiluettelon luontia varten. Jalustaan voitaisiin sitoa tärkeitä tietoja mikä kuvaisi liikennemerkkin perustamis- ja laatuvaatimuksia. Perustamistietoina halutaan tietää minkä kokoisella jalustalla ja pylvällä liikennemerkki on tarkoitus pystyttää maastoon. Jalustalla voisi olla esimerkiksi perusarvona H500 jalustatyyppi, mitä käytetään päällystetyllä paikalla ja pylvään halkaisijana 60 mm, näitä arvoja voitaisiin muuttaa valikosta palvelemaan eri tilanteiden mukaan. Lisäksi jalustassa olisi liikennemerkeistä tietoa mm. kalvotyypistä, merkin koosta sekä sijainnin tiedosta mittalinjalla. Liikennemerkkiluettelon luomisessa kaikki nämä arvot tulisivat automaattisesti luetteloon.

Jalustojen sijoittaminen suunnitelmakuviin pitää tehdä jalustan todellista kokoa isompana, jotta suunnitelmakuvista saadaan selvää mihin suuntaan liikennemerkkin on tarkoitus näyttää. Isot jalustat eivät siten aina näytä liikennemerkkin tarkkaa sijaintia oikein ja voivat suunnitelmakuvissa näyttää siltä että liikennemerkkit ovat osittain ajoradalla.

Suunnitelmakuvissa olevat jalustat esittävät ylhäältäpäin katsottuna pylvään ja liikennemerkkin katselusuunnan. Yhtenä vaihtoehtona pylvään kokoa voitaisiin pienentää vastaamaan sen todellista kokoa ja liikennemerkkin katselusuunnan esittämisellä saadaan selvää minnepäin merkin on tarkoitus näyttää.

## Lähteet

Arkance Systems. (n.d.-a) *Trimble Quadri*. <https://arkance-systems.fi/ohjelmistot/trimble/quadri/>

Arkance Systems. (n.d.-b) *Trimble Novapoint*. <https://arkance-systems.fi/ohjelmistot/trimble/novapoint/>

Daniel Mikelsten. (n.d.). *Automaatio ja kehittyvät tekniikat*. C.S.B Equipment. Cambridge Stanford Books.

Jyväskylän yliopiston. (n.d.-a) *Koppa*. Menetelmäpolku. Haettu 30.4.2022 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku>

Jyväskylän yliopiston. (n.d.-b) *Koppa*. Menetelmäpolku. Hermeneuttinen analyysi. Haettu 30.4.2022 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/hermeneuttinen-analyysi>

Jyväskylän yliopiston. (n.d.-c) *Koppa*. Menetelmäpolku. Laadullinen tutkimus. Haettu 30.4.2022 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Jyväskylän yliopiston. (n.d.-d) *Koppa*. Menetelmäpolku. Ongelmanasettelu. Haettu 30.4.2022 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/ongelmanasettelu>

Kuntaliitto. (2022). *Liikennemerkkien käyttö kaduilla*. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2022/2147-liikennemerkkien-kaytto-kaduilla>

Liikenneturva. (n.d.). *Liikennesäännöt ja liikennemerkit*. <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/liikennesaannot-ja-liikennemerkit/#75e9dfef>

*Liikennemerkkejä ja -opasteita koskeva YLEISSOPIMUS 31/1986.*

[https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1986/19860031/19860031\\_2](https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1986/19860031/19860031_2)

Liikennevirasto. (2013-a). *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys.*

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-20\\_liikennemerkkien\\_rakenne\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-20_liikennemerkkien_rakenne_web.pdf)

Liikennevirasto. (2013-b). *Tien rakennussuunnitelma.* Sisältö ja esitystapa. Malliasiakirjat.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-44\\_liite3\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-44_liite3_web.pdf)

Novapoint. (n.d.). *Quadri.* <https://constructionsoftware.trimble.com/products/quadri/>

Prosessiautomaatio. (n.d.). *Puhdastila-automaatio.* <https://docplayer.fi/3333377-Puhdastila-automaatio-prosessiautomaatio-oy-di-toimitusjohtaja-janne-seppala.html>

*Tieliikennelaki 729/2018.* <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729>

Tietoarkisto. (n.d.-a). *Johdanto: Analyysi ja tulkinta.*

<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/>

Tietoarkisto. (n.d.-b). *KvaliMOTV.* <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6.html>

Tilastokeskus. (n.d.). *Kvalitatiivinen tutkimus.*

[https://www.stat.fi/meta/kas/kvalit\\_tutkimus.html](https://www.stat.fi/meta/kas/kvalit_tutkimus.html)

Valmistajat. (n.d.) *Automaatio ja automaatiojärjestelmät.*

<https://valmistajat.fi/menetelmat/elektroniikka/automaatio-ja-automaatiojarjestelmat>

*Valtioneuvoston asetus liikenteenohjauslaitteiden käytöstä 379/2020.*

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200379#Pidm45237815515440>

Väylävirasto. (2020). *Liikennemerkkien käyttö maanteillä.* Väyläviraston ohjeita 20/2020.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-20\\_liikennemerkkien\\_kaytto\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-20_liikennemerkkien_kaytto_web.pdf)

Wikipedia. (27.3.2022). *AutoCAD*.

<https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=AutoCAD&oldid=20385811>



## Liite 1: Liikennemerkkikalvon paluuheijastavuuden arvot



Liikenne- ja viestintävirasto

Määräys

4 (8)

TRAFICOM/417533/03.04.03.00/2020

Taulukko 1: Liikennemerkkikalvon paluuheijastavuuden arvot

Tieliikennelain säädöslitteen mukaiset liikennemerkkit	Liikennemerkkikalvon paluuheijastavuuden vähimmäisarvot	Liikennemerkkikalvon paluuheijastavuuden muut käytettävät arvot
<b>Vakiomerkit</b>		
A15, A16, A17, A18	R2	R2
Muut varoitusmerkit (merkkiryhmä A)	R1	R2
B7	R2	R3
Muut etuajo-oikeus- ja väistämismarkit (merkkiryhmä B)	R2	R2
C32 ja C34	R2	R2
Muut kielto- ja rajoitusmerkit (merkkiryhmä C)	R1	R2
D1, D2, D3, D10, D11	R2	R2
Muut määräysmerkit (merkkiryhmä D)	R1	R2
E1	R2	R3
Muut sääntömerkit (merkkiryhmä E)	R1	R2
Lisäkilvet (merkkiryhmä H)	R1 <sup>A)</sup>	R2 <sup>A)</sup>
<b>Opastusmerkit<sup>B)</sup></b>		
Opastusmerkit (merkkiryhmä F)	R1	R2
Palvelukohteiden opastusmerkit (merkkiryhmä G)	R1	R2
G42	-	R1 <sup>C)</sup>
<b>Muut liikenteenohjaukseen tarkoitetut merkit</b>		
Muut liikenteenohjaukseen tarkoitetut merkit (merkkiryhmä I)	R1 <sup>D)</sup>	R2 <sup>D)</sup> , R3 <sup>D)</sup>
I4,	- <sup>E)</sup>	R1, R2, R3 <sup>E)</sup>
I12	- <sup>E)</sup>	
<b>Ajoradan yläpuoliset merkit (kaikki merkit)</b>	R3	R3
<p>A) Lisäkilvessä käytetään saman heijastavuusluokan kalvoa kuin sen päämerkissä. Erillisessä lisäkilvessä tai tekstillisessä merkissä käytetään sen käyttötarkoituksen mukaista, taulukon osoittamaa kalvoa.</p> <p>B) Opastusmerkin kaikkien osien on oltava samaa heijastavuusluokkaa. Tilapäisissä opastusmerkeissä keltaisten osien tulee olla oranssinkeltaista (appelsiini) päiväloistekalvoa.</p> <p>C) Tilapäisen opastusmerkin G42 tulee olla heijastamaton. Tienpitäjä voi antaa luvan käyttää merkissä luokan R1 heijastavaa kalvoa.</p> <p>D) Merkeissä I1-I4 sekä käytettäessä merkkejä I5, I6 ja I8 punakeltaisina, keltainen on vihreänkeltaista (lime) päiväloistekalvoa. Tietyön aikaisten keltaista sisältävien varoitus-, kielto- ja rajoitusmerkkien sekä lisäkilpien keltainen on oranssinkeltaista (appelsiini) päiväloistekalvoa.</p> <p>E) Merkkien valmistusmateriaali saa olla heijastamatonta. Merkissä I4 keltaisten osien heijastavuuden tulee olla vähintään R1. Merkissä I12 tulee olla reunapaalustandardin SFS-EN 12899-3 (2008 tai uudempi, EUVL:ssä julkaistu standardin viimeisin versio) mukaiset heijastimet.</p>		

## Liite 2: Liikennemerkkiluettelo R18/6

LIKENNEMERKIN N:o	SIJAINNIT	LIKENNEMERKINNIMI	TUUPAJIS	MERKIN KOKO h x h, mm	TEKSTI mm	PINTA-ALA m <sup>2</sup>	JÄLJISTÄ	PÄIVÄS	KÄYVO k	USÄTIEDOT
W 7										
11	-200 ok	Ajokäskin väliaikainen viita	011	6010 x 6010	300	21,46	Pentafid	W	R3	R12/6-100
12	200 ok	Ajokäskin väliaikainen viita	011	6010 x 6010	300	21,46	Pentafid	W	R3	R12/6-101
13A	0-10 ok	Ajokäskin väliaikainen viita	011	4640 x 2210	300	10,06	Pentafid	W	R3	R12/6-102
b	*	Ajokäskin väliaikainen eksperimentaalinen	013	3720 x 3030	300	10,26				R12/6-103
1001	0-90 ok	Enkaverimerkki		600 x 1200			002	H900	R2	
1002	2010 v.m.	Enkaverimerkki		600 x 1200			002	H900	R2	
E1/01										
14A	160	Ajokäskin väliaikainen viita	011	2010 x 1320	300	3,17	Pentafid	W	R3	R12/6-100
b	*	Ajokäskin väliaikainen viita	011	2010 x 1370	300	0,26	*			R12/6-101
16A	600	Ajokäskin väliaikainen viita	011	2010 x 2120	300	6,02	Pentafid	R3	R3	R12/6-102
b	*	Ajokäskin väliaikainen viita	011	1010 x 1770	300	2,02	*			R12/6-103
1013	0-30 ok	Enkaverimerkki		600 x 1200			002	H900	R2	
1022	240 v.m.	Enkaverimerkki		600 x 1200			002	H900	R2	
E1/02										
1023	0-30 ok	Välilähtövalvottuun risteyskohtaan	211	600			002	H700	R2	
E2/01										
1021	275 ok	Käypömerkki	301	640			002	H700	R2	80 km/h
110	1302 ok	Pöytämerkki	602	1940 x 400	200	0,74	2 x 002	H1100	R2	R12/6-104
131	1372 ok	Suuntavälilähtö	011	3410 x 1920	150	6,01	3 x 002	H1100	R2	R12/6-105
1024	n.1513 ok	Talonna	071	710 x 400			2 x 002	H900	R2	Talonna sijainti IHD-puolustusosa PMAT-0-5
1025a	1619 ok	Välilähtövalvottuun risteyskohtaan	211	600			002	H900	R2	
b	*	Pöytämerkki	416	640						*
1026	1443 v.m.	Kohdeily-ajourin	311	640			002	H700	R2	
1027	1443 ok	Kohdeily-ajourin	311	640			002	H700	R2	
E2/02										
117	219 v.m.	Talonna	641	2010 x 1120	200	3,45	4 x 002	H1100	R2	R12/6-106, Talonna sijainti IHD-puolustusosa PMAT-0-5
1031	20 ok	Talonna pöytä	672	710 x 400			2 x 002	H700	R2	Talonna sijainti IHD-puolustusosa PMAT-0-5

Merkin sijainnin ja asennus sekä jätösäilytys, pyydyt ja kaivonmerkinnät:  
 (TIEH 2000004-04, Liikennemerkkien rakentaminen ja pystytys)

Liikenneviraston ohjeita 44/2013  
 Rakennus suunnitellaan sisällyttämällä esityslappu  
 Liikennemerkkiluettelo, Malli R18/6

### Liite 3: Kyselytutkimuksen kysymykset

1. Minkälaisia suunnitteluohjelmistoja käytät liikenteenohjauksen suunnittelussa?
2. Miksi käytät juuri kyseisiä ohjelmia ja kuinka kauan olet niitä käyttänyt?
3. Mitä hyviä ja huonoja puolia ohjelmassa on?
4. Mihin suunnitteluvaiheeseen kuluu eniten aikaa, voitaisiinko sitä jotenkin nopeuttaa?
5. Mitä lisäominaisuuksia toivoisit ohjelmaan?
6. Mitä muita huomioita?