

Niklas Lith

# Työnaikaisten liikennejärjestelyjen kustannukset tie- ja katurakentamisen kohteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

11.11.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Niklas Lith Työnaikaisten liikennejärjestelyjen kustannukset tie- ja katurakentamisen kohteissa 31 sivua 11.11.2015
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori Tapani Järvenpää Teknisen toimiston päällikkö Sami Kaarto Tarjouspäällikkö Anttoni Tiainen
<p>Mestarityö toteutettiin Destia Oy:n toimeksiantona ja työn tarkoituksena oli tutkia infrarakennusyrityksen liikenteenjärjestelyistä aiheutuvia kustannuksia. Aineistona käytettiin laajaa määrää alan ohjeistuksia ja vaatimuksia, yrityksen projektien laskenta- ja jälkilaskentatietoja sekä projekteissa mukana olleiden haastatteluja.</p> <p>Tarkoituksena oli saada urakkalaskentaan parempaa aineistoa, jonka avulla voidaan saada nopeammin ja tarkemmin arvioitua laskennassa olevan projektin liikenteenjärjestelykustannukset. Tarkoituksena oli myös tarkastella liikenteenjärjestelyjen materiaalikustannuksia vuokrattuna ja hankittuna, ja tilaajien vaatimustason kartoittamista työnaikaisia liikenteenjärjestelyjä koskien.</p> <p>Työn tuloksena syntyi aineisto, jonka pohjalta pystyy tarkastelemaan, mitkä kaikki tekijät tulee ottaa huomioon liikennejärjestelyjen toteutuksessa ja kustannuksissa sekä kuinka paljon missäkin kohteessa liikenteenjärjestelyjen kustannukset ovat verrattuna kaikkiin työkustannuksiin.</p>	
Avainsanat	liikennejärjestelyt, tierakentaminen, katurakentaminen, kustannus

Author(s) Title Number of Pages Date	Niklas Lith The Costs of Temporary Traffic Arrangements in Road and Street Construction 31 pages 11 November 2015
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Environmental Construction
Instructor(s)	Tapani Järvenpää, Senior Lecturer Sami Kaarto, Head of the Technical Office Anttoni Tiainen, Bidding Manager
<p>This Bachelor's thesis was assigned by Destia Ltd and the purpose was to analyze the traffic arrangement costs of a civil construction company. The material for the thesis was acquired by collecting a large amount of instructions and requirements on the subject, and furthermore, the pre- and post-processed data of the company's projects was gathered. In addition, employees who had worked on these projects were interviewed.</p> <p>The objective of this thesis was to obtain material and data which would enable faster and more precise calculation of the estimated costs of traffic arrangements.</p> <p>The purpose was also to review and analyze the costs of traffic arrangements materials as rented versus purchased and to chart the required standards of constructors about traffic arrangements.</p> <p>As a result of this thesis, material for the project calculation was gathered from which it can be examined which different factors should be taken in consideration when calculating the costs of traffic arrangements. Furthermore, on the basis of the collected material the costs of traffic arrangements in different projects can be compared with all labour costs.</p>	
Keywords	traffic arrangements, road construction, street construction, cost

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutuksen suunnittelu	2
2.1	Pääkaupunkisetutu	3
2.2	ELY-keskukset	5
3	Liikennejärjestelyjen vaatimukset	6
3.1	Liikennemerkkit	7
3.2	Sulku- ja varoituslaitteet	9
3.3	Ylläpito	9
4	Liikennejärjestelyjen kustannusrakenne	10
4.1	Teoreettinen esimerkkitapaus työnaikaisista liikennejärjestelyistä	11
4.2	Vuokra vai hankinta	16
5	Projektit	19
5.1	Kivikonttien eritasoliittymän 1. vaihe	19
5.1.1	Liikenteenjärjestelyt	19
5.1.2	Kalusto, välineet ja kustannukset	19
5.2	Tikkurilantien rakentaminen välillä Riipiläntie—Katriinantie	20
5.2.1	Liikenteenjärjestelyt	20
5.2.2	Kalusto, välineet ja kustannukset	21
5.3	Uudenmaan siltaurakka 2014-2015	22
5.3.1	Liikenteenjärjestelyt	22
5.3.2	Kalusto, välineet ja kustannukset	22
5.4	Tien parantaminen välillä Vantaanlaaksontie—Lentoasemantie	23
5.4.1	Liikenteenjärjestelyt	23
5.4.2	Kalusto, välineet ja kustannukset	23
5.5	Kehärata, Maanrakennusurakka 4, itäinen osuus	24
5.5.1	Liikennejärjestelyt	24
5.5.2	Kalusto, välineet ja kustannukset	24
6	Tulokset	26

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

28

Lähteet

31

## Lyhenteet ja käsitteet

### Kokonaishintaurakka

Yleisesti kokonaishintaurakalla tarkoitetaan kokonaisurakkaa, jossa urakoitsija tarjouksen jättäessään tilaajalle sitoutuu toteuttamaan kaikki urakkaohjelman sisältämät työt kiinteään urakkahintaan.

### ST-urakka

ST-urakka on lyhennös termistä suunnittele ja toteuta -urakka. Tässä urakkamuodossa urakoitsijalla on vastuu toteutuksesta ja suunnittelusta.

### Sidottu määrä

Työn tilaaja voi halutessaan asettaa tarjouspyynnössään jonkin tietyn osan urakasta sidottuna määränä sisältyväksi kokonaisurakan hintaan. Tällöin jos toteutuneet määrät jäävät tilaajan ilmoittamista määristä pienemmiksi, tulee urakoitsijan hyvittää toteutuneen ja sidotun määrän erotus, ja määrien ylittyessä on tilaaja veloitettu maksamaan toteutuneet määrät ylimeneviltä osuuksilta.

### TMA

TMA tulee sanoista Truck Mounted Attenuator, joka tarkoittaa suomeksi ajoneuvoon tai hinattavaan laitteeseen kiinnitettävää törmäysvaimenninta.

### KKHP

Pyöräalustainen hydraulinen kaivinkone.

### RM

Rakennusmies

ABK 32/120

Kantavan kerroksen asfalttibetoni, jossa kiviaineksen maksimiraekoko on 32 mm ja kyseisen asfalttipäällyste painaa  $120\text{kg/m}^2$ .

AB 20/120

Asfalttibetoni jossa maksimiraekoko 20 mm ja kyseinen päällyste painaa  $120\text{ kg/m}^2$ .

KVL

Keskimääräinen vuorokausiliikenne. Tämä on asetettu mittari tien liikennemäärän määrittämiseksi, eli kuinka monta ajoneuvoa vuorokaudessa kulkee kyseistä tietä pitkin.

## 1 Johdanto

Destia Oy on suomalainen infra- ja rakennusalan yhtiö, joka rakentaa, ylläpitää ja suunnittelee liikenneväylien ja ratojen sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisia elinympäristöjä. Destian liikevaihto vuonna 2014 oli yli 430 milj. euroa. Destia Oy koostuu emoyhtiö Destia Oy:stä sekä tytäryhtiöistä Destia Kalusto Oy, Finnroad Oy, Destia Eesti As, Turgel Grupp As ja Destia Sverige Ab. [1.]

Destiassa on huomattu työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutuneiden kustannusten olevan usein huomattavasti suuremmat kuin urakkalaskennassa laskettujen kustannusten.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada kartoitettua syitä, miksi toteutuneet kustannukset eivät vastaa laskettuja kustannuksia ja kuinka asiaa voidaan parantaa.

Mestarityössä käydään läpi liikenteenjärjestelyjen toteuttamista ja kustannusrakennetta, liikenteenjärjestelyille asetettuja vaatimuksia sekä kustannusten kartoittamista Destian esimerkkiprojektien kautta.

Työn pohjana on käytetty kokoneiden alan toimijoiden haastatteluja, jälki- ja urakkalaskentamateriaaleja sekä laajaa lähdeaineistoa tilapäisistä liikennejärjestelyistä.



## 2 Työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutuksen suunnittelu

Tässä luvussa käydään läpi työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutuksen suunnitteluun liittyviä pääkaupunkiseudun, liikenneviraston ja tiehallinnon ohjeistuksia ja vaatimuksia. Luvussa määritellään muun muassa liikenteenohjaussuunnitelman tekijältä vaaditut pätevyudet ja pääkaupunkiseudun ja ELY-keskusten ilmoittamat väliaikaisten liikennejärjestelyjen toteuttamisen lupahakemuskäytännöt.

Työnaikaiset liikennejärjestelyt tulee suunnitella ja toteuttaa, niin ettei niistä aiheudu liikenteelle kohtuutonta haittaa. Liikenteelle haittaa aiheuttavalla alueella tulee työt toteuttaa mahdollisimman nopeasti, jotta liikenteelle aiheutuva häiriö olisi mahdollisimman lyhytaikainen. Kaikki eri liikennemuodot tulee ottaa huomioon. Erityistä huomiota tulee osoittaa jalankulun, pyöräilijöiden, liikuntarajoitteisten ja näkövammaisten turvallisen kulun varmistamiseen. [2.]

Erityisen vilkkaasti liikennöidyillä väylillä on vältettävä töiden toteuttamista ruuhka-aikana. Tällaisissa kohteissa usein tilaaja asettaa tai sopii urakoitsijan ja tien omistajan kanssa kellonajat, jolloin töitä ei tule tehdä liikenteen seassa ollenkaan. Liikennejärjestelyt on suunniteltava ja toteutettava niin, että liikenteenohjauslaitteet ja -merkit ja niiden sijoittelu ovat selkeät ja riittävän ajoissa havaittavissa. Järjestelyjen tulee olla jatkuvasti ajan tasalla ja kunnossa myös pimeällä ja eri keliolosuhteissa. [2.]

Välittömästi töiden päätyttyä tulee väliaikaiset liikennejärjestelyt aina poistaa, ja ennen töitä aloittamista olevat järjestelyt palauttaa alkuperäiseen kuntoonsa. Tarvittaessa työkohteeseen tulee eristää ohjeistuksien mukaisesti kevyellä verkkoaidalla tai raskailla esteillä estäen ulkopuolisten pääsyn työmaa-alueelle. Työkohteen aitauksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenteeseen aiheutuvaa näköhaittaa varsinkin suurien nopeuksien väylillä ja kapeilla katualueilla. Kohteessa työskennellessä tulee työstettävällä alueella olla siisti yleisilme, ja urakoitsijan tulee huolehtia siitä ettei rakentamisesta leviä ympäristöön mitään liikennettä haittaavia asioita, esimerkiksi savea tai rakennusjätettä. [2.]

## 2.1 Pääkaupunkisetu

Tilapäisten liikennejärjestelyjen suorittamiseen tarvitaan lupapäätös aina, kun toimitaan liikennöidyllä alueella tai muulla yleisellä alueella. Tällaisia toimintoja ovat mm.

- kaivutyöt
- nostotyöt
- siirtolavat
- erilaiset katutapahtumat
- kattolumien pudotukset katu- tai muulle yleiselle alueelle
- päällysteiden korjaustyöt.

Töiden vaatiessa kadun tai sen osan sulkemista on asiasta otettava yhteys kyseessä olevan kaupungin lupaviranomaiseen vähintään viikkoa ennen töiden aloittamista. Lupahakemuksen liitteenä vaaditaan liikennejärjestelyistä suunnitelmapiirustus mittakaavassa 1:500, 1:1000 tai 1:2000. Töiden toteutuksen vaatiessa useampaa vaihetta on jokaisesta vaiheesta toimitettava oma liikenteenohjaussuunnitelma. Pienissä ja yksinkertaisemmissa perustapauksissa kaupunki hyväksyy ”Tilapäiset liikennejärjestelyt katu-alueella” tyyppiratkaisujen tai tyyppiirustusten käyttämisen liikenteenohjaussuunnitelmana. Töihin liittyessä kaivantotöitä on liikenteenohjaussuunnitelmaan tai sen liitteeksi toimitettava myös kaivantojen suojaussuunnitelma. Liikennejärjestelyjen toteutus luvan myöntäjän ja luvan saajan välillä koostuu kolmesta vaiheesta:[2.]

- Aloituskatselmus

Aloituskatselmuksessa todetaan työstettävän alueen lähtötilanne, joka tulee palautettavaksi vastaavaan kuntoon töiden toteutuksen jälkeen. Aloituskokousta ei kaupungin puolelta ole ohjeistettu pakolliseksi, mutta on ehdottomasti urakoitsijan edun kannalta suotavaa, jotta voidaan todeta työkohteen lähtötilanne. Näin vältetään kohteen palautusvaiheessa erimielisyyksiltä teiden, katujen ja rakenteiden lähtökohtaisesta kunnosta.

- Valvonta

Liikennejärjestelyjen valvonta on vastuullistettu luvan saanelle henkilölle, mutta luvan antaneella kaupungin edustajalla on oikeus ja velvollisuus valvoa liikennejärjestelyjen toteutusta. Luvan myöntäjällä on oikeus teettää liikenteenjärjestelyjä tai poistaa tarpeettomia järjestelyjä työn toteuttajan kustannuksella huomatessaan luvan saaneen osapuolen laiminlyöneen annettuja määräyksiä liikennejärjestelyjen toteuttamisesta.

- Lopetuskatselmus

Lopetuskatselmuksessa käydään luvan antajan ja -saajan kanssa läpi työstetyn alueen kunto, jossa todetaan puutteet tai virheet, jotka ovat todistettavasti kohteen töiden aiheuttamia. Mahdollisista havaituista puutteista tai virheistä tulee luvan saajan toimittaa korjaustoimenpiteistä aikataulu luvan myöntäjälle, jonka jälkeen tehdään uusi lopetuskatselmus.

Laajemmissa liikennejärjestelyissä suoritetaan maastossa katselmus, jossa kaupungin viranomaisen kanssa todetaan liikennejärjestelyjen suunnitelmien mukaisuus ja kartoitetaan mahdollisten lisäjärjestelyjen tarve ennen liikennejärjestelyjen käyttöönottoa.

Väliaikaisten liikennejärjestelyjen toteuttamisen ja ylläpidon vastuu kuuluu luvan saaneelle henkilölle siitä huolimatta, kuka liikennejärjestelyt käytännössä toteuttaa. Luvan saaneen tulee myös nimetä vastuuhenkilö, joka on perehtynyt liikenteenohjaus- ja varoituslaitteiden käyttöön. Vastuuhenkilön vastuusiin kuuluu myös liikennejärjestelyjen valvonta, niiden oikeaoppisuus ja se, että järjestelyt palautetaan alkuperäiseen kuntoon töiden päätyttyä. Vastuuhenkilö vastaa liikennejärjestelyjen kunnosta myös virka-ajan ulkopuolellakin.[3.]

Pääkaupunkiseudulla kaduilla työskennellessä tulee aina töitä tehdessä vähintään yhdellä työkohteessa olevalla henkilöllä olla voimassaolevat Katuturva 1 -kortti ja Työturvallisuuskortti sekä näkyvillä oleva kuvallinen henkilökortti, jossa käy selväksi työntekijän yritys ja veronumero. [3.]

## 2.2 ELY-keskukset

Rakennuttajan tulee lähettää hyvissä ajoin lupahakemus töiden aloittamisesta lupaviranomaisen käsiteltäväksi. Lupahakemuksessa tulee käydä ilmi kaikki hankkeeseen liittyvät asiat, kuten työn laatu ja työmenetelmä, toteuttamisajankohta ja hankkeen tarkka sijainti ja työn kesto sekä hakemuksessa ilmoitetun kohteesta vastaavan henkilön yhteystiedot. Ennen jokaista työnaikaista liikennejärjestelyä edellyttävien töiden aloitusta on lupahakemuskäsittelijälle toimitettava liikenteenohjaussuunnitelma. [4.]

Liikenteenohjaussuunnitelmaksi kelpuutetaan myös tiehallinnon ohjekuvien käyttö, mutta suunnitelman tekijän tulee huomioida muuttaa tarvittaessa esimerkiksi etäisyyksien ja liikennemerkkien määriä. Usein vasta työkohteessa paikan päällä ratkaistaan vaadittavien liikenteenohjauslaitteiden sijainnit. Tämä on hyväksytty käytäntö olettaen, että valmiit liikennejärjestelyt vastaavat työkohteen liikenne- ja työturvallisuusvaatimuksia. [4.]

Liikenteenohjaussuunnitelman laatijalla tulee olla Tieturva 2 -pätevyys ja liikenteen seassa työskentelevillä työntekijöillä Tieturva 1 -pätevyys. Liikennejärjestelyjen toteuttamisen vaatiessa väliaikaista liikenteenohjaamista tulee liikenteenohjaajilla olla

- Tieturva 1 -pätevyys
- voimassaoleva B-luokan ajokortti
- täysi-ikäinen
- normaalit aistit
- kirjallinen suostumus ja perehdytys tehtävään.

Maantiellä työskennellessä tulee töistä ilmoittaa ennakkoon Liikenneviraston tieliikennekeskukseen. Ilmoituksessa tulee käydä ilmi työn alkamis- ja päättymisajat sekä määritellä töiden vaikutukset liikenteelle. Töiden vaatiessa tien sulkemista liikenteeltä yli 15 minuutiksi tai toistuvasti alle 15 minuutiksi, tulee liikennettä haittaavasta työstä ilmoittaa myös pelastuslaitokselle vähintään viikkoa aikaisemmin, jotta pelastuslaitoksella voidaan suunnitella pelastusreitityksiä tarvittaessa uusiksi. [4.]

### 3 Liikennejärjestelyjen vaatimukset

Tässä luvussa tutkitaan tilaajien asettamia vaatimuksia liikenteenohjauslaitteille. Tarkasteltavien vaatimuksien alue rajataan liikennemerkkeihin, sulkua- ja varoituslaitteisiin ja ylläpitoon.

Liikenteenjärjestelyjen ja -ohjauksen ohjeistukset ja vaatimukset vaihtelevat tilaajasta riippuen. Työn tilaajana voi toimia esimerkiksi kaupunki, kunta, liikennevirasto tai ELY-keskus. Pohjimmiltaan ja pääperiaatteiltaan vaatimukset ovat hyvin samanlaisia. ELY-keskuksissa ja liikennevirastossa urakka-asiakirjoissa viitataan usein tiehallinnon ohjeistuksiin ja vaatimuksiin. Näissä vaatimukset ja ohjeistukset ovat painottuneet suurien nopeuksien väylien liikennejärjestelyihin, kun taas pääkaupunkiseudulla toimiessa viitataan urakka-asiakirjoissa ”Yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt, Pääkaupunkiseudun (PKS) ohje” -ohjeistukseen ja yleiseen tieliikennelakiin. Kuvasta 1 voidaan nähdä, että sulkua- ja varoituslaitteet jaetaan koko- ja laatuvaatimusten mukaan kolmeen luokkaan, jotka määräytyvät toimintaympäristöluokan mukaan. Toimintaympäristöluokan valintakriteereihin vaikuttaa tien liikennemäärä ja toiminnallinen luokitus. Toimintaympäristö luokat ovat S1, S2 ja S3. Toimintaympäristöluokasta S3 on kaikkein vaativin laatu- ja toimivuusluokitus. S3-luokitukseen lasketaan kaikki moottoritiet ja vilkasliikenteiset tiet, joissa KVL-luku on suurempi kuin 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. S2-luokitukseen kuuluu kaikki valta- ja kantatiet, joissa keskivuorokausiliikenne on suurempi kuin 1 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, mutta pienempi kuin 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. S1-toimintaympäristöluokka käsittää kaikki päiväaikaan tehtävät liikkuvat työt, joissa tien keskimääräinen vuorokausiliikenne on alle 1 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. [5.]

	Toimintaympäristöluokka (S3, S2 ja S1)		
	S3	S2	S1
<b>Käyttöalue</b> (korkein käyttöaluevaatimus määrää toimintaympäristön)	Moottoritiet Moottoriliikennetiet Kaksiajorataiset tiet Vilkasliikenteiset tiet (KVL > 6000 ajon/d)	Muut valta- ja kantatiet Keskivuorokausiliikennemäärältään 1500–6000 ajon/d tiet Taajamassa muualla kuin tonttikaduilla tai pelkästään kevyen liikenteen väylillä tehtävät työt, jos S3 vaatimustaso ei ylitä	Päiväaikaan tehtävät liikkuvat työt (päällystys-, tiemerkintäyms. työt), jos tien KVL < 1500 ajon/d Pelkästään kevyen liikenteen väylillä tehtävät työt Taajamissa vähäliikenteisillä tonttikaduilla tehtävät työt
<b>Laitteiden kunto</b> (Liikenne-merkkien kuntoluokitus, TIEH 2200060-v-09)	Erittäin hyvä (kuntoluokka 5) Hyvä (kuntoluokka 4)	Erittäin hyvä (kuntoluokka 5) Hyvä (kuntoluokka 4) Tyydyttävä (kuntoluokka 3)	Erittäin hyvä (kuntoluokka 5) Hyvä (kuntoluokka 4) Tyydyttävä (kuntoluokka 3) Välttävä (kuntoluokka 2)
<b>Heijastavien laitteiden pintamateriaali</b>	Päiväloistekalvo, jonka paluueijastavuusluokka on vähintään R2	Päiväloistekalvo, jonka paluueijastavuusluokka on vähintään R2	Vähintään paluueijastavuusluokan R1 kalvo
<b>Muita tyypillisiä ominaisuuksia</b> (esimerkkejä)	Sulkuaidan tai hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on 3700–4000 mm Sulkuaidassa ja hinattavassa varoituslaitteessa käytetään ylikokoa olevaa merkkiä 417 (Ø1800 mm) Sulkupylväiden profiili on levymäinen.	Sulkuaidan ja hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on 2600–4000 mm Sulkuaidassa ja hinattavassa varoituslaitteessa merkki 417 on ylikokoinen (Ø1800 mm/Ø1500 mm) tai suurikokoinen (Ø900 mm). Sulkupylväiden profiili on levymäinen.	Sulkuaidan ja hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on vähintään 2000 mm. Sulkupylväiden profiili on levymäinen tai pyöreä.
<b>Muuta</b>	Sulku- ja varoituslaitteiden on oltava puhtaita ja ehjiä. LVM kanssa on sovittu, että toimintaympäristöluokassa S2 saa käyttää ylikokoisena 417 merkinä halkaisijaltaan 1500 mm merkkiä. Jos urakkipapereissa ei muuta sovita, tulee S2 toimintaympäristössä käyttää 3700–4000 mm korkeaa sulkuaitaa jos tien KVL ≥ 4000 ajon/d.		

Kuva 1. Liikenneviraston asettama toimintaympäristöluokitus ja niiden ominaisuudet [5, s. 25]

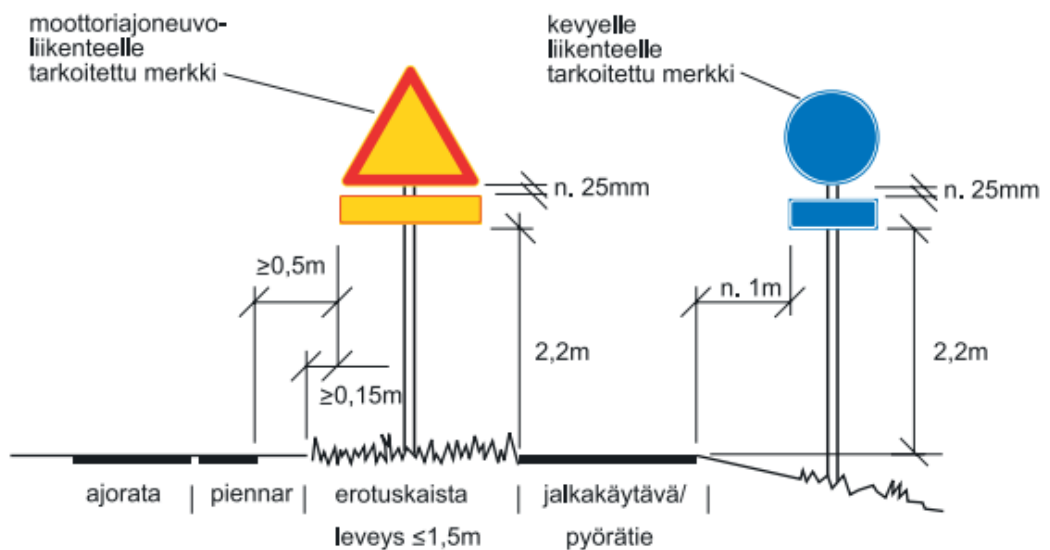
### 3.1 Liikennemerkkit

Liikennemerkkit on luokiteltu heijastavuudeltaan kolmeen eri luokkaan, R1, R2 ja R3. R-luokitus tarkoittaa liikennemerkkin heijastavuutta. Mitä suurempi arvo sitä heijastavampi liikennemerkkin pinta on. Taajamissa katualueilla hyväksytään R1-luokan liikennemerkkit, ja pimeässä ympäristössä ei-vilkkailta teillä hyväksytään lähes kaikkien merkkien käyttö

R1-luokan heijastinpintaisena. Kaksi tai kolme kaistaisella väylällä ja tiellä jossa KVL on yli 1 500 ajoneuvoa vuorokaudessa on vaatimuksena käyttää kaikkia liikennemerkkejä R2-luokan heijastavuudella. [5.]

Liikennemerkkien sijainti ja asennuskorkeus on hyvin oleellista teillä liikkuvien havainnoinin ja turvallisuuden kannalta. Kevyen liikenteen ja ajoradan väliin liian alhaalle asennetut merkit eivät herätä huomiota autoilijoissa ja voivat olla vaaraksi kevyelle liikenteelle, varsinkin pyöräilijöille joilla on usein liian kova tilannenopeus.

Yleisesti liikennemerkin alimman merkin alareunaan tulee viereisen tien pinnasta olla 2,2 metriä ja ajoradan ja kevyen liikenteen välissä olevan merkin tien puoleinen ulkoreuna vähintään 0,5 metriä ajoradan reunasta, kuten kuvassa 2 on osoitettu. Taajamissa kuitenkin usein nämä etäisyydet aiheuttaisivat vaaratilanteita kevyenliikenteen edustajille, joten taajamissa on sallittua liikennemerkin ulkoreunan ja ajoradan reunan väliin jäädä 0,15 metrin välimatka. [6]



Kuva 2. Liikennemerkkien asennuskorkeus ja -etäisyysvaatimukset [6, s. 25]

### 3.2 Sulku- ja varoituslaitteet

Sulkulaitteiksi luokitellaan sulkuaita, sulkupuomi, sulkupylväs ja sulkukartio. Varoituslaitteet käsittävät hinattavan varoituslaitteen, ajoneuvoon kiinnitettävän varoituslaitteen, tielle asetettavan varoituslaitteen ja erilaiset varoitusvalot. Sulku- ja varoituslaitteille ei ole määritelty tyyppihyväksyntää, mutta laitteen valmistajan ja myyjän on kuitenkin vaadittaessa osoitettava tuotteen täyttävän jonkin toimintaympäristöluokan vaatimukset. Tällöin ostaja voi varmistaa tiedoista, että tuote täyttää Suomessa ja käyttökohteessa vaaditut luokkavaatimukset. [5.]

Sulkulaitteiden tarkoitus työkohteessa on rajata työmaa-alue liikenteelle varatusta tilasta tai ohjata liikenne halutulle ajolinjalle. Sulkulaitteiden vaadittava koko ja paino määräytyy toimintaympäristöluokituksen mukaan, mutta pienien sulkulaitteiden korkeus vaihtelee 0,5–1,0 metrin välillä, eniten käytettyjä ovat metrin korkeat sulkupylväät ja -kartiot. Sulkupuomi tai -aita tulee aina olla vähintään metrin korkuisia, jotta kevytliikenne ei pääse ylittämään estettä. Sulkunauhan käyttö kevyenliikenteen väylillä on sallittua silloin, kun putoamisvaaraa ei ole. [5.]

### 3.3 Ylläpito

Liikenteenjärjestelyjen kunnossapito tarkoittaa järjestelyjen oikeanmukaisuuden, liikennemerkkien siisteyden ja ehjänä pitämisen valvomista ja toteuttamista. Liikennejärjestelyjen toteuttajan vastuuhenkilöllä on aina täysi vastuu liikenteenjärjestelyjen ajan tasalla pitämisestä ja niiden kunnosta.

Kaivannon ympäristö on pidettävä siistinä ja kaivumaiden kulkeutuminen ympäristöön liikenteen mukana on estettävä. Mikäli kaivutyö estää normaalin koneellisen talvikunnon- ja puhtaanapidon, on luvan saajan huolehdittava kaivalueeseen liittyvän kadun talvikunnon- ja puhtaanapidosta, siten kuin laissa kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta säädetään. Mikäli näin ei menetellä, kaupungilla on oikeus suorittaa kaivalueeseen liittyvien yleisten talvikunnon- ja puhtaanapitotyöt luvan saajan kustannuksella. [3, s. 3.]



## 4 Liikennejärjestelyjen kustannusrakenne

Tämä luku käsittelee liikennejärjestelyjen toteuttamisesta aiheutuvien kulujen jakautumista ja työkohteen keston vaikutusta liikennejärjestelyjen kustannuksiin. Luvussa käydään läpi myös teoreettinen esimerkki, jossa tarkastellaan toteutuksen kustannuksia.

Rakennuskohteet ovat aina erilaisia ja järjestelyjen määrä vaihtelee suuresti, mutta yleisesti liikennejärjestelyjen kustannukset koostuvat neljästä tekijästä, jotka ovat liikenteenohjauslaitteet, asennustyö, ylläpito ja purku. Suurissa projekteissa, joissa tarvittavat liikenteenjärjestelyt ovat todella laajat, tulee kustannuksia myös liikenteenohjaussuunnitelman suunnittelutyöstä. Rakennuskohteen vaatiessa kokonaan uuden kiertotien rakentamisen nousee asennustöiden määrä kokonaiskustannuksista merkittävästi, koska tällöin joudutaan yleensä tekemään enemmän kaivuu- ja täyttötöitä sekä asfaltoimaan ja maalaamaan ajoratamerkintöjä. [6.]

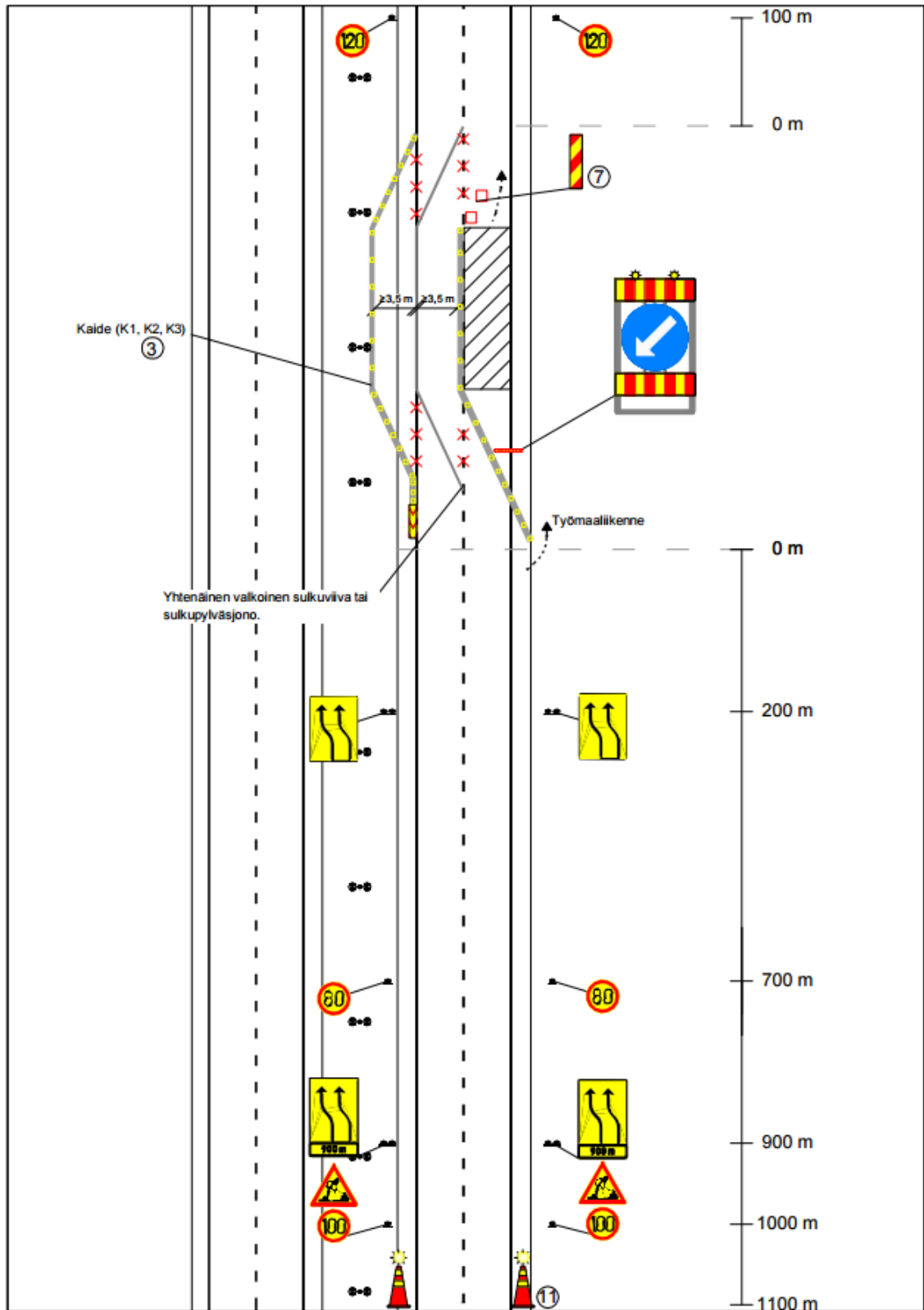
Liikennejärjestelyjen kesto on ratkaiseva tekijä liikennejärjestelyjen kustannusrakenteessa ja kustannuksien määrässä. Pitkän keston mukana nousee ylläpitokustannukset ja liikenteenjärjestelylaitteiden vuokratkulut. Järjestelyjen ylläpito- ja toteutuskustannukset nousevat suuresti kohteen ollessa käynnissä myös talvella. Talvi tuo mukanaan pakkasta, jäätä, lunta ja pimeyttä. Nämä tekijät aiheuttavat järjestelyissä huomattavasti suurempia ylläpitokustannuksia. Urakoitsijan on huolehdittava, että tien tai kadun ylläpidosta vastaavan kalustolla pääsee auraamaan, hiekoittamaan ja suolaamaan työnaikaisten liikennejärjestelyjen alueella. Lumia auratessa usein liikennemerkkejä, kaivantosuojauksia ja lamelleja on lumen peitossa, rikkoutunut tai kaatunut. Tämä aiheuttaa usein yllättävän paljon ylläpitokustannuksia urakoitsijalle. Työskennellessä kaduilla kaupunkialueilla ei yleensä talven pimeydestä aiheudu kuin pieniä ylläpito- ja liikenteenohjauslaittekustannuksia, koska alueen valaistus on jo valmiiksi hyvässä kunnossa. Muissa tapauksissa pimeys johtaa siihen, että urakoitsijalla järjestelyjen asennustöiden kustannukset kohoavat valaisimien ja valaisinkaapeliin kaivuu- ja asennustöiden johdosta. [6.]

#### 4.1 Teoreettinen esimerkkitapaus työnaikaisista liikennejärjestelyistä

Työnaikaisten liikennejärjestelyjen oletettuja kustannuksia varten käydään teoreettinen esimerkkitapaus läpi puhtaasti vain liikenteenjärjestelyjen näkökulmasta. Kohteena käytetään 100 metrin mittaisen kohteen tekemistä pääkaupunkiseudulla 120 km/h alueella, joka edellyttää toisen kaistan sulkemisen koko matkalta kuuden kuukauden ajaksi. Liikenteenohjaussuunnitelmana käytetään kuvan 3 mukaista tiehallinnon esimerkkisuunnitelmaa pitkäkestoisesta työstä oikealla kaistalla.

Liikennejärjestelyjen käyttöönotto edellyttää keskikaistalla 3,5 metrin leveydeltä, 100 metrin matkalta ja 0,6 metrin syvyyteen pintamaiden poistoa. Pintamaiden tilalle täytetään ja tiivistetään 0/32 mm:n raekolla 0,5 metrin paksuinen kalliomurskekerros. Murskeen päälle asfaltoidaan 5 senttimetrin kerros kantavaa asfalttibetonia 32/120 ja kulutuskerrokseksi 5 senttimetrin kerros asfalttibetonia 20/120. Asfaltointiin tehdään kolme yhtenäistä ajoratamaalausviivaa massamaalauksella koko matkalle eli reunaviivat ja keskiviiva.

Tien levityksen ollessa valmiina asennetaan betoniset raskasesteet kohteen koko matkalle, poistetaan valmiiksi asennettujen liikennemerkkien peitteet ja ohjataan liikenne kulkemaan uutta reittiä pitkin. Järjestelyt pysyvät tässä muodossaan 6 kuukautta pienillä ylläpitokustannuksilla, jonka jälkeen järjestelyt puretaan ja palautetaan liikenne kulkemaan vanhaa reittiä.



Kuva 3. Tiehallinnon esimerkkisuunnitelma pitkäkestoisesta työstä oikealla kaistalla [2, s. 98]

Työnaikaiset järjestelyt aloitetaan liikennemerkkien asennuksesta. Liikennemerkkien asennus tapahtuu TMA-auton suojassa kuorma-autonosturia ja kahta rakennusmiestä käyttäen. Osa liikennemerkkeistä jätetään vielä peittoon, ennen kuin keskikaistan maatyöt, asfaltoinnit, ajoratamaalaukset ja työkohteen suoja-aitaus saadaan tehtyä ja otetaan käyttöön. Laskelma tarvittavien liikenteenohjausvälineiden vuokrakustannuksista on esitetty taulukossa 1.

Keskikaistan maatoihin käytetään yhtä pyöräalustaista kaivinkonetta ja kahta rakennusmiestä. Pintamaat poistetaan ja kuljetetaan työmaalle käyttöön 0—1 kilometrin päähän ja kaivettu alue täytetään kohteeseen tuotuna jalostetulla kiviaineksella 0,5 metrin kerroksena. Kaivuutyö kestää kaksi kahdeksan tunnin työvuoroa ja täyttö sekä tiivistystyö kestää 2 päivää. Tiivistykseen ja tasaukseen käytetään vuokrakalustona maantiivistäjää ja tasolaseria. Asfaltoinnit ja ajoratamaalaukset toteuttaa aliurakoitsija yksikköhinnoin ja omilla liikenteenohjaajillaan.

Ajoratamaalausten ollessa valmiina tehdään betonisten raskasesteiden asennus paikoilleen ja poistetaan peitettyjen työnaikaisten liikennemerkkien peitteet TMA-auton, kuorma-autonosturin ja kahden rakennusmiehen voimin. Aikaa tähän toimenpiteeseen varataan yhtenäinen 16 tunnin työvuoro. Tämän jälkeen liikenne on siirretty uudelle reitilleen, jossa se pysyy seuraavat 6 kuukautta aiheuttaen yhteensä 16 tuntia ylläpitotöitä kuorma-autonosturille, TMA-autolle ja 32 tuntia ylläpitotöitä kahdelle rakennusmiehelle. Laskelma tarvittavien liikenteenjärjestelyjen asennustöiden kustannuksista on esitetty taulukossa 2 ja ylläpidosta aiheutuvien kustannusten laskelma on esitetty taulukossa 3.

Töiden valmistuttua järjestelyt puretaan palauttaen liikenne ja tie lähtökohtaiseen paikkaansa ja kuntoonsa. Näihin töihin käytetään 2 työvuoroa, jossa kalustona on TMA-auto, pyöräalustainen kaivinkone, 2 maansiirtoautoa, kuorma-autonosturi ja 2 rakennusmiestä. Töihin kuuluu keskikaistan asfaltin ja maiden poisto sekä liikenteenohjauslaitteiden ja suoja-aitojen poistaminen. Laskelma tarvittavien liikenteenjärjestelyjen purkutöiden kustannuksista on esitetty taulukossa 4.

Hintoina käytetään tämän hetkisten markkinoiden hintoja. Hinnoissa ei huomioida mahdollisia yötyö- tai ylityökorvauksia. Hinnat ovat arvonlisäverottomia. Töistä aiheutuvien kustannusten kustannusrakenne näkyy kuvassa 4.

Taulukko 1. Laskelma tarvittavien liikenteenohjausvälineiden vuokrakustannuksista

<b>Liikenteenohjausvälineiden vuokra</b>					
<b>Liikennemerkit ja tarvikkeet</b>	<b>Määrä</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta</b>	<b>Aika(6kk)</b>	<b>Yhteensä</b>
Normaalit liikennemerkit	8	kpl	1 €/kpl/vrk	180 vrk	1 440,00 €
Betonipossut	14	kpl	1 €/kpl/vrk	180 vrk	2 520,00 €
Liikennemerkkiputki	14	kpl	0,5 €/kpl/vrk	180 vrk	1 260,00 €
Isot kaistaopasteet 1200x1800	4	kpl	3,5 €/kpl/vrk	180 vrk	2 520,00 €
Siirrettävä sulkuaita, liikenteenjakaajanuoli	1	kpl	35 €/kpl/vrk	180 vrk	6 300,00 €
<b>Suojalaitteet</b>					
Betoninorsu	250	m	0,6 €/m/vrk	180 vrk	27 000,00 €
Reunamerkki (sulkulamelli)	20	kpl	0,5 €/kpl/vrk	180 vrk	1 800,00 €
Sulkukartio	2	kpl	0,5 €/kpl/vrk	180 vrk	180,00 €
Keltainen vilkkuva valaisin	2	kpl	4,5 €/kpl/vrk	180 vrk	1 620,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>					<b>44 640,00 €</b>

Taulukko 2. Laskelma liikenteenjärjestelyjen kustannuksista asennustöissä

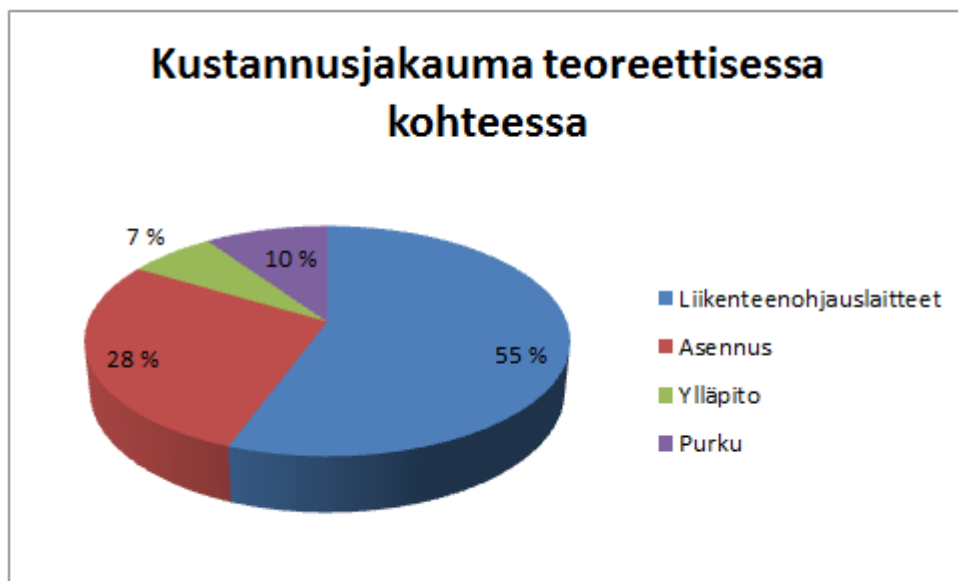
<b>Asennustyö</b>				
<b>Liikennemerkkien asennus</b>	<b>Määrä</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta</b>	<b>Yhteensä</b>
TMA-auto	8	h	120 €/h	960,00 €
Kuorma-autonosturi	8	h	80 €/h	640,00 €
RM x 2	16	h	35 €/h	560,00 €
<b>Keskikaistan kustannukset</b>				
KKHP	32	h	65 €/h	2 080,00 €
Maansiirtoauto	32	h	75 €/h	2 400,00 €
RM x 2	64	h	35 €/h	2 240,00 €
Murske	175	m3	9,5 €/m3	1 662,50 €
Vuokrakalusto(tiivistäjä ja tasolaser)	4	pv	30 €/pv	120,00 €
Asfaltti ABK 32/120	350	m2	9 €/m2	3 150,00 €
Asfaltti AB 20/120	350	m2	8 €/m2	2 800,00 €
Ajoratamaalaukset	300	m	3,5 €/m	1 050,00 €
Mittaustyö	8	h	50 €/h	400,00 €
<b>Suoja-aita ja järjestelyjen käyttöönotto</b>				
TMA-auto	16	h	120 €/h	1 920,00 €
Kuorma-autonosturi	16	h	80 €/h	1 280,00 €
RM x 2	32	h	35 €/h	1 120,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>22 382,50 €</b>

Taulukko 3. Laskelma liikennejärjestelyjen ylläpitämisestä aiheutuvista kustannuksista

<b>Ylläpito</b>				
Järjestelyjen ylläpitäminen	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta	Yhteensä
TMA-auto	16	h	120 €/h	1 920,00 €
Kuorma-autonosturi	16	h	80 €/h	1 280,00 €
RM x 2	64	h	35 €/h	2 240,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>5 440,00 €</b>

Taulukko 4. Laskelma liikenteenjärjestelyjen purkutöissä aiheutuvista kustannuksista

<b>Purkutyö</b>				
Järjestelyjen purkaminen	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta	Yhteensä
TMA-auto	16	h	120 €/h	1 920,00 €
Kuorma-autonosturi	16	h	80 €/h	1 280,00 €
RM x 2	32	h	35 €/h	1 120,00 €
KKHP	16	h	65 €/h	1 040,00 €
Maansiirtoauto x 2	32	h	75 €/h	2 400,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>7 760,00 €</b>



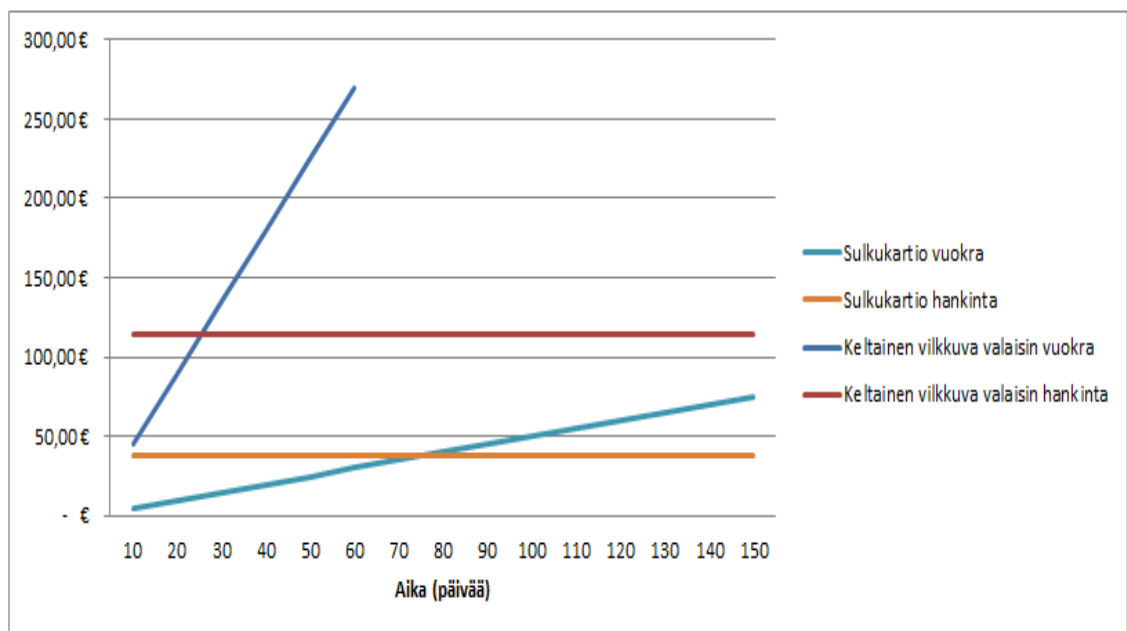
Kuva 4. Teoreettisen työkohteen kustannusrakenne

Kaikki teoreettiset työt yhteensä maksavat 80 223,50 euroa. Kustannusrakenteesta käy ilmi, että liikenteenohjauslaitteiden kustannus on yli puolet liikennejärjestelyjen kustannuksista ja asennustöiden osuus on vajaa kolmannes kaikista kustannuksista.

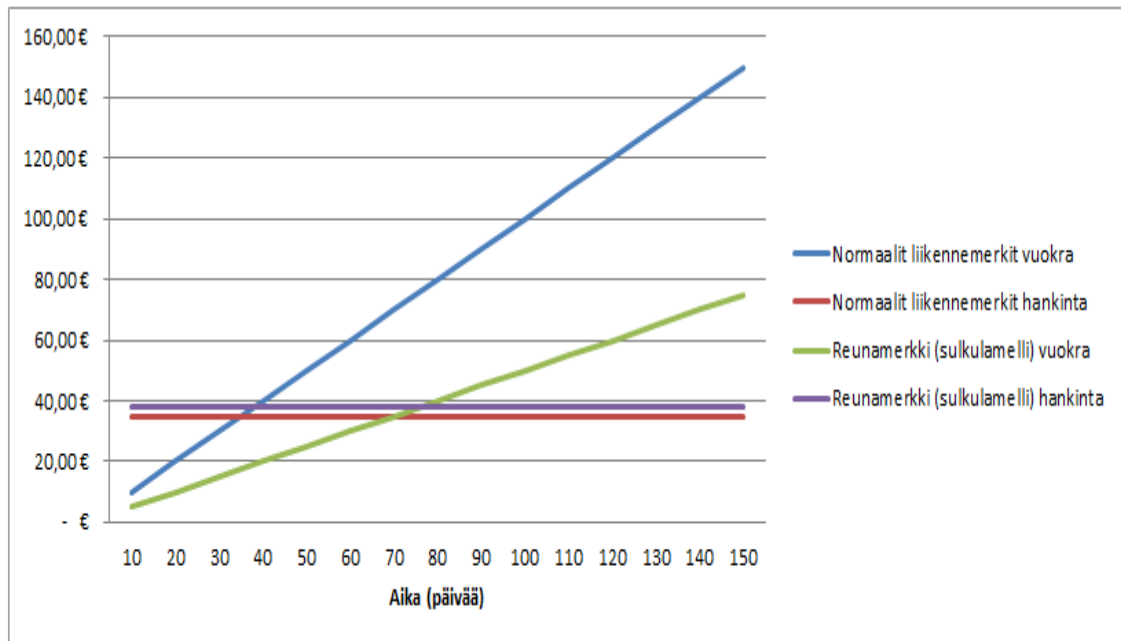
Liikenteenohjauslaitteista betonisten raskasesteiden vuokrahinta nostaa selvästi eniten laitteiden kokonaiskustannuksia. Jos kohteessa olisi sallittua käyttää sulkulamelleja tai mahdollisesti työkohteen eristämisen kuuluessa työn tilaajalle, laskisi se järjestelyjen kokonaiskustannukset 53 223,50 euroon. Tällöin kokonaiskustannuksista liikenteenohjausvälineiden osuus putoaisi kolmannekseen ja suurimmaksi kustannuseräksi tulisi asennustyöt, jotka kattaisivat noin 42 % kaikista kustannuksista.

#### 4.2 Vuokra vai hankinta

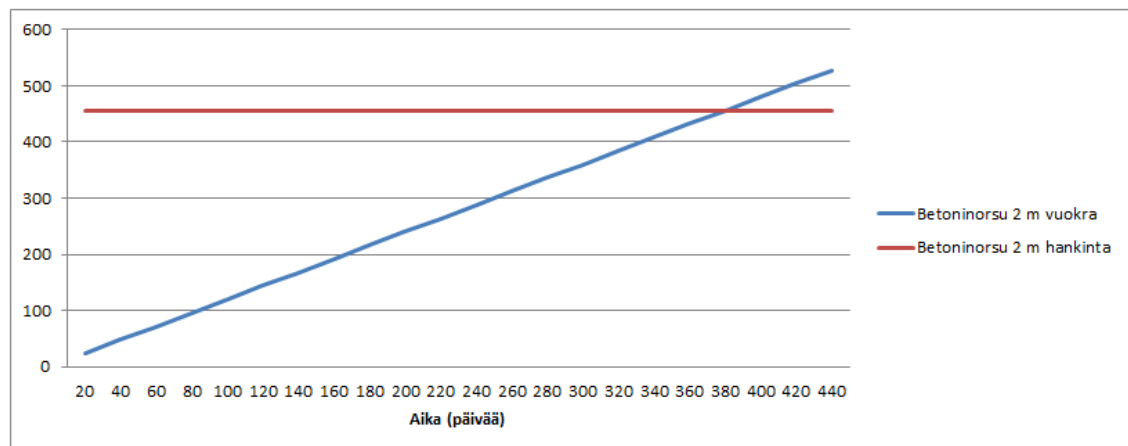
Jos yrityksellä ei varastossa ole omia liikenteenohjausvälineitä, niin milloin tulee kannattavammasi hankkia uudet välineet yritykselle kuin vuokrata ulkopuolisilta? Käytetään osaa teoreettisen esimerkin liikenteenohjausvälineistä kustannuksien kartoittamiseen.



Kuva 5. Sulkukartion ja keltaisen vilkkuvalon ajallinen kustannusvertailu vuokrattuna ja hankittuna



Kuva 6. Normaalin liikennemerkin ja sulkulamellin ajallinen kustannusvertailu vuokrattuna ja hankittuna



Kuva 7. Betoninorsun ajallinen kustannusvertailu vuokrattuna ja hankittuna

Kuvista 5, 6 ja 7 käy ilmi, että liikenteenohjausvälineiden hankinnan ja vuokrauksen hyödyt kestojen perusteella vaihtelevat suuresti. Välineitä vuokraavat yritykset pohjaavat hintatasonsa välineiden kysynnän, uudelleenkäytettävyyden ja tarvittavan huollon mukaan. Esimerkiksi betonisen raskasesteen vuokrahinta saavuttaa hankintahinnan vasta 380. vuokravuorokauden kohdalla, kun taas keltainen vilkkuvalaisin tulee kalliimmaksi vuokrata, kuin hankkia jo 25 vuorokauden vuokratun vuorokauden kohdalla. Betoni kestää aikaa sekä käyttöä hyvin ja on kovassa kysynnässä, täten raskaiden betonisten esteiden vuokrahinta on hyvin alhainen



verrattuna hankintahintaan. Vilkkuvalaisin on taas hyvin hauras ja sähköinen laite, joka ei niinkään hyvin kestä käyttöä. Huoltokustannuksia aiheutuu sähköosien kunnossapidosta ja akkujen vaihtamisesta.

Sulkukartio ja sulkulamelli ovat hyvin yleisiä ja kovan kysynnän kohteena liikenteenjärjestelyissä, mutta kyseiset välineet ovat myös hyvin hauraita käytön tuomassa kulutuksessa. Usein kartioita ja lamelleja käsitellään työmaalla väliinpitämättömästi. Kartiot ja lamellit ovat myös hyvin heikkoja keliolosuhteiden muutoksiin, esimerkiksi niiden heijastuspinta ja muovin kestävyys kärsii pitkäaikaisessa suorassa auringon paisteessa ja kovilla pakkasilla. Talven tuoma lumisade ja siitä aiheutuva lumenauraus koituvat usein kartioiden ja lamellien kohtaloksi, sillä niitä käytetään usein liikenteenohjauksessa tien reunamerkkeinä. Reunamerkkeinä toimiminen on välineiden riskinä myös liikenteen kannalta, sillä ne keräävät paljon pölyä itseensä. Ne jäävät usein liikenteenkäyttäjien tuhoamiksi. Varsinkin huonosti kääntyvien raskaiden ajoneuvojen renkaiden alle rikkoutuu paljon lamelleja eri projekteissa.

## 5 Projektit

Tässä luvussa tutkitaan Destian eri rakennusprojekteja. Luvussa tarkastellaan, millainen urakka on ollut kyseessä, millaiset liikenteenjärjestelyt kohteessa vaadittiin, millaista työvoimaa, kalustoa ja liikenteenohjauslaitteita on käytetty ja millaiset kustannukset liikenteenjärjestelyistä koitui.

### 5.1 Kivikontien eritasoliittymän 1. vaihe

Kohde sijaitsee Helsingissä Kehä I:n varrella Kivikon kohdalla. Urakka koostui muun muassa Kehä I:n viereen rakennettavasta melusteesta, Kivikontien uudesta liikenneympyrästä ja alueella toteutettavista vesihuolto- ja kaapelointitöistä. Rakennuttajana urakassa toimi HKR-Rakennuttaja. Urakkamuotona oli kokonaishintaurakka sisältäen sidottuja määriä. [7.]

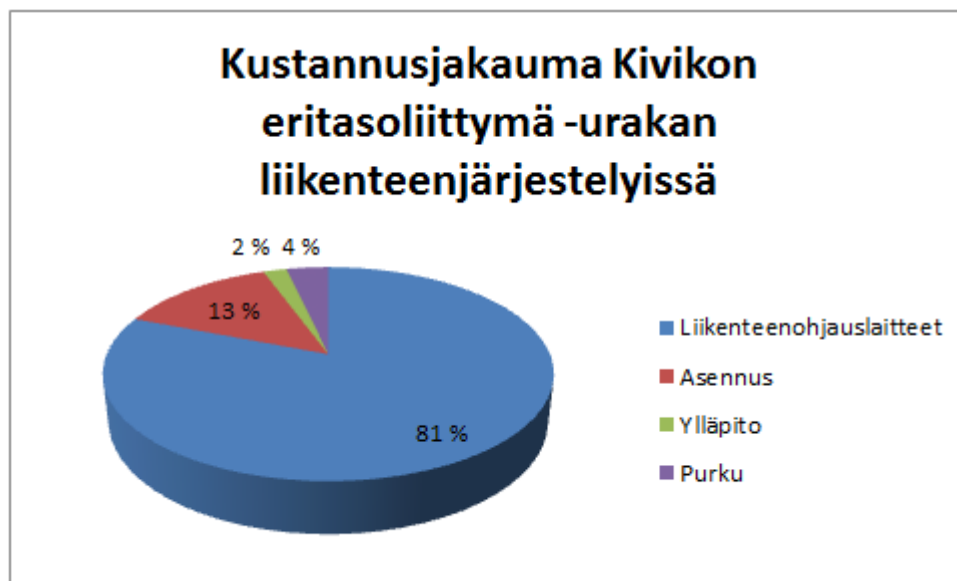
#### 5.1.1 Liikenteenjärjestelyt

Kohde oli pääosin suljetulla alueella, joten liikennejärjestelyjen määrä oli todella vähäistä. Suurimpana haasteena oli alueen aitaaminen ja eristäminen ulkopuolisilta, sillä alueella kulki aikaisemmin kevyenliikenteen reittejä, jotka otettiin pois käytöstä. Tilaajan kanssa liikenteenjärjestelyissä ei ollut ongelmia, mutta ei myöskään muuta mainittavaa palautetta. Mainittavana asiana projektin kustannuksiin liittyen olisi niin sanotun ”Destian edun” unohtaminen. Destian edulla tarkoitetaan sitä, että projektissa käytetään mahdollisimman paljon yrityksen omia työntekijöitä ja kalustoa.[8.]

#### 5.1.2 Kalusto, välineet ja kustannukset

Liikenteenohjausvälineet tulivat pääosin Destialta. Asentajina toimi Destian omat työntekijät apunaan aliorakoitsija pyöräalustaisella kaivinkoneella. Liikenteenohjauskalustona käytettiin betoninorsuja, metallisia kevytaitoja ja perus liikennemerkkejä. Liikenteenjärjestelyjen kustannukset olivat yhteensä 14 831 euroa, joista liikenteenohjauskaluston vuokrat olivat 12 000 euroa, asennus 1500 euroa, ylläpito 500 euroa ja purku 831 euroa. Järjestelyjen kustannusrakenne on esitetty kuvassa 8. Laskennallinen liikennejärjestelykustannus oli 9 320 euroa. Toteutuneet

kustannukset ylittivät lasketut kustannukset 54,3 %. Kaikista työkustannuksista liikenteenjärjestelyjen osuus oli 0,57 %. [8.]



Kuva 8. Kivikon eritasoliittymä -urakan työnaikaisten liikenteenjärjestelyjen kustannusrakenne

## 5.2 Tikkurilantien rakentaminen välillä Riipiläntie—Katriinantie

Kohde sijaitsee Vantaalla Kehä III:n pohjoispuolella Helsinki-Vantaan lentoaseman ja 3-tien välissä. Urakkaan kuului Tikkurilantien jatkeen rakentaminen välillä Riipiläntie—Katriinantie. Tilaajana urakassa toimi Vantaan kaupunki ja urakkamuotona käytettiin suunnittele ja toteuta -urakkaa. Kohde koostui silta-, alikulkutunneli-, väylä- ja kunnallistekniikan rakentamisesta noin kahden kilometrin alueella. [7.]

### 5.2.1 Liikenteenjärjestelyt

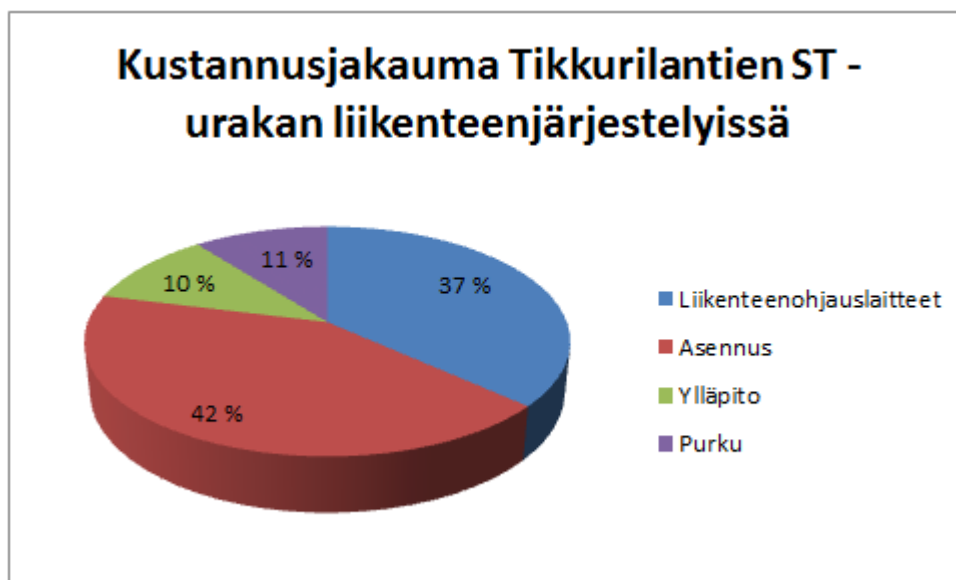
Urakka ei ollut liikenteenjärjestelyjen osalta kovinkaan vaativa, sillä rakennettava tieosuus liittyi molemmissa päissä nykyisiin väyliin ja alueella oli vain yksi risteävä väylä. Kohde oli rakentamattomalla alueella tapahtuvaa uuden väylän rakentamista, jolloin liikenteenjärjestelyt olivat hyvin vähäisiä. Suurimmaksi ongelmaksi liikennejärjestelyissä ilmeni kohteen vieressä oleva Kehärata-työmaan logistiikka. Tikkurilantien ST-urakan logistiikan toimiminen edellytti sen, että molemmissa päissä työmaata oli liikennejärjestelyissä huomioitu työmaalle kulkureitti. Kehäradan urakan

työmaaliikenne hyväksikäytti samoja kulkureittejä aiheuttaen hallitsematonta ja haitallista liikennettä Tikkurilantien ST-urakan sisällä. [9.]

### 5.2.2 Kalusto, välineet ja kustannukset

Liikennejärjestelyjen toteutuksessa käytettiin yrityksen omia työntekijöitä sekä aliurakoitsijan kaivurikuormaajaa. Aliurakoitsija toteutti päällystystyöt. Liikenteenohjauslaitteet tulivat pääosin yrityksen omasta varastosta, ja käytettiin vain satunnaisia vuokralaitteita.

Liikennejärjestelyjen laskennallinen kustannus oli 35 000 euroa ja toteutuneet kustannukset olivat 30 000 euroa, joista 19 000 euroa meni järjestelyjen toteutukseen, ylläpitoon ja purkamiseen. Loput 11 000 euroa kustannuksista tuli liikenteenohjauslaitteiden vuokratuloista. Vaikka liikenteenohjauslaitteet tulevat yrityksen puolesta, joudutaan projektia veloittamaan yrityksen sisäisillä vuokratuloilla. Järjestelyjen kustannusrakenne on esitetty kuvassa 9. Toteutuneet kustannukset jäivät lasketuista kustannuksista pienemmäksi suunnitellun kiertotien rakentamisen pois jäämisen ansiosta. Toteutuneet liikenteenjärjestelykustannukset olivat 14,3 % laskettuja kustannuksia pienemmät. Kaikista työkustannuksista liikenteenjärjestelyjen osuus oli 0,32 %. [9.]



Kuva 9. Tikkurilantien ST-urakan liikenteenjärjestelyjen kustannusrakenne

### 5.3 Uudenmaan siltaurakka 2014-2015

Urakka koostuu 15 sillan peruskorjauksesta tai uusimisesta. Tilaajana toimii Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, ja sillat sijaitsevat pääosin Porvoon seudulla. Osasta silloista tilaaja toimitti tarjousvaiheessa valmiit pääpiirteiset työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnitelmat, joiden mukaan urakoitsijan tulisi liikennejärjestelyt tehdä. Urakka on vielä käynnissä. [7.]

#### 5.3.1 Liikenteenjärjestelyt

Silloilla liikenteenjärjestelyt ovat aina vaikeita. Oleellisin osa on kuitenkin huomioida työmaan läpi ja ympärillä kulkeva liikenne, jonka täytyy pystyä kulkemaan työvaiheesta riippumatta mahdollisimman sujuvasti ja turvallisesti. Uudenmaan suuret liikennemäärät eivät myöskään helpottaneet liikennejärjestelyjen toteutusta. Joissakin silloista ulkopuolinen liikenne siirrettiin kokonaan kulkemaan poikkeusreittiä sillan töiden ajaksi. Tilaajan kanssa liikennejärjestelyt ovat menneet hyvin. Liikenteenohjaussuunnitelmat hyväksytetään tilaajalla ennen toteutusta, jolloin tilaaja varmistuu liikenteenohjauksen toteutuksesta liikenneviraston ohjeiden mukaisesti, ja tilaaja pääsee ajoissa kommentoimaan suunnitelmia. Toteutuksen jälkeen havaittaessa parannettavaa liikennejärjestelyissä pohdittiin tilaajan edustajan kanssa, miten liikennejärjestelyistä saisi toimivimmat ja turvallisemmat. Esimerkkeinä tällaisista lisäparannuksista olivat mm. tärinäraitojen asennus hiljentämään autojen vauhtia Torpin sillalla ja keskisaarekkeen osittainen purkaminen Monninkylän alikulkukäytävällä, jotta pitkät yhdistelmärekat mahtuvat kääntymään paremmin. [10.]

#### 5.3.2 Kalusto, välineet ja kustannukset

Liikennejärjestelyjen suurimmat kustannukset rakennusprojektille muodostuivat liikenteenohjauslaitteiden vuokrista sekä asennus- ja ylläpitokustannuksista. Vilkaasti liikennöidyissä kohteissa liikennejärjestelykustannukset nousevat helposti korkeiksi, koska tilaaja vaatii tietyn suojausluokan mukaisia liikennejärjestelyjä, vaikka itse suoritettava konkreettinen työvaihe olisi kuinka pieni tahansa. Liikenteenjärjestelyjen toteuttamisessa käytettiin pääsääntöisesti yrityksen omia työntekijöitä, mutta raskaiden betonisten suojakaide-elementtien kuljetuksessa ja asennuksessa kohteissa käytettiin Destian pitkäaikaisesti yhteistyötä tehnyttä aliurakoitsijaa. Kohteissa käytettiin yrityksen omaa vuokrakalustoa. Projektista ei saatu vertailukelpoisia kustannustietoja. [10.]

## 5.4 Tien parantaminen välillä Vantaanlaaksontie—Lentoasemantie

Tilaajana urakassa toimii Vantaan kaupunki, tilaajan yhteistyökumppanina hankkeessa toimii Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Kohde sijaitsee Länsi-Vantaalla Vantaanlaakson, Ylästön ja Pakkalan kaupunginosissa. Kohteessa suoritetaan Ylästöntiellä Vantaanlaakson tien ja Lentoasemantien välillä turvallisuuteen liittyviä parannustöitä. Hankkeessa rakennetaan mm. 3 kiertoliittymää, uusia kevyenliikenteen väyliä, parannetaan suojatiealueita rakentamalla keskisaarekkeet sekä yleistä kunnalistekniikan rakentamista. [7.]

### 5.4.1 Liikenteenjärjestelyt

Työnaikaiset liikennejärjestelyt olivat mittavat urakan kokoon nähden. Tilaajan ja ELY:n kanssa yhteistyö ja palaute ollut positiivista. Yhteistyö urakoitsijan ja tilaajan välillä on toiminut hyvin parannusehdotuksien läpikäymisen merkeissä tilaajan edustajan kanssa. Teiden käyttäjiä kuunneltiin ja niihin pyyntöihin vastattiin mahdollisuuksien mukaan. Vaikeinta oli toteuttaa tilaajan vaatimat liikenteneohjaussuunnitelmat töiden etenemisen mukaan. Viikossakin tapahtui mahdollisesti paljonkin etenemistä, joiden mukana liikennejärjestelyt hieman elivät tilanteeseen mukautuen. Näistä järjestelyistä piti toimittaa tilaajalle jokaisesta muutoksesta aina oma liikenteenohjaussuunnitelmansa suunnitelmakarttoihin tehtynä. [11.]

### 5.4.2 Kalusto, välineet ja kustannukset

Liikenteenohjauslaitteet osittain ostettuja ja osittain vuokrattuja ulkopuolisilta, sillä yrityksen varastossa ei ollut tarpeeksi kalusteita saatavilla. Ostettuja laitteita olivat mm. sulkupylväslamelleja, liikennemerkkejä, huomioverkkoa sekä huomiovilkkuja. Raskaita ajoesteitä ja betonisia porsaita on vuokrattu sisäisesti sekä ulkopuolisilta. Järjestelyjen toteutus on tehty pääosin yrityksen omia työntekijöitä ja koneita käyttäen, mutta myös osittain aliurakoitsijoita on käytetty. Laskennassa ei oltu riittävällä tarkkuudella huomioitu tarvittavien liikenteenohjausvälineiden hankintoja, vuokrauksia sekä toteutusta. Tällöin liikenteenjärjestelykulut on tiliöity sattumanvaraisesti muiden töiden sekaan, eikä tällöin projektista saada kunnollista jälkilaskentatietoa. [11.]

## 5.5 Kehärata, Maanrakennusurakka 4, itäinen osuus

Urakkakohde sijaitsi Vantaalla Kehäradalla. Urakkamuotona käytettiin kokonaisurakkaa. Tilaajana toimi Liikennevirasto. Urakkaan kuului paljon erilaisia töitä kuten muun muassa

- rakenteiden purkua ja alueen raivausta
- maa- ja kalliorakennustöitä
- massanvaihto
- maaleikkaus ja –pengerrys
- täyttötöitä
- avolouhintaa
- siltojen rakentamista
- katu- ja ratarakentamista
- paalulaattojen rakentamista
- juna-aseman rakennustyöt (Leinelän asema) [7].

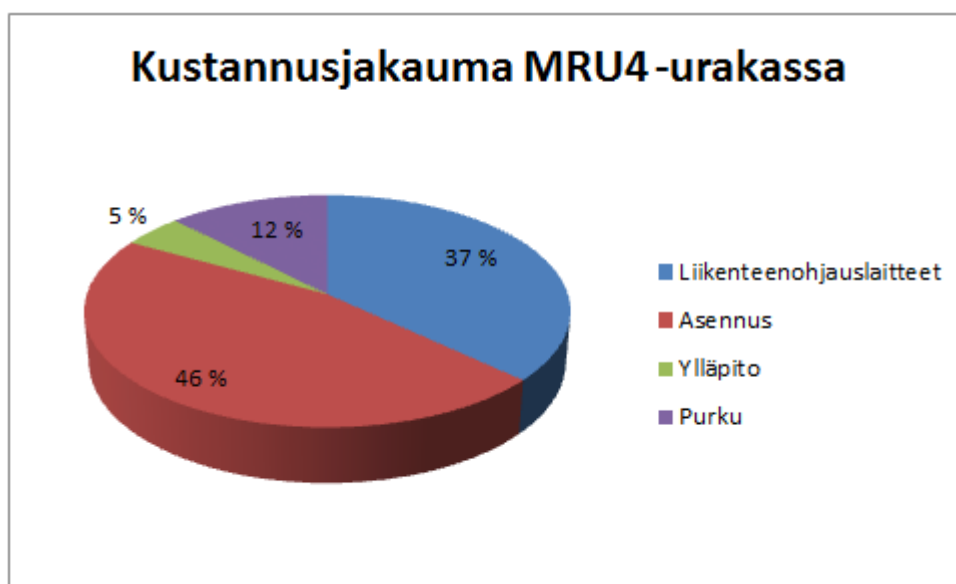
### 5.5.1 Liikennejärjestelyt

Kohde sisälsi hyvin vaihtelevia ja monipuolisia työvaiheita, mutta liikennejärjestelyjen tarve alueella oli hyvin vähäistä ja suppealla alueella. Alueella oli hyvin vähäistä liikennettä, ja alueen ympäristöön oltiin vasta rakentamassa asuntoja. Alueella olevan kadun ylittävän ratasillan telineiden aiheuttamat työnaikaiset liikennejärjestelyt koettiin kaikkein vaikeimmaksi työnaikaisena liikenteenjärjestelyjen osana. Tilaajan palautteet liikennejärjestelyjen toteuttamisesta olivat normaalia, ei mitään erityistä mainittavaa, niin hyvässä kuin huonossakaan. [8.]

### 5.5.2 Kalusto, välineet ja kustannukset

Työnaikaisten liikennejärjestelyjen kalustona käytettiin sekä yrityksen omaa vuokrakalustoa, että ulkopuolisilta vuokrattuna ja ostettuna. Työn toteutuksessa käytettiin pääosin yrityksen omia työntekijöitä ja koneita, osittain myös käytettiin aliurakoitsijoita konetöissä. Suurimpana kustannuksena oli kadun ylittävän ratasillan

telineet, kulkuaukot, liikennemerkkit ja liikennevalojen muutokset. Järjestelyt maksoivat yhteensä 65 000 euroa, joista meni toteutukseen 30 000 euroa, purkamiseen 8 000 euroa, ylläpitämiseen 3 000 euroa ja loput 24 000 euroa käytettiin vuokrattuihin ja ostettuihin liikenteenohjauslaitteisiin. Järjestelyjen kustannusrakenne on esitetty kuvassa 10. Laskennallinen liikennejärjestelyjen kustannus oli 60 000 euroa. Tällöin kustannukset ylittyivät lasketuista määristä 8,3 %. Kustannuksien ylitykseen oli selkeä syy, joka oli liikenteen seassa olleen sillan rakentamisaikataulun ylitys kolmella kuukaudella. Tämä johti siihen, että myös liikenteenjärjestelyjä jouduttiin pitämään käytössä myös kolme kuukautta pidempään, mitä oli ollut tarkoitus. Kaikista työkustannuksista työaikaisten liikenteenjärjestelyjen kustannukset olivat 0,35 %. [8.]



Kuva 10. Kehäradan maanrakennusurakka 4(MRU4)-urakan järjestelyjen kustannusrakenne



## 6 Tulokset

Tilaaajien vaatimukset työnaikaisista liikenteenjärjestelyistä ovat hyvin samanlaiset tilaajasta riippumatta. Destialla työnaikaisten liikenteenjärjestelyjen vaatimukset ovat hyvin tiedostettuna, sillä missään projektissa ei tullut tilaajan tai teiden käyttäjien puolesta mitään isompaa huomautettavaa järjestelyjen toteuttamisesta. Tilaaajien ja teiden käyttäjien palaute projektien liikenteenjärjestelyistä oli pääosin positiivista. Hyvin toteutetut liikenteenjärjestelyt luovat hyvät oletukset itse töiden suorittamisen onnistumiseen.

Destian projekteissa käytetään hyvin paljon yrityksen omaa työvoimaa ja kalustoa liikenteenjärjestelyjen toteutuksessa. Konetöissä ja liikenteenohjauslaitteissa oli projekteissa käytetty eniten ulkopuolista palveluntarjoajaa. Suurin syy ulkopuolisten palveluntarjoajien käyttöön projekteilla oli yrityksen omien resurssien puute tai vähäisyys.

Työnaikaisten liikenteenjärjestelyjen kustannuksien laskeminen urakkatarjousta tehdessä on hyvin paljon arviointiin ja oletuksiin pohjautuvaa. Kustannuksien jälkilaskennan toteuttaminen on todella hankalaa tai lähes mahdotonta heikosti tehdyn tiliöintitaulukon takia. Heikosti tehty tiliöintitaulukko usein periytyy epämääräisestä laskenta-aineistosta tai heikosti toteutetusta laskentavaiheesta. Työn tuloksena saatiin aineisto, jonka avulla voidaan paremmin määritellä, mitkä kaikki tekijät vaikuttavat liikenteenjärjestelyjen laajuuteen, laatuun ja kustannuksiin.

Projekteissa toteutuneet liikenteenjärjestelykustannukset verrattuna laskennalliseen kustannukseen olivat -14,3 %, +54,3 %, +8,3 %, ja kahdesta projektista ei saatu vertailukelpoisia kustannuksia. Projektien järjestelyjen kustannuksien osuus työkustannuksista oli 0,32 %, 0,57 % ja 0,35 %. Kustannuksien määrään vaikutti hyvin erilaiset syyt, mutta yhtenäisenä tekijänä kustannuksien määrään toimi oletetun tilanteen vaativien liikenteenjärjestelyjen määrän tai muodon muuttuminen työmaan aikana.

Työnaikaisten liikenteenjärjestelyjen kustannusrakenne koostuu liikenteenohjauslaitteista, asennus-, ylläpito- ja purkutöistä. Usein kolmannes kustannuksista tulee liikenteenohjauslaitteista ja kolmannes asennustöistä.

Purkutöiden osuus kustannuksista on usein kolmanneksi suurin ja ylläpidon aiheuttamat kustannukset hyvin marginaalisia.

Projekteissa, joissa liikenteenjärjestelyjen kesto on pidempi kuin 6 kuukautta, tulee usein liikenteenohjauslaitteiden vuokraaminen ulkopuoliselta palveluntarjoajalta kalliimmaksi, kuin uusien laitteiden hankkiminen. Hankkiessa uusia liikenteenohjauslaitteita yrityksen omistukseen, tulee verrata liikenteenohjauslaitteiden varastoinnin aiheuttamien ylläpitokustannuksien määrää seuraavien projektien hyötyyn laitteista ja laitteiden käyttöikään.

## 7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Työnaikaisten liikenteenjärjestelyjen mitoittaminen ja laskeminen urakkalaskentavaiheessa on hyvin hankalaa, sillä hyvä ja tarkka liikenteenjärjestelykustannuslaskelma saadaan vasta, kun työ- ja työvaihesuunnitelmat ovat tehty. Tämä edellyttäisi sitä, että laskentavaiheessa paneuduttaisiin todella syvällisesti itse työnsuunnitteluun, johon eivät yleensä laskennan aikarajat anna myöden. Varsinkin jos tulevan urakan työmaapäällikkö ei ole ollut urakkalaskentaan millään tavalla osallisena, voi töiden toteutuksen järjestyksessä ja menetelmissä esiintyä hyvinkin erilaisia ratkaisuja, mitä laskentavaiheessa on ajateltu.

Urakan vaatiessa väliaikaisen kiertotien rakentamista on vaadittavien liikennejärjestelykustannusten arviointi todella lähellä tulevaa toteutunutta kustannusta, sillä tällöin ei pitäisi päästä yllätyksiä ilmenemään.

Yrityksen omia työntekijöitä tulee aina hyödyntää projekteissa, kun on mahdollista, mutta tässä on myös suuri riski turhien asennus- ja ylläpitokulujen syntymiseen verrattuna liikenteenjärjestelypalveluihin keskittyneen alirakoitsijan käyttöön. Turhien kulujen riskit suurenevät huomattavasti, jos tilaajan valvoja on vähäkään perehtynyt liikenteenjärjestelyjen vaatimuksiin. Esimerkiksi liikennemerkkejä asentaessa asentajana toimii yrityksen työntekijä, joka ei ole liikenteenjärjestelyjen toteuttamiseen sen kummemmin perehtynyt tai hänellä ei ole hyvää kokemusta aiheesta. Asentaja ei voi tietää, mihin korkeuteen ja mille etäisyydelle kuuluu tiehallinnon ja pk-seudun vaatimusten mukaan liikennemerkkejä asentaa. Myös itse liikennemerkkien kokoaminen voi viedä odotettua enemmän työtunteja, jos ei ole aikaisemmin liikennemerkkejä koonnut. Tämä voi johtaa siihen, että valvojan huomauttaessa virheellisesti asennetuista liikennemerkeistä sitoo se työmaalta resursseja liikennejärjestelyjen korjaamiseen.

Kohteen sijainti, ympäröivä liikenne ja kesto ovat olennaisia tekijöitä työnaikaisten liikennejärjestelyjen kustannuksia laskiessa. Kohteen sijaitessa alueella, jossa liikenteen pystyy ohjaamaan kulkemaan työmaan ohitse muokkaamatta teitä tai katuja, laskee asennus-, ylläpito ja purkutöiden osuus kustannuksista huomattavasti. Tällöin

kustannuksien kannalta ratkaisevaksi tekijäksi nousee liikenteenohjausvälineiden määrä ja niiden käytön kesto.

Ympäröivän liikenteen määrän ja monimuotoisuuden perusteella voidaan arvioida tulevan liikenteenohjausvälineiden määrää. Jos alueella on paljon kevyenliikenteen väyliä, nousee järjestelyjen kustannuksissa määrääväksi tekijäksi liikenteenohjausvälineiden työmaa-alueen eristämiseen käytettävien suoja-aitojen määrä. Työkohteen vaikuttaessa ajoneuvoliikenteeseen on kustannuksien pääpaino liikenteenohjauslaitteissa raskasesteiden kustannuksissa. Liikennemerkki itsessään ovat usein pieni erä liikenteenjärjestelykustannuksia, mutta järjestelyjen ollessa todella laajat ja merkkien määrän noustessa muutamasta kymmenestä lähemmäs sataa tulee asettaa liikennemerkkien hankinta todella tarkkaan harkintaan huomioiden työmaan kesto.

Kesto on oleellisin ja määräävin tekijä liikennejärjestelyjen kustannuksissa. Kesto määrittelee sen, tuleeko kannattavammaksi hankkia liikenteenohjausvälineet vai vuokrata. Normaaleissa pienemmissä liikenteenohjausvälineissä, kuten lamelleissa tai liikennemerkkeissä, on hankinta viisaampi ratkaisu työmään kestäessä yli 6 kuukautta. Yleiset liikennemerkki ovat hankittuna jo 2 kuukaudessa maksaneet itsensä takaisin verrattuna vuokrattuihin liikennemerkkeihin. Betonisten raskasesteiden kohdalla vuokrahintaa saavuttaa hankintahinnan vasta hieman yli vuoden vuokra-ajan jälkeen. Tällöin pitkäkestoisissa työmaissa, jossa järjestelytkin ovat todella pitkään käytössä, tulisi betonisten raskasesteiden hankintaa tai mahdollisesti itse tekemistä harkita. Betonimuotin ollessa uudelleenkäytettävä tulee itse valmistetun betonisen raskasesteen kustannus vuokrahintoja halvemmaksi jo noin viidessä kuukaudessa.

Työnaikaisten liikennejärjestelyjen kustannukset vaihtelevat suuresti työkohteen laajuuden ja keston mukaan, mutta esimerkkiprojekteista löytyi yhteneväisyyttä liikenteenjärjestelykustannuksissa verrattuna työkustannuksiin. Esimerkkiprojekteissa toteutuksen ja laskennallisen kustannuksen erotus vaihteli suuresti työmaakohtaisesti erinäisistä syistä. Järjestelyjen kustannukset olivat pääosin luokkaa 0,3 - 0,6 % työkustannuksista. Näissäkin kohteissa jos olisi kohteen kesto huomioitu paremmin vuokratuluissa, olisi järjestelyjen kustannus asettunut lähemmäksi 0,3 % kuin 0,6 %.

Tämä työ tulee toimimaan aineistona yritykselle, kun halutaan selvittää mitkä kaikki tekijät tulee ottaa huomioon liikenteenjärjestelyjen kustannuksia kartoittaessa. Työstä

näkee myös aikaisempien projektien toteutuneet kustannukset, jota hyödyntämällä pystytään saavuttamaan entistä tarkempi liikenteenjärjestelyjen kustannusarvio. Työssä käytiin myös läpi tilaajien yleisimpiä vaatimuksia liikenteenjärjestelyille sekä eri tilaajien työnaikaisten liikenteenjärjestelyjen lupahakemuskäsittelyn vaiheet. Kuvien, taulukoiden ja niiden selostuksien avulla yritykselle saatiin aineistoa siitä, milloin on kannattavampaa vuokrata tai hankkia liikenteenohjauslaitteita.

## Lähteet

- 1 Yrityksen kotisivut. Verkkodokumentti. Destia Oy.  
<<http://www.destia.fi/fi/yritys.html>>. Luettu 28.9.2015.
- 2 Tienrakennustyömaat. 2009. Verkkodokumentti. Tiehallinto.  
<[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200053-09\\_tienrakennustyomaat.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200053-09_tienrakennustyomaat.pdf)>. Luettu 30.9.2015.
- 3 Yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt. 2015. Verkkodokumentti. PKS-kaupungit.  
<[http://www.hel.fi/static/hkr/luvut/kaivu\\_taskuohje.pdf](http://www.hel.fi/static/hkr/luvut/kaivu_taskuohje.pdf)>. Luettu 23.9.2015.
- 4 Luvanvaraiset työt. 2009. Verkkodokumentti. Tiehallinto.  
<[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200052-v-09\\_luvanvaraiset\\_tyot.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200052-v-09_luvanvaraiset_tyot.pdf)>. Luettu 1.10.2015
- 5 Sulku- ja varoituslaitteet. 2013. Verkkodokumentti. Liikennevirasto.  
<[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-39\\_sulku\\_varoituslaitteet\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-39_sulku_varoituslaitteet_web.pdf)>. Luettu 5.10.2015.
- 6 Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä. 2003. Verkkodokumentti. Tiehallinto.  
<<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000006-v-03liikennemerkkiohje.pdf>>. Luettu 18.9.2015.
- 7 Projektien hankinta- ja jälkilaskenta-aineisto
- 8 Puranen Jorma. 2015. Työmaapäällikkö, Destia Oy, Helsinki. Haastattelu 15.10.2015.
- 9 Kaarto Sami. 2015. Työmaainsinööri, Destia Oy, Helsinki, Haastattelu 12.10.2015.
- 10 Möttönen Reko. 2015. Työmaapäällikkö, Destia Oy, Helsinki. Haastattelu 15.10.2015
- 11 Kilponen Mikko, 2015. Työmaapäällikkö, Destia Oy, Helsinki. Haastattelu 15.10.201