



Työmaan ohittavan liikenteen nopeudet ja ajokäyttäytyminen

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Kevät 2024

Kasper Kaasinen

Liikenneala

Tekijä Kasper Kaasinen

Työn nimi Työmaan ohittavan liikenteen nopeudet ja ajokäyttäytyminen

Ohjaaja Oskar Eklöf (HAMK), Reko Möttönen (Destia)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Työnaikaisten liikennejärjestelyiden ja työmaan ohittavan liikenteen ylinopeudet ovat jatkuvasti puheenaiheena. Ylinopeudet sekä vaarallinen ajokäyttäytyminen aiheuttaa potentiaalisesti hengenvaarallisia tilanteita työmaa-alueilla. Tämän työn tilaajana on Destia Oy. Työn tavoitteena on tunnistaa mitkä liikenteenohjaukselliset asiat vaikuttavat työmaan ohittavan liikenteen nopeuksiin sekä ajokäyttäytymiseen.

Työn perustana toimivat Goodvisionin tuottamat analyysit. Analyysit tehtiin dronella kuvattujen videoiden perusteella. Työssä mitattiin satojen työmaan ohittavien ajoneuvojen nopeuksia ja tulkittiin niiden käyttäytymistä. Työssä kuvattiin neljää eri työmaata Uudellamaalla. Mittausten tulokset todistavat, että lähtökohtaisesti ajoneuvojen kuljettajat eivät noudata nopeusrajoituksia. Kuljettajien huomio kiinnittyy työnaikaisten järjestelyiden huomioimiseen nopeusrajoituksen sijaan sekä ajan mittaan he tottuvat työmaan järjestelyihin, jolloin he kokevat hidastamisen tarpeettomaksi. Tuloksista voidaan myös todeta, että mitä suurempi nopeusrajoitus kohteella on normaalisti, sitä suurempia ylinopeuksia kohteella lähtökohtaisesti tulee. Lyhytaikaisten töiden osalta ylinopeudet ovat paljon maltillisempia. Tästä voidaan todeta, että kuljettajien tottuminen ympäristöön lisää ylinopeuksia.

Työnaikaisten liikennejärjestelyiden suunnittelussa tulisi entistä enemmän ottaa kohteen geometria huomioon. Ylä ja alamäet sekä kaarteet vaikuttavat merkittävästi ajoneuvojen nopeuksiin. Tarkoituksellakaan ei tulisi ajoratoja kaventaa liikaa, eikä teennäisesti tehdä liian tiukkoja kaarteita, koska tulosten perusteella ne eivät alenna vauhtia vaan lisää törmäysten ja muiden vaaratilanteiden riskiä.

Nopeusrajoitusten erottumista tulisi parantaa mahdollisuuksien mukaan mm. vilkuilla tai muilla huomiota herättävällä tavalla. Syytä olisi myös tarkastella, mikäli työnaikaisten liikennejärjestelyiden osalta tulisi siirtyä paremmin erottuvaan kalvoväriin. Nopeusrajoitusten liikennemerkki kokoa voisi myös suurentaa erottuvuuden parantamiseksi. Työalueiden visuaalisuutta tulisi parantaa jo hyvissä ajoin ennen työaluetta esim. sulkupylyväillä. Tällä tavalla kuljettajille tulee selväksi, että ollaan tietyalueella.

Avainsanat Työnaikaiset liikennejärjestelyt, liikenneturvallisuus, ylinopeudet, siltatyömaat, työturvallisuus

Sivut 40 sivua ja liitteitä 1 sivu

The speeds and behavior of traffic passing construction sites are often mentioned in the news and media. Speeding and other dangerous driving behaviors threatens the traffic safety and work safety of those working on the construction sites. Dangerous driving might potentially cause life-threatening accidents.

This work is commissioned by Destia Oy. The work's main goal was to find and identify what factors cause drivers to speed and drive dangerously through construction sites and how these could be avoided with proper traffic management techniques.

The analysis was made by using a software called Goodvision. The analysis was made from drone-filmed videos. The speeds and behavior of the traffic were measured by Goodvision. Hundreds of vehicles were measured in this work.

The results show clear signs that traffic passing construction sites do not generally follow the speed limits. The work results show that most driver's focus tends to attach to other factors of the arrangements rather than the speed limits. The results indicate that drivers generally get used to the traffic arrangements and therefore seem to think that slowing down is not necessary.

The results also show that the higher the speed limit on the site is under normal conditions the higher the speeds tend to be.

The speeds of short-term work sites tend to be lower.

When planning the traffic arrangements of construction sites, the geometry of the road should be taken more into consideration. Inclines, declines and curves have a high impact especially of the speeds of the traffic. Too narrow roads should be avoided because instead of slower speeds the effect is that the narrow roads just increase the risks of collisions and other dangerous situations.

The presentations of speed limits should be improved with attention lights or other attention catching methods. It should also be considered to transition to other more attention catching colours in speed limit signs. The speed limit signs size could also be increased to get a more attention to the speed limits. Also, the visual presentation of working sites should be improved well before the actual working site. This would make sure that the drivers would know that they are to enter a working site.

Keywords Temporary traffic arrangements, road safety, speeding, bridge construction sites, work safety

Pages 40 pages and appendices 1 page

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työnaikaisten järjestelyiden suunnitseminen	2
2.1	Työnaikaisten järjestelyiden ohjeistus	2
2.2	Tilaaajan ja urakoitsijan vastuut	3
2.3	Toimintaympäristö ja suojausluokat	4
2.4	Väyläviraston ohjekuvat	5
2.5	Kaupunkien katutyöohjeet.....	6
2.6	Esimerkki tietyömaan suunnitelmasta	8
3	Liikenteenohjauslaitteet.....	9
3.1	Puskurivyöhyke.....	10
3.2	Rakenteelliset tehostamiskeinot.....	11
3.3	Lyhytkestoiset työt	11
4	Liikenneonnettomuudet tietyömailla	12
4.1	Tilastoja	13
4.2	Esimerkkitapauksia	15
5	Mittausmenetelmät.....	16
6	Lahnalahden alikulku KT51 mittaustulokset	17
6.1	Lahnalahden alikulku KT 51 vaihe 1 (suunta Hanko)	19
6.2	Lahnalahden alikulku KT 51 vaihe 2 (suunta Helsinki)	23
7	Muut työmaat	28
7.1	Kurkimäen alikulku (kehä 1).....	28
7.2	Metsämäentien silta, Hakamäentie, Helsinki	32
7.3	Lyhytaikainen työ Loviisa VT 7.....	33
8	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset.....	36
8.1	Johtopäätökset	36
8.2	Kehityskohteet	36
	Lähteet	41

Liitteet

Liite 1. Kuvaote Lahnalahden alikulun liikenteenohjaussuunnitelmasta

1 Johdanto

Tietyömaiden työnaikaiset liikennejärjestelyt aiheuttavat poikkeuksellisia järjestelyitä tienkäyttäjille. Tilapäisillä liikennejärjestelyillä pyritään luomaan tienkäyttäjille sekä työmaalla työskenteleville turvalliset olosuhteet. Järjestelyt pyritään toteuttamaan mahdollisimman turvallisesti suunnitteleamalla järjestelyt ohjeiden mukaisesti, mutta kuitenkin aiheuttamatta tarpeetonta haittaa liikenteelle. Ohjeet varmistavat, että urakoitsijasta riippumatta työnaikaiset liikennejärjestelyt olisivat mahdollisimman turvallisia ja selkeitä. Ongelmaksi on muodostunut työmaan ohittavan liikenteen ylinopeudet ja vaarallinen ajokäyttäytyminen.

Tämän työn tavoitteena on tunnistaa, mitkä tekijät vaikuttavat tienkäyttäjien ajonopeuteen ja ajokäyttäytymiseen tietyömaiden alueella. Tarkoituksena on tunnistaa tekijät, jotka mahdollisesti vaarantavat tietyömaiden liikenteen sekä työntekijöiden turvallisuutta ja antaa ehdotuksia millä toimenpiteillä näitä tekijöitä voidaan tulevaisuudessa välttää sekä vaaratekijöitä vähentää.

Aineistoa on kerätty kuvaamalla tietyömaiden ohittavaa liikennevirtaa. Videoita on analysoitu Goodvision-ohjelman tekoälyllä. Goodvision-ohjelma laskee ajoneuvojen nopeuksia sekä tunnistaa ajoneuvojen ajolinjat. Ohjelmiston antamaa tietoa käytetään työmaan ohittavan liikenteen ajonopeuksien, kaistanvaihtojen, kiihdytysten ja jarrutusten analysointiin.

Tämän työn tilaajana toimii Destia Oy. Työn ohjaajina toimivat Hämeen ammattikorkeakoululta Oskar Eklöf sekä tilaajan puolelta Destian liikenteenohjauspalveluiden työmaapäällikkö Reko Möttönen.

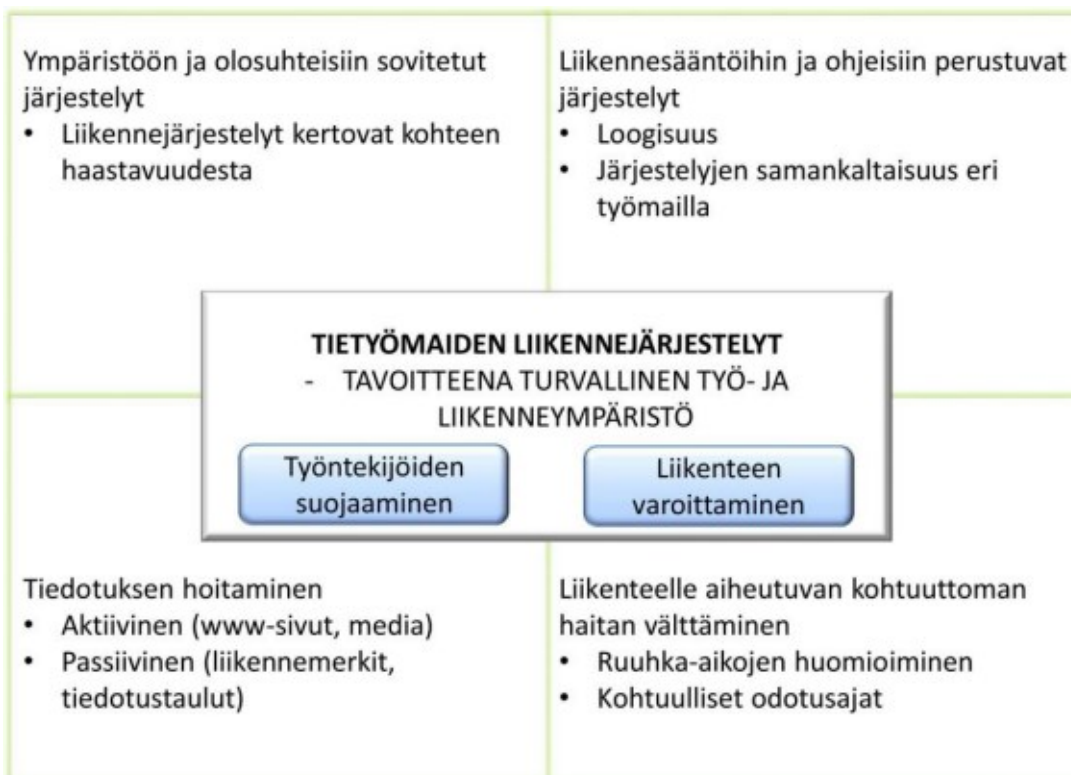
2 Työnaikaisten järjestelyiden suunnittelu

Perustan työnaikaisille liikennejärjestelyille antaa tieliikennelaki. Tieliikennelaissa määrätään, että tien tulee olla varustettuna työn vaatimilla liikenteenohjauslaitteilla, kun työtä tehdään tiealueella. Laissa määritellään myös, että työntekijän on käytettävä varusteita, jotka ovat selkeästi erottuvia ja heijastavaa materiaalia. Tie on myös pidettävä kokonaan tai osittain suljettuna mikäli työn luonne sitä vaatii. (Tieliikennelaki, 729/2018 §188)

2.1 Työnaikaisten järjestelyiden ohjeistus

Tietyömaiden suunnittelussa sovelletaan usein Väyläviraston Liikenne tietyömaalla -ohjetta. Uusin Liikenne tietyömaalla -ohje on julkaistu marraskuussa 2021. Uusin ohje toi muutoksia mm. työnaikaisten liikennemerkkien ulkonäköön uuden tieliikennelain myötä. (Väylävirasto, 2021) Kuvassa 1 esitetään Väyläviraston Liikenne tietyömaalla – ohjeen tavoitteet.

Kuva 1. Liikenne tietyömaalla 2021 ohjeessa esitetyt tavoitteet (Väylävirasto, 2021).



Ohje käsittelee kattavasti tilaajan ja urakoitsijan vastuut sekä antaa selkeät raamit työnaikaisten liikennejärjestelyiden toteuttamiseen kaikkien kulkumuotojen osalta.

2.2 Tilaajan ja urakoitsijan vastuut

Tilaajan vastuulla on asettaa vaatimukset työnaikaisten liikennejärjestelyiden osalta. Tilaaja määrittelee Väyläviraston Liikenne tietyömailla ohjeen kohdassa 2.1 urakan lähtötiedot luettelon mukaisia asioita. Luettelo käsittelee mm. työkohteen nopeusrajoituksia, sijaintia, välityskykyä, kevyttä liikennettä. Tilaajan tulee myös määrittää, mikäli järjestelyiden lisäksi tulee erityisiä kiertotiejärjestelyitä. (Väylävirasto, 2021) Pääsääntöisesti urakoitsijalla on vastuu työnaikaisten järjestelyiden suunnittelusta, mutta tietyissä urakoissa tilaaja tarjoaa urakoitsijalle valmiit suunnitelmat, jonka mukaan liikennejärjestelyt tulee tehdä. Tilaajan tarjoamat suunnitelmat varmistavat, että työnaikaisten liikennejärjestelyiden taso on tarvittavalla tasolla.

Luettelon tavoitteena on antaa mahdollisille urakoitsijoille jo tarjousvaiheessa mahdollisimman selkeät vaatimukset. Tarjousvaiheessa annetut vaatimukset selkeyttävät minkälaisia liikennejärjestelyitä urakassa voidaan vaatia. Tilaajan vastuulla on myös ohjeen 2.2 urakkakohtaiset vaatimukset. Kohdassa on kaksikymmentä kohtaa, pääasiassa tilaajan vastuulla on arvioida liikenteen tarpeet ja tämän perusteella laatia urakkakohtaiset vaatimukset. Vaatimukset koskevat mm. nopeusrajoituksia, kaistan ja liittymien sulkuja, tiemerkinlöjä sekä erityiskohteita/tarpeita esim. erikoiskuljetuksia koskevat tarpeet. Tilaajan vastuulla on myös työmaan valvonta, johon kuuluu myös työnaikaisten liikennejärjestelyiden valvonta. (Väylävirasto, 2021) Tilaaja voi halutessaan käyttää ulkoista valvojaa ns. valvontakonsulttia.

Esim. sillankorjausurakoissa ELY-keskus antaa tarjousvaiheessa siltakohtaiset toteutusvaatimukset, joka käsittelee mm. edellä mainittuja asioita kyseisiä urakoita varten. Tällä tavalla tarjousvaiheessa urakoitsija voi arvioida vaadittujen työnaikaisten liikennejärjestelyiden kokonaisuutta ja tällä tavalla antaa mahdollisimman kilpailukykyisen hinnan tarjousvaiheessa liikennejärjestelyiden osalta. Osassa kohteissa tilaaja voi antaa valmiit liikenteenohjaussuunnitelmat.

Työnaikaisten järjestelyiden suunnittelu on lähtökohtaisesti urakoitsijan vastuulla. Väyläviraston liikenne tietyömaalla ohjeen mukaisesti urakoitsijan vastuulla on suunnittelussa otettava huomioon mm. vaaditut kaiteiden suojausluokat (K1, K2, K3), Työnaikainen viitoitus ja tiemerkinlöjä sekä ristiriidassa olevien merkkien/opasteiden poisto tai peittäminen. Työnaikaisten järjestelyiden suunnittelijalla tulee olla voimassa oleva Tieturva 2-pätevyys sekä riittävä kokemus joko työnaikaisten järjestelyiden suunnittelemisesta tai toteuttamisesta. (Väylävirasto, 2021)

Urakoitsija vastaa työmaan liikennejärjestelyiden toteuttamisesta sekä liikennejärjestelyiden ylläpidosta. Liikenteenohjauslaitteiden tulee koko työn aikana täyttää niille asetetut vaatimukset. Urakoitsijan tehtävänä on valvoa tätä sekä korjata mahdolliset puutteet esim. ilkvallan tai onnettomuuksien seurauksena välittömästi, kun puutteet havaitaan ilkvallaa, esiintyy paikallisesti erityisesti taajamissa koulujen, julkisen liikenteen pysäkkien ja terminaalien läheisyydessä. (Väylävirasto, 2018) Luonnonolosuhteet esim. tuuli saattaa myös liikuttaa suuria liikenteenohjauslaitteita. Urakoitsijan tulee varmistaa, että nämä eivät luonnonolosuhteiden vaikutuksesta siirry. Tämän takia urakoitsija vastaa työmaan päivystyksestä. Päivystystä on oltava 24/7, koska esimerkiksi onnettomuuden sattuessa työmaa alueella on urakoitsijan välittömästi tultava paikalle korjaamaan työnaikaiset liikennejärjestelyt. Esimerkki tilanteena työmaakaiteet voisivat kaatua törmäyksen seurauksena, jolloin ne tulisi nostaa takaisin paikalleen tai korvata uusilla, mikäli törmäys on niitä vaurioittanut.

Työnaikaisten järjestelyiden tavoitteena on suojata työkohdetta sekä liikenteessä liikkuvia. Väyläviraston sulkua ja -varoitusta laitteet ohjeiden mukaan työkohteen suojauksen tavoitteena on estää:

- ajoneuvojen ajaminen työalueelle
- ajoneuvojen ja jalankulkijoiden suistumista työalueelle
- ajoneuvojen ajoradalta suistumista
- tienkäyttäjien joutuminen työkohteeseen tahattomasti
- vastakkaisen liikennesuuntien törmäämistä toisiinsa
- eri liikennemuotojen sekoittumista toisiinsa

(Väylävirasto, 2018)

2.3 Toimintaympäristö ja suojausluokat

Väyläviraston sulkua ja -varoitusta laitteet ohjeissa määritellään tieverkosto kolmeen eri toimintaympäristöluokkaan. Luokat ovat S3, S2 ja S1. Toimintaympäristöluokat määrittelevät liikenteenohjauslaitteiden kunnan vaatimukset, liikennemerkkien ja liikenteenohjauslaitteiden heijastusluokkien vaatimukset ja liikenteenohjauslaitteiden koot. S3 toimintaympäristöön kuuluvat moottoritiet, kaksiajorataiset tiet, yksiajorataiset tiet, joilla keskivuorokausiliikenne on yli 6000 ajoneuvoa vuorokaudessa. S2-toimintaympäristöön kuuluvat tiet, joilla keskivuorokausiliikenne on alle 6000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja taajamilla sijaitsevat

kokoojakadut ja muut vilkkaat kadut joissa, S3-vaatimustasoa ei saavuteta. S1-toimintaympäristöön luokitellaan päiväsaikaan suoritettavat liikkuvat työt, joissa keskivuorokausiliikenne alittaa 1500 ajoneuvoa vuorokaudessa. S1-toimintaympäristöön kuuluvat myös taajamissa muilla kaduilla suoritettavat työt sekä ainoastaan jalankulku ja pyöräilyväylillä tehtävät työt. (Väylävirasto, 2018)

Tilapäisissä liikennejärjestelyissä tilaaja määrittelee työnaikaisten kaiteiden suojausluokan vaatimuksen työmaalla. Suojausluokka valitaan työkohteen liikennemäärän, nopeusrajoituksen, vaaran laadusta sekä kestosta riippuen. Työnaikaisissa kaiteissa on neljä eri suojausluokkaa. Suojausluokat ovat K0, K1, K2, K3. (Väylävirasto, 2018) K0-suojausluokassa suistumista ei estetä kaiteilla mutta, tien reunan näkyvyyttä parannetaan sulkupylyväillä. K1-suojausluokassa suistumiset estetään aukottomalla betonielementtijonolla alhaisen nopeuden alueilla, eli yleensä alle 50 km/h nopeuksissa. K1-suojausluokassa betonielementtijonon ei tarvitse olla testattu SFS-EN 1317-2 standardin mukaan. K2-luokassa suistuminen tulee estää törmäystestatulla kaiteella. Kaiteen tulee estää henkilöauton suistuminen ja liikkua kuorma-auton törmäyksestä. K3-luokassa suistuminen estetään kaiteella, joka on myös estää kuorma-auton suistumisen loivassa törmäyksessä. (Väylävirasto, 2018)

Liikennemerkkien kalvoilla ja liikenteenohjauslaitteiden lamelleilla on kolme heijastusluokkaa, jotka ovat R1, R2 ja R3.

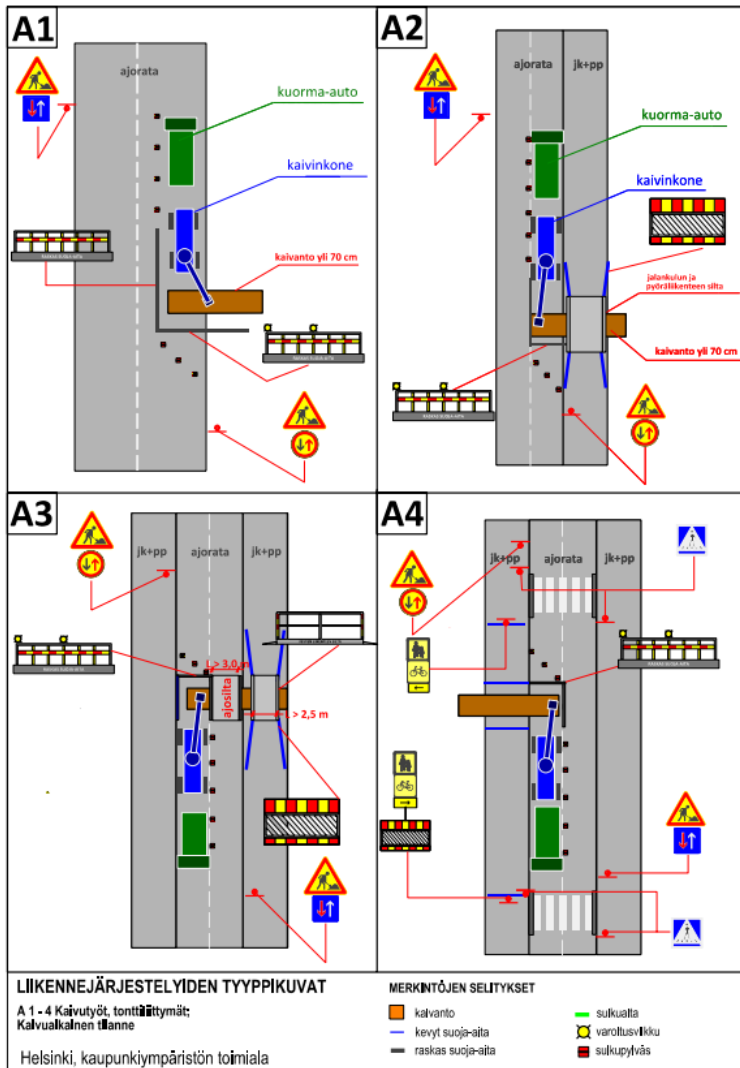
2.4 Väyläviraston ohjekuvat

Väyläviraston Liikenne tietyömaalla ohjeista löytyy tyyppikuvia, jotka toimivat hyvänä pohjana monenlaisiin töihin. Ohjekuvat ovat yksinkertaistettuja tyyppikuvia. Ohjekuvat eivät myöskään huomioi toimintaympäristöluokkia. Ohjekuvien etäisyyksiä sekä mittoja saa myös ohjeen mukaan muuttaa taikka täydentää ohjeessa annettujen raamien sisällä. Tietyntyyppiset työt eivät välttämättä vaadi erillistä suunnitelmaan vaan tilaajalle voidaan esittää, että työ tehdään jonkun ohjekuvan mukaisesti. Esimerkiksi lyhytkestoiset ja liikkuvat työt ovat töitä, joihin ei välttämättä tehdä erillisiä suunnitelmia.

Ohjekuvat paikkaavat hyvin suunnittelua, esim. liikkuvassa työssä. Liikkuvaan työhön voi olla hankala tehdä suunnitelmaa, koska työ saattaa edetä jopa kilometrejä työn aikana. Kun kokonaisvuorokausiliikenne alittaa 3000 ajoneuvoa/vrk, voidaan käyttää ajoneuvoihin tai varoituslaitteisiin kiinnitettäviä liikennemerkkejä ja kaistaopasteita. Tässä tulee huomioida, että merkkien tulee olla molemmin puolin tietä, mikäli kokonaisvuorokausiliikenne ylittää

Ohje sisältää lähinnä ohjekuvia tilapäisille liikennejärjestelyille. Kuvassa 3 nähdään kyseisestä ohjeesta oleva ohjekuva.

Kuva 3. Ohjekuva Helsingin kaupungin ohjeesta tilapäisille liikennejärjestelyille (Helsingin kaupunki, 2022).



Helsingillä, Espoolla, Vantaalla ja Kaunaisilla on myös oma yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt- ohje, joka käsittelee laajasti katualueilla tapahtuvien töiden vaatimuksia liikennejärjestelyiden osalta. Ohje perustuu kunnossapito sekä maankäyttö- ja rakennuslakiin. (PKS-kaupungit, 2023) Ohje ei käsittele isommilla teillä tapahtuvia töitä kuten Väyläviraston ohjeet.

2.6 Esimerkki tietyömaan suunnitelmasta

Kuvassa 4 näkyy siltatyömaalle tehty liikenteenohjaussuunnitelma. Kohde sijaitsee kantatiellä 51, Lahnalahden alikululla Helsingissä. Alikulun korjaus tapahtuu pääasiassa tiellä 51, jotta sillan rakenteisiin päästään käsiksi. Kuvassa 4 nähdään Lahnalahden alikulun tietyömaan liikenteenohjaussuunnitelma.

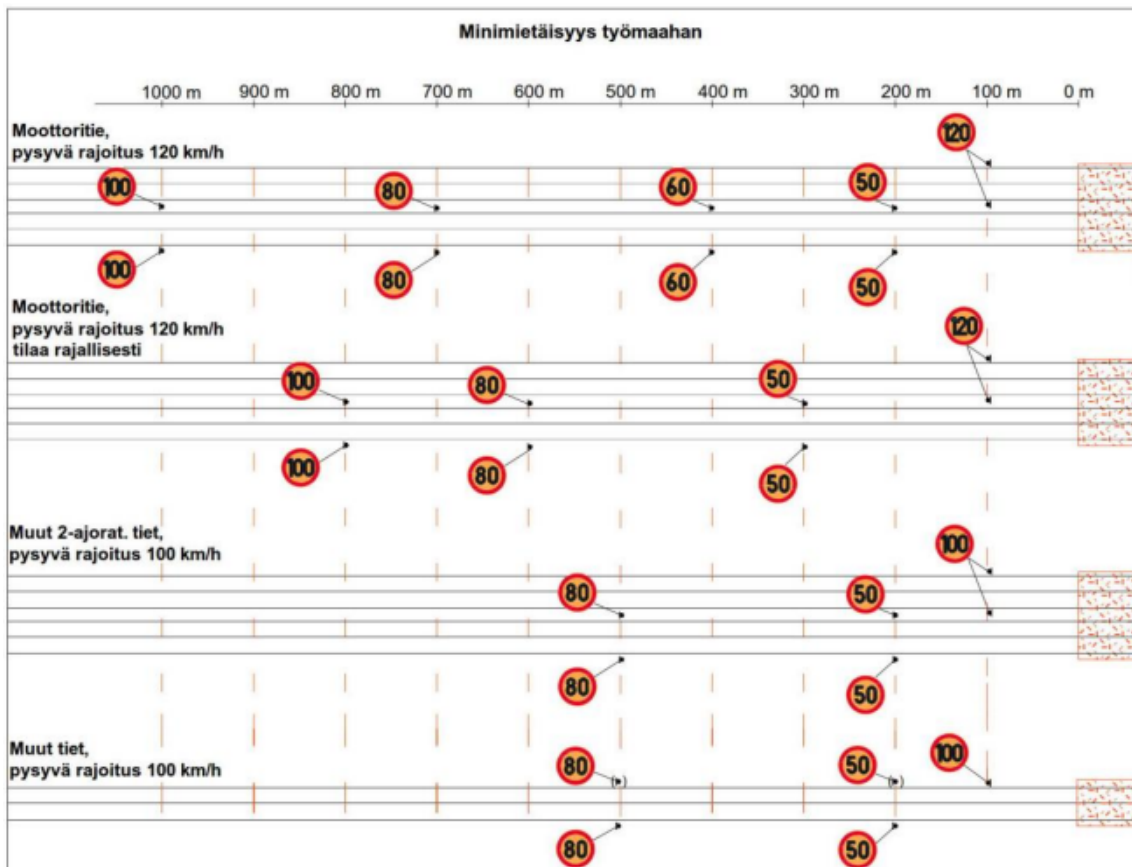
Kuva 4. Lahnalahden alikulun liikenteenohjaussuunnitelma (Kaasinen, 2023).



Liikenteenohjaussuunnitelmassa esitetään liikennemerkkien paikat maastossa sekä karkeasti työmaakaiteiden sijoittelu sekä väliaikainen tiemerkintä. Kaistaleveydet, heräteraitojen sijoitus sekä työmaakaiteen suojausluokka on määritelty nimiössä. Nimiössä mainitaan, että heräteraidat sijoitetaan ohjeiden mukaisesti, jolla tarkoitetaan Väyläviraston Liikenne tietyömaalla- ohjetta. Nopeusrajoitusten porrastus tulee ohjeiden mukainen. Pääsääntöisesti tulee nopeusrajoitusten porrastus olla 150–300 m.(Väylävirasto, 2021)

Nopeusrajoitusta ei saa työmaalla alentaa liian aikaisin, koska mikäli nopeusrajoitusta alennetaan liian aikaisin ei kuljettajat välttämättä hidasta vauhtia, koska työmaa ei ole selkeästi näkyvässä. Mikäli nopeusrajoitusta alennetaan liian myöhään ei jää kuljettajalle kohtuullista matkaa reagoida alennettuun nopeusrajoitukseen. Urakkakohtaisesti voi tilaaja myös vaatia vaihtuvia nopeusrajoituksia esim. työmailla, joilla nopeusrajoitusta voidaan työajan ulkopuolella turvallisesti nostaa. (Väylävirasto, 2021) Pääasiassa nopeusrajoituksia ei nosteta työajan ulkopuolella koska tilapäiset liikennejärjestelyt edellyttävät alennettua nopeusrajoitusta. Kuvassa 5 näkyy nopeusrajoitusten porrastuksen periaate.

Kuva 5. Liikenne tietyömaalla ohjeessa esitetty nopeusrajoitusten porrastus (Väylävirasto, 2021).



3 Liikenteenohjauslaitteet

Liikenteelle pääasiassa näkyvät suojauslaitteet ovat mm. sulkuita. Pystyjuovaista sulkuitaa käytetään tyypillisesti ajoradan suluissa. Pystyjuovaiseen sulkuitaan voidaan käyttötarpeen mukaan käyttää liikennemerkkejä. Esim. ajoradan suluissa käytetään liikenteenjakajaa ja mikäli tie on kokonaan suljettu, voidaan käyttää ajoneuvolla ajo kielletty merkkiä.

Pystyjuovaisen sulkuidan korkeus toimintaympäristön mukaan on 2000–4000 mm.

(Väylävirasto, 2018) Nuolikuviollista sulkuitaa käytetään ainoastaan, mikäli ajolinja on huomattavan jyrkkä ja kaarre vaatii ajonopeuden laskemista. Muita yleisesti liikenteenohjaamiseen käytettäviä tuotteita ovat esim. sulkupylväät, jolla voidaan esim.

korostaa kaarteita ja rajata alueita. Kuvassa 6 nähdään nuolikuviollinen sulkuita työmaalla.

Kuva 6. Nuolikuviollinen sulkuaita ja sulkupylväitä vahvistamassa kaarteen havaittavuutta (Passila, 2017).



3.1 Puskurivyöhyke

Työnaikaisissa järjestelyissä tulee varautua kuljettajiin, jotka eivät ole havainneet poikkeavia järjestelyitä. Tämän takia tulee työmailla olla ns. puskurivyöhyke, joka on tyhjä alue ennen varsinaista työmaata, eli puskurivyöhykkeellä ei tule tehdä töitä. Puskurivyöhykkeen pituus riippuu suojaustavasta sekä työmaalla voimassa olevan nopeusrajoituksen mukaan. Esim. jos työmaa on suojattu törmäystestatulla rengasnipulla, tulee puskurivyöhykkeen olla 60 km/h nopeusrajoituksella 40 m Mikäli työalue on suojattu työnaikaisella kaiteella ei tarvita puskurivyöhykettä vaan erillistä joustotilaa, joka määräytyy kaidetyypin, kaiteen sijainnin ja nopeusrajoituksen mukaan. (Väylävirasto, 2021) Kuvassa 7 nähdään työmaalla oleva joustotila.

Kuva 7. K2-betonielementtijono suojaamassa työaluetta. Punainen laatikko kuvastaa joustotilaa (Passila, 2018).



3.2 Rakenteelliset tehostamiskeinot

Rakenteellisia nopeusrajoitusten tehostamiskeinoja voi mm. olla ajoradan kavennus esim. sulkupylväillä, Kaukaalta näkyvä S-kaari, nopeusnäytöt sekä mm heräteraidat (Väylävirasto, 2021). Heräteraidat ja ajoradan kavennus lienee yleisimmin käytetyt. Nopeusnäyttöjä käytetään pääasiassa katutyömailla, mikäli niitä käytetään.

Heräteraitoja tulee käyttää, mikäli nopeusrajoitus työmaalla pudotetaan 100 km/h tai 80 km/h rajoituksesta 50 km/h rajoitukseen. Heräteraitojen pääasiallinen tarkoitus on tehostaa nopeusrajoituksia aiheuttamalla ääntä, sekä tärinää. Heräteraitojen ensimmäinen sarja sijoitetaan 200–150 m työmaasta ja toinen sarja 100–50 m ennen työmaata. Heräteraidat voidaan tehdä joko jyrsimällä päällystyskerrosta taikka maalata tiemerkinä massalla. Jyrsityn heräteraidan tulee olla 15 mm syvä ja leveyden tulee olla 20 cm, heräteraidat koostuvat kolmesta raidasta, joiden väli tulee olla 20–50 cm. Tiemerkinä tehdyn heräteraidan korkeus tulee olla 3–10 mm, leveys ja heräteraitojen väli on sama kuin jyrsityllä toteutetun. (Väylävirasto, 2021)

3.3 Lyhytkestoiset työt

Lyhytkestoisissa töissä ei aina vaadita erillisiä suunnitelmia. Tällöin voidaan käyttää esim. Väyläviraston ohjeissa esitettyjä ohjekuvia. Lyhytkestoiset työt voivat mm. olla päällystys ja

tiemeraintätyöt, kaiteiden asennus ja muut ylläpitotyöt. Lyhytkestoissa töissä käytetään usein suoja-ajoneuvoja. Mikäli nopeusrajoitus työkohteessa on 60 km/h tai yli käytetään törmäysvaimenninta. Tilaaja voi myös vaatia törmäysvaimentimen käyttöä muissa kohteissa, joissa nopeusrajoitus on alle 60 km/h. (Liikennevirasto, 2018) Törmäysvaimentimen tulee olla Ruotsin Trafikverketin hyväksymä. Törmäysvaimennin voi olla asennettuna itse suoja-ajoneuvoon (TMA) tai voi olla erilliseen perävaunuun asennettu (TA). (Liikennevirasto, 2018) Lyhytkestoiset työt ovat usein liikkuvaa työtä. Liikkuvaa työtä tehdessä moottoriväylällä on vastakkaiseen suuntaan ajaminen ehdottomasti kielletty (Väylävirasto, 2021). Kuvassa 8 nähdään perävaunuun asennettu törmäysvaimennin.

Kuva 8. Destian liikenteenohjauspalveluiden (TA) suojaamassa ohituskaistalla tapahtuvaa K2-miniguard kaiteen asennusta (Passila, 2016).



4 Liikenneonnettomuudet tietyömailla

Liikenneturvan vuonna 2021 teettämän kyselyn mukaan 37 % on täysin sitä mieltä, että moni autoilija ajaa tietyömaiden kohdalla liian lujaa. 42 % oli samaa mieltä. Loput olivat melko eri mieltä, täysin eri mieltä tai eivät osanneet vastata (Liikenneturva, 2021).

Onnettomuustietoinstituutin vuosiraportti 2021 mukaan kuolemaan johtaneita moottoriajoneuvo-onnettomuuksia sattui eniten heinäkuussa (13 %) ja elokuussa (12 %). Raportin mukaan kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa 28 %:ssa oli

matkaan liittyviä taustariskejä joista 12 %:ssa osasyynä oli tuttuun ympäristöön luottaminen. 39 %:ssa syynä oli ennakoitiin ja liikennetilanteisiin liittyvät riskit, näistä suurin osa liittyivät ylinopeuteen tai olosuhteisiin nähden liian korkeaan nopeuteen. (Onnettomuustietoinstituutti, 2021) Onnettomuustietoinstituutin vuosiraportti käsittelee yleisesti onnettomuuksia, eli näissä tilastoissa ei olla eritelty tietyömaiden kohdalla sattuneita onnettomuuksia.

Yle uutisten artikkelin mukaan vuosina 2018–2019 poliisi kirjasi yli 800 liikennevahinkoa tietyömailla, eli noin 400 liikennevahinkoa vuosittain. Artikkelissa kommentoi Väyläviraston työturvallisuuspäällikkö Risto Lappalainen seuraavasti ” Yleisin onnettomuus tietyömaalla on, kun ajoneuvo jostain syystä törmää työkoneeseen, liikenteenohjauslaitteeseen tai suoja-ajoneuvoon”. (YLE, 2020)

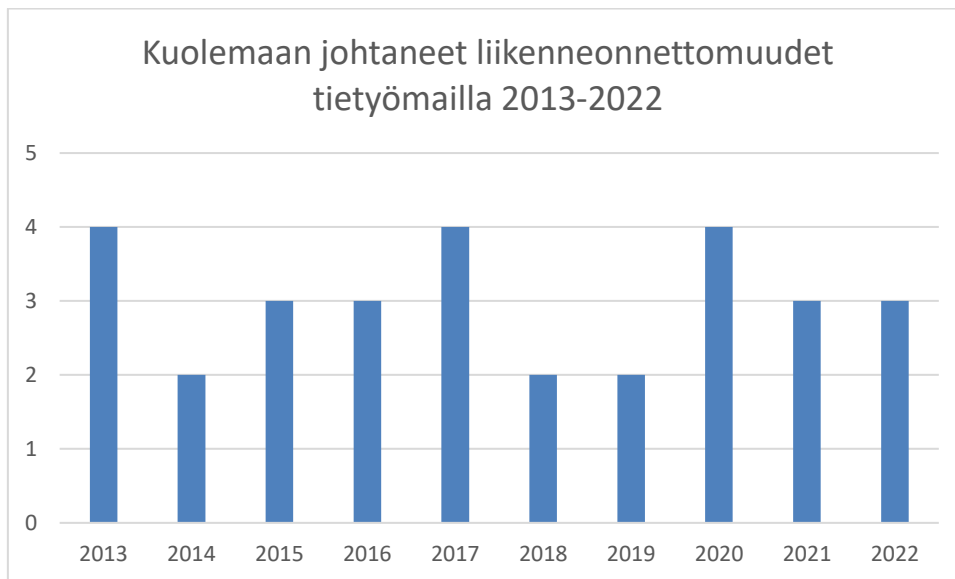
Tietyömailla työnaikaiset liikennejärjestelyt muuttuvat usein merkittävästi.

Liikennejärjestelyitä vaativat korjausurakat esim. sillankorjausurakat alkavat tyypillisesti keväällä sekä loppuvat syksyn mittaan. Työt sijoittuvat usein siis vakavien liikenneonnettomuuksien riskiaikaan sekä tietyömaiden järjestelyt lisäävät tilastojen valossa liikenneonnettomuuksien riskitekijöitä. Tämä yhdistettynä Liikenneturvan kyselyn havaitsemiin havaintoihin tietyöalueella tapahtuvien ylinopeuksien kanssa lisää huomattavasti vakavien liikenneonnettomuuksien riskiä tietyömailla. Tietyömaiden liikennejärjestelyt poikkeavat usein suuresti normaalitilanteesta. Tämä vaikuttaa suoraan tienkäyttäjän totuttuun liikenneympäristöön.

4.1 Tilastoja

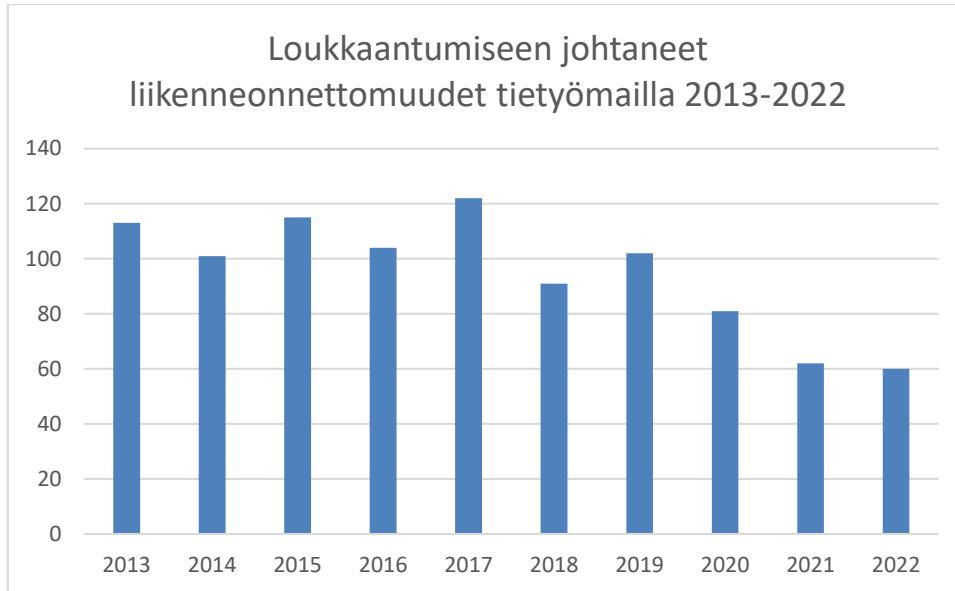
Vuosina 2013–2022 tietyömailla on sattunut 30 kappaletta kuolemaan johtanutta liikenneonnettomuutta (Tilastokeskus, 2023). Keskimäärin tämä tarkoittaa sitä, että 3 henkilöä kuolee vuosittain tietyömailla sattuneissa liikenneonnettomuuksissa. Tietyöalueella sattuneita kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ei siis valitettavasti ole kyetty systemaattisesti vähentämään. Kuvassa 9 nähdään tietyömailla kuolemaan johtavien liikenneonnettomuuksien määrä kymmenen vuoden ajalta.

Kuva 9. Tilastoja kuolemaan johtaneista liikenneonnettomuuksista (Tilastokeskus, 2023).



Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia on siis sattunut 2–4 kappaletta vuosittain. Samalla ajanjaksolla tietyömailla sattuneista liikenneonnettomuuksista 951 kappaletta on johtanut jonkinasteiseen loukkaantumiseen (Tilastokeskus, 2023). Loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrä on kuitenkin laskussa vuodesta 2019. Liikenne tietyömaalla ohjeet ovat päivittyneet vuonna 2021, joten voidaan todeta, että ohjeiden muutokset ovat olleet onnistuneita. Uudistuksilla on todennäköisesti ollut ainakin jonkin asteinen vaikutus siihen, että loukkaantumiset ovat laskeneet edelleen vuodesta 2020. Kuvassa 10 nähdään tilastot loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista tietyömailla.

Kuva 10. Tilastoja loukkaantumiseen johtaneista liikenneonnettomuuksista (Tilastokeskus, 2023).



4.2 Esimerkkitapauksia

Loviisan sanomat uutisoi 22.9.2022 seuraavasti: ”Taksiautoilija ajoi suoraan betoniin Loviisan Vanhankylän tietyömaalla – ”oli tullut aika vauhdilla””. Uutisessa kerrotaan, että taksi on tullut vauhdilla tietyömaalle ja osunut liikenteenohjauslaitteeseen ja betoniesteisiin. Uutisessa paloiesimies Kenneth Lindholm Itä-Uudenmaan pelastuslaitokselta spekuloi, että auringonhäikäisy on ollut osasy syy onnettomuuteen. Onnettomuuteen on siis todennäköisesti johtanut ylinopeus yhdistettynä tuttuun ympäristöön luottaminen. Uutisen mukaan kuljettaja vietiin sairaalahoitoon. (Loviisan sanomat, 2022)

Keskisuomalaisen Uusimaa-lehti uutisoi 8.6.2023 ”Henkilöauto törmäsi liikenteenohjausautoon ja päätyi katolleen 7-tiellä Loviisassa”. Myös kyseisessä tapauksessa paloiesimies Jukka Kippola arvelee ” aurinko paistoi aika kovasti, olisiko sitten häikäissyt niin paljon, että kuljettaja ei ehkä nähnyt opastinautoa, sillä hän törmäsi siihen kovalla vauhdilla”. (Uusimaa-lehti, 2023)

Kaikki edellä mainitut onnettomuudet olisivat pahimmassa tapauksessa voineet johtaa joko kuljettajan tai työmaalla työskentelevän henkilön vakavaan loukkaantumiseen taikka kuolemaan.

5 Mittausmenetelmät

Mittaukset ovat tehty dronella kuvattujen videoiden avulla. Videot ovat kuvattu dronilla noin 30–100 metrin korkeudesta ja ovat pituudeltaan noin 7-15min pitkiä. Erillisiä lupia kuvaamiseen ei tarvittu koska droni oli painoltaan alle 250 g ja kuului avoimeen kategoriaan. Avoimessa kategoriassa alle 250 g painoisen dronin lennättämiseen ei myöskään tarvita erillistä koulutusta. Dronia ei saa lennättää ihmisjoukkojen päällä (Traficom, 2024). Kuvaukset ovat aina suoritettu tiealueen ulkopuolella turvallisella alueella.

Videot olen kuvannut itse kesän ja syksyn 2023 aikana ja ne ovat käsitelty Goodvision-ohjelmalla. Goodvision käsittelee videoleikkeitä mittaamalla ajoneuvojen ajolinjat. Ajonopeudet saadaan, kun ohjelmaan syötetään tiettyjen linjojen välinen etäisyys. Kun linjojen välinen etäisyys on asetettu, pystyy ohjelmisto laskemaan jokaisen ajoneuvon keskinopeuden halutulla alueella. Kaistanvaihtoja pystyi näkemään jo ohjelmiston tuottaman lämpökartan avulla, mutta tarkat kaistanvaihtojen määrät voi saada piirtämällä ohjelmistoon linjoja kaistoittain ja pyytämään se laskemaan tiettyjen linjojen väliset ajomäärät.

Goodvision on tšekkiläinen ohjelmistoyritys, jonka tavoitteena on ohjelmiston analyysin antaa asiakkailleen tietoa, joilla he voivat parantaa liikkumismahdollisuuksia, liikenneturvallisuutta sekä vähentää ruuhkaantumista. Ohjelmalla on voitu mitata työmaan ohittavan liikenteen nopeuksia sekä analysoida ajokäyttäytymistä esim. ”lämpökarttojen” avulla. Kuvassa 11 on kuvaote Goodvisionista, jossa näkyy ohjelmiston piirtämä ”lämpökartta”. Kuvassa näkyvät valkoiset viivat ovat viivat, jonka välillä ohjelmisto laskee keskinopeudet.

Kuva 11. Kuvaote Goodvisionista jossa näkyy ohjelmiston piirtämät ajolinjat (Kaasinen, 2024).



Eri väriset viivat edustavat eri ajoneuvoluokkia. Vihreä edustaa henkilöautoa ja turkoosi raskasta liikennettä. Myös nopeudet saadaan tulostettua Microsoft Exceliin ajoneuvoluokittain. Kaistanvaihtoja voidaan analysoida esim. tarkastelemalla viivoja tai Goodvisionin työkalujen avulla. Esim. yllä olevasta kuvasta voidaan nähdä, että itse työalueella ei ole tapahtunut kuvaamisen aikana liikennesäätöjen vastaisia kaistanvaihtoja.

6 Lahnalahden alikulku KT51 mittaustulokset

Lahnalahden työmaan molemmat työvaiheet mitattiin. Vaiheessa 1 mitattiin Hangon suuntaan ja vaiheessa 2 Helsingin suuntaan.

Lahnalahden alikulun työmaa on tässä työssä tarkimman analyysin kohteena, koska tämäntyyppiset työt ovat Destian liikenteenohjauspalveluille kaikista tyypillisimmät.

Molemmat työvaiheet ovat tyypillisiä siltatyömälle, mutta työvaiheessa kaksi on poikkeuksellisen kapeat ajoradat.

Sillankorjaus on tehty kesällä 2023 ja työ oli osana ELY-keskuksen sillankorjausurakkaa. Sillassa korjattiin vedeneristeet, reunapalkit sekä pintarakenteet.

Erilaisissa sillankorjausurakoissa tila saattaa olla suurikin haaste. Sillankorjauksissa tulee huomioida, että työ yritetään pääsääntöisesti tehdä kahdessa vaiheessa. Kun työ tehdään kahdessa vaiheessa, tulee tilanpuute useasti haasteeksi. Työvaiheissa tarvitaan tyypillisesti hieman yli puolet sillan leveydestä työalueeksi.

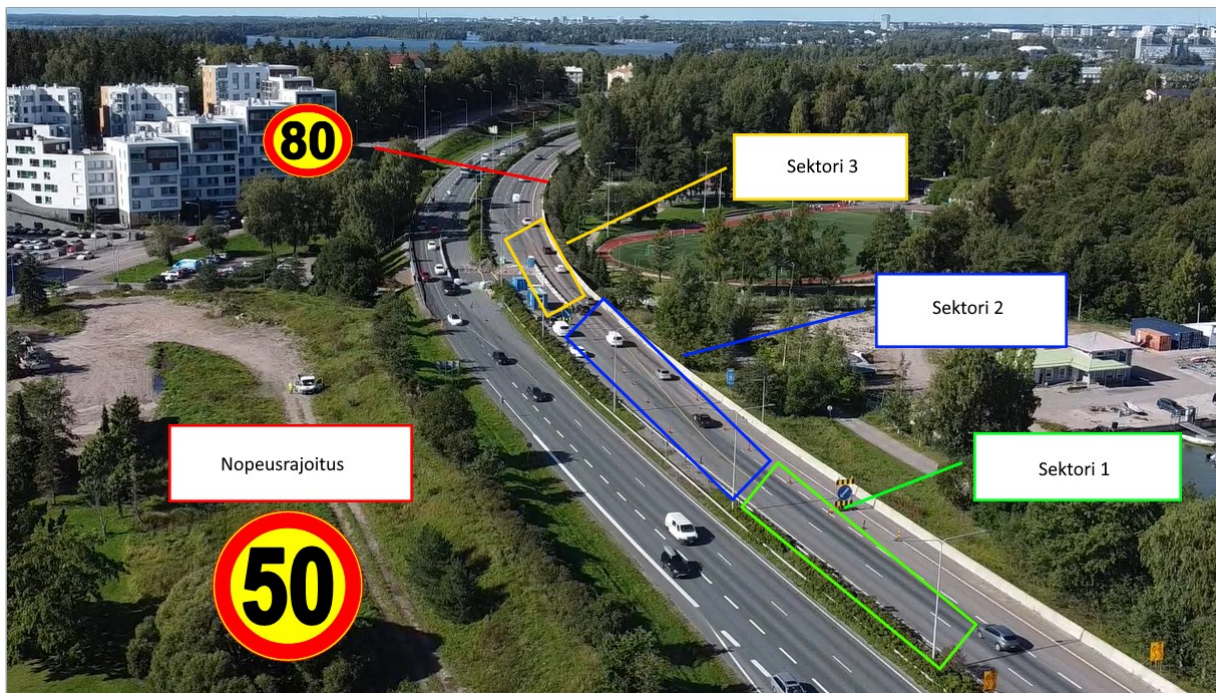
Yli puolet tarvitaan työtilaksi, jotta esim. eristysten limitykset voidaan tehdä laadukkaasti. Huomioitavaa on myös se, että suojakaiteet ovat leveydeltään tyypillisesti noin 40–50 cm, joka on huomattava leveys, kun tilaa on niukasti.

6.1 Lahnalahden alikulku KT 51 vaihe 1 (suunta Hanko)

- Mittaus pvm: 6.9.2023 klo 12.05
- Sää: Aurinkoinen
- Näkyvyys: Hyvä
- Mitattuja ajoneuvoja: noin 300 kpl

Ensimmäisessä työvaiheessa korjattiin ensin sillan keskiosa, tämän takia liikenne on ohjattu sillan reunoihin. Mittausaikana työ oli jo pintarakenne vaiheessa, joten työnaikaiset liikennejärjestelyt olivat jo olleet paikallaan viikkoja. Kuvassa 12 nähdään mistä kulmasta analysoitavat videoleikkeet on kuvattu.

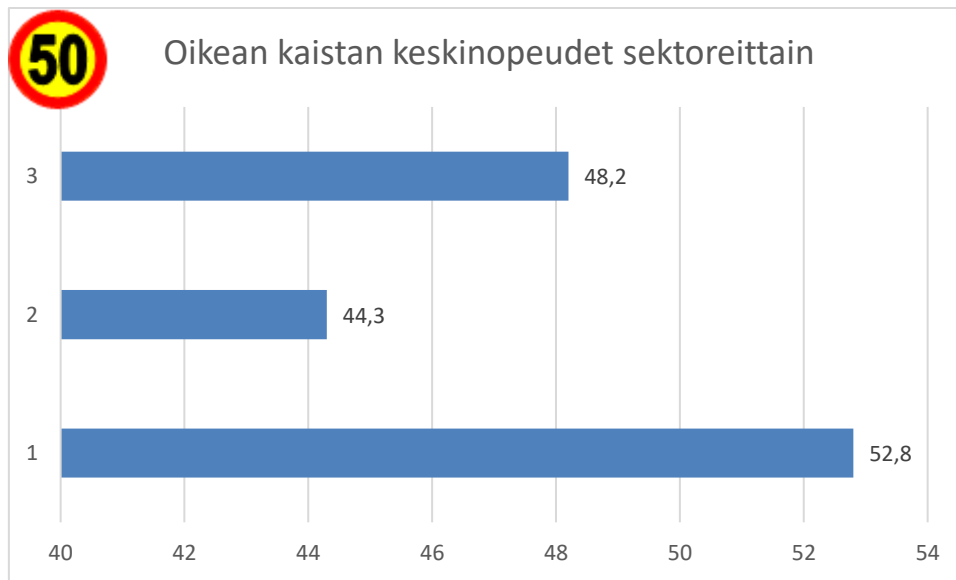
Kuva 12. Ilmakuva Lahnalahden työmaasta, mittaussektorit merkitty (Kaasinen, 2023).



Mittaukset Lahnalahden vaiheessa 1 tehtiin kolmessa sektorissa, jotta pystyttiin analysoimaan ajokäyttäytymistä työaluetta lähestyessä, työalueen kohdalla sekä työalueelta poistuttaessa. Sektorin kuvastavat siis alueita, joilla mittauksia tehtiin. Mittausalueen ulkopuolella noin 75 m päässä sijaitsivat 50 km/h nopeusrajoitusmerkit. Linja-auto kaistan sulkua sijaitsee sektorin 1 loppupäässä. Sektori 2 on loiva kaarre, joka kaartaa tien oikeaan reunaan. Sektori 3 sijaitsee työalueen loppupäässä. Sektori 3 päättyy noin 50 m ennen 80 km/h palautusmerkkejä. Toisin kuin vaiheessa vallitsee koko työalueen matkan 50 km/h nopeusrajoitus. Oikean kaistan leveys oli 3,5 m ja vasemman puolisen kaistan 3,0 m.

Nämä kaistaleveydet ovat tyypilliset siltatyömaille ja näihin kaistaleveyksiin pyritään lähtökohtaisesti aina siltatyömaille, varsinkin näin vilkkaasti liikennöitävällä tiellä, jolla on normaalitilanteessa 80 km/h nopeusrajoitus. Työmaan vaihe yksi on Hangon suuntaan liikennejärjestelyiltään tyypillinen siltatyömaa. Kuvassa 13 nähdään oikean kaistan tulokset sektoreittain.

Kuva 13. Tilastot oikean kaistan keskinopeuksista (Kaasinen, 2024).

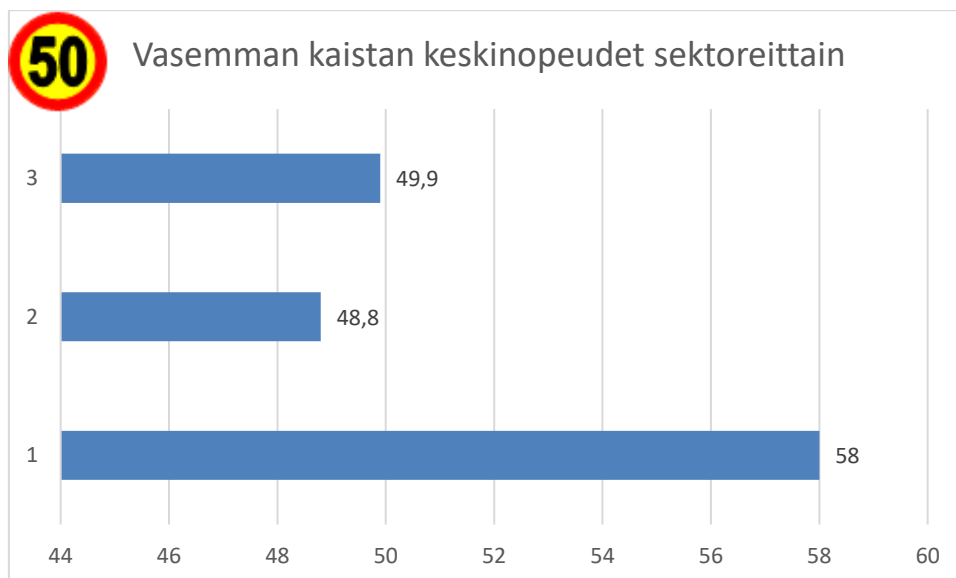


Yllä olevassa kaaviossa nähdään keskinopeuksien keskiarvot sektoreittain oikean kaistan osalta. Positiivista on, että keskinopeudet vastaavat pitkälti nopeusrajoitusta. Ainoastaan sektorissa 1 ylittyi keskinopeudet keskimääräisesti hieman 50 km/h nopeusrajoituksen. Sektori 1 sijaitsee ennen varsinaista työaluetta kuten tilastoista nähdään, vauhti alentuu reippaasti sektorissa 2. Sektorin 2 alentunut vauhti selittyy todennäköisesti sillä, että sektorin alusta alkaa loiva kaarre sekä loiva ylämäki. Työalue näkyy myös tämän sektorin alusta, joten luonnollinen reaktio, geometrian lisäksi olisi hidastaa. Sektorissa 3 nähdään, että keskinopeudet nousevat merkittävästi. Todennäköinen syy tälle on, että sektori 3 sijaitsee työalueen lopussa sekä kuljettajille näkyy jo täältä 80 km/h palautusmerkit sekä he havaitsevat työmaan liikennejärjestelyiden päättyvän.

Oikean kaistan korkein keskinopeus mitattiin sektorissa 3 joka oli 75,9. Korkein mitattu keskinopeus sektorilla 1 oli 74,5 ja sektorilla 2 vastaava korkein keskinopeus oli 68,4. Sektorilla 1 yli 70 km/h keskinopeutta ajoivat 4 ajoneuvoa, joista kaikki oli henkilöautoja. Kuvassa 14 nähdään tulokset vasemman kaistan osalta.

Vasen kaista

Kuva 14. Tilastot vasemman kaistan keskinopeuksista (Kaasinen, 2024).

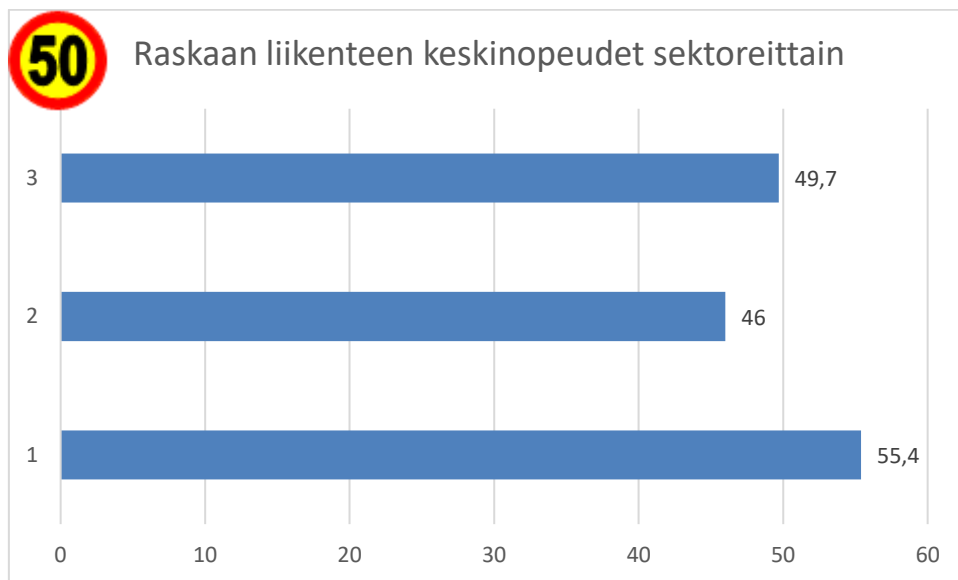


Vasemman kaistan tilastoista nähdään, että ajokäyttäytyminen on kohtuullisen samankaltaista, kun oikealla kaistalla. Sektorin 1 nopeudet ovat tyypillisesti korkeammat, kuten vasemmalla kaistalla lähtökohtaisesti ajetaan. Positiivista on kuitenkin se, että sektorissa 2 keskinopeudet putoavat korkeimman sallitun ajonopeuden alle. Sektori 2 on työmaan turvallisuuden kannalta kriittisin sektori. Oikeaan kaistan käyttäytymiseen erona on myös se, että sektorin 2 ja 3 keskinopeuksissa ei ole yhtä suurta hajontaa.

Vasemmalla kaistalla korkein mitattu keskinopeus mitattiin sektorilla 1 joka oli 82,2 km/h. sektorilla 1 yli 70 km/h keskinopeutta ajoi 8 ajoneuvoa, joista kaikki oli henkilöautoja. Kuvassa 15 nähdään mittaustulokset raskaan liikenteen osalta.

Raskas liikenne

Kuva 15. Tulokset raskaan liikenteen keskinopeuksista (Kaasinen, 2024).



Raskaan liikenteen keskinopeudet noudattavat pitkälti samaa kaavaa sektoreiden nopeuksien osalta. Kaikki raskaat ajoneuvot ajoivat oikean puolimmaista kaistaa. Raskaan liikenteen osalta korkein mitattu keskinopeus mitattiin sektorissa 1 ja tämä keskinopeus oli 66 km/h. Sektorissa 1 saatiin mittaustulokset 14 raskaasta ajoneuvosta, joista kolme ajoi yli 60 km/h nopeutta. Sektorissa 2 yli 50 km/h vauhtia ajoi kolme raskasta ajoneuvoa, kun sektorissa 2 vastaava määrä oli viisi.

Kaistan vaihdot

Tämän mittauksen aikana tapahtui ainoastaan yksi kaistanvaihto. Kaistanvaihto tapahtui sektorissa 1 vasemmalta kaistalta oikealle kaistalle. Tämä kertoo siitä, että liikenne etenee sujuvasti jo työmaata lähestyessä, eivätkä kuljettajat koe tarpeelliseksi tehdä ”turhia” kaistanvaihtoja myöskään liikennejärjestelyiden takia.

Linja-auto kaistaa pitkin ei havaittu yhtäkään ajavaa ajoneuvoa mittausalueelta. Joten viimehetken kaistanvaihtoa tältä kaistalta ei tapahtunut mittauksen aikana edes linja-auton toimesta. Tämä viittaa siihen, että kaistan sulkua on havaittavissa jo hyvissä ajoin ennen

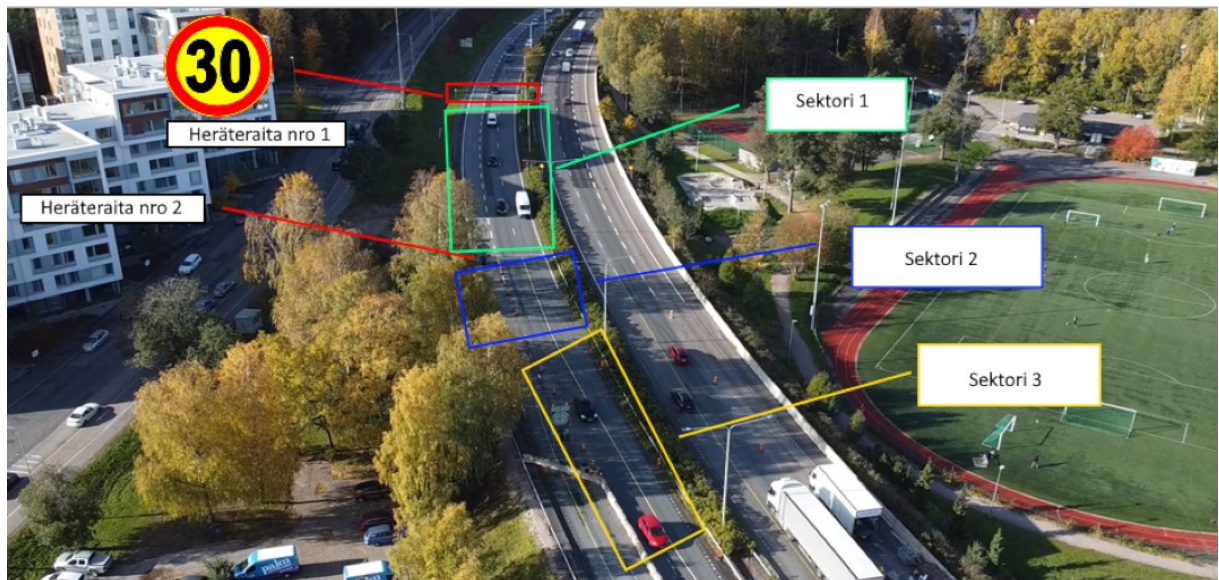
työmaata ja ajoneuvojen kuljettajat ovat onnistuneet vaihtamaan kaistaa viimeistään noin 100 m ennen kaistansulkua. Hyvissä ajoin tehdyt kaistanvaihdot ehkäisevät turhia kiihdytyksiä ja jarrutuksia sekä edistää liikenteen sujuvuutta. Huomioon tulee toki ottaa, että tämä on linja-autoille suunnattu kaista, joten henkilöautojen ei lähtökohtaisesti tulekaan ajaa tätä kaistaa pitkin.

6.2 Lahnalahden alikulku KT 51 vaihe 2 (suunta Helsinki)

- Mittaus pvm: 16.10.2023 klo 13.15
- Sää: Aurinkoinen
- Näkyvyys: Hyvä
- Mitattuja ajoneuvoja: noin 260 kpl

Työvaiheessa kaksi korjattiin sillan reunat, joten liikenne on ohjattu sillan keskiosaan molempiin suuntiin. Mittausvaiheessa liikenne oli kulkenut tällä puolen siltaa noin viikon. Mittausaikana korjattiin vesieristeitä. Kuvassa 16 nähdään Lahnalahden työmaa, kuvaan on myös merkattu mittaussektorit.

Kuva 16. Ilmakuva Lahnalahden alikulun työmaasta, mittaussektorit merkitty (Kaasinen, 2023).

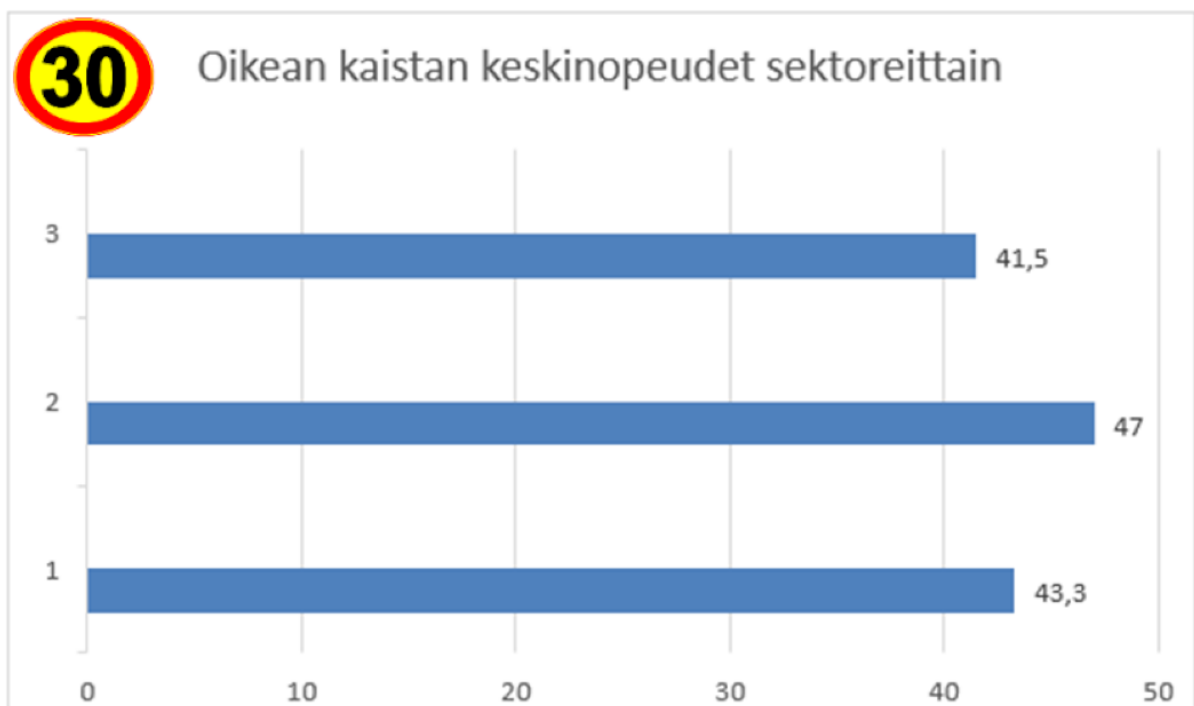


Mittaukset Lahnalahden vaiheesta 2 tehtiin kolmessa sektorissa. Sektorin 1 alussa sijaitsee 30 km/h nopeusrajoitus sekä ensimmäinen heräteraita ryhmittymä. Sektorin 2 alussa sijaitsee toinen heräteraita ryhmittymä. Sektorin 3 on työalueen alku, jossa nopeusrajoituksen

noudattaminen olisi työntekijöiden sekä liikenteen turvallisuuden kannalta ensisijaisen tärkeää. Tämä työvaihe oli poikkeuksellinen kaistaleveyksien suhteen. Työn luonteen vuoksi kaistoja jouduttiin kaventamaan. Oikea kaista oli 3,0 m leveä ja vasen kaista ainoastaan 2,5 m. Nämä kaistaleveydet ovat poikkeuksellisen kapeita näin vilkkaasti liikennöidyllä tiellä. Kapeiden kaistojen vuoksi nopeusrajoitus alennettiin vaiheesta 1 poiketen 30 km/h.

Kapeita kaistoja lukuun ottamatta ovat myös nämä tilapäiset liikennejärjestelyt hyvin tyypilliset siltakohteelle. Tyypillisesti siltakohteissa liikenne ohjataan vuorotellen sillan reunoihin, kuten tässäkin tapauksessa. Kuvassa 17 nähdään oikean kaistan tulokset.

Kuva 17. Tulokset oikean kaistan keskinopeuksista (Kaasinen, 2024).



Yllä olevasta kuvasta näkee, että 30 km/h nopeusrajoituksella sekä heräteraidoilla ei käytännössä ollut minkäänlaista nopeutta alentavaa vaikutusta. Oikealla kaistalla kaikkien sektoreiden korkein mitattu nopeus oli peräti 92 km/h. Tämä nopeus mitattiin sektorilta kaksi, sektorin kaksi keskinopeus oli myös huomattavasti muita sektoreita korkeampi.

Syy tähän on todennäköisesti se, että sektori yksi on kaarteessa ja kaarre päättyy sektoriin kaksi. Sektorit yksi sekä kaksi sijaitsevat myös alamäessä, joka saattaa olennaisesti vaikuttaa ajoneuvojen nopeuksiin varsinkin koska, kuljettajat eivät todennäköisesti halua "turhaan" sytyttää jarruvaloja sekä kuljettajan keskittyminen saattaa kohdistua työmaan sekä kapeiden kaistojen havainnointiin ajettavan nopeuden sijasta. Lisäksi kuljettaja saattaa luulla

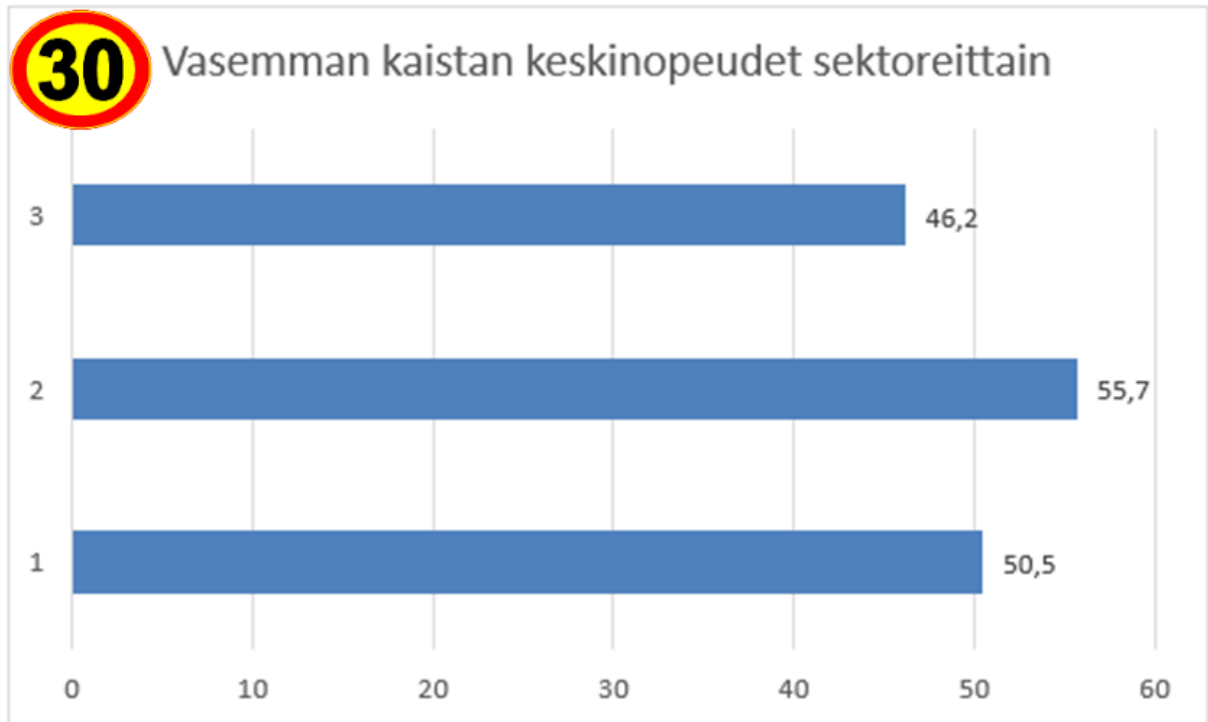
ajoneuvon hidastavan, vaikka hän ei paina kaasupoljinta. Koska hän ei huomaa sitä, huomion kohdennettua muihin ajamiseen liittyviin seikkoihin.

Varsinaisia muita syitä tähän on vaikea keksiä, koska sektori kaksi alkaa kohdasta, jossa kaikista oikeanpuolinen kaista päättyy ja sektorista on hyvä näkyvyys työmaalle. Lisäksi sektorin alussa on heräteraidat. Looginen reaktio olisi hidastaa viimeistään tässä vaiheessa. Sektorin kaksi Goodvisioniin syötetty pituus on tarkistettu moneen otteeseen, joten tätä tulosta voi pitää kohtuullisen paikkaansa pitävänä.

Sektorin yksi keskinopeus tällä kaistalla on hieman maltillisempi, mutta mitattujen ajoneuvojen keskinopeus on kuitenkin merkittävästi korkeampi kuin korkein sallittu ajonopeus. Keskimääräisesti alimmat keskinopeudet mitattiin sektorilla kolme, joka on luonnollista koska tällä sektorilla on huomattavan kapeat kaistaleveydet. Kapeat kaistat vaikuttavat nopeuksiin mm. sillä, että vierekkäin ajavat autot hidastavat koska joutuvat lisäämään tarkkaavaisuuttaan, jotta he pysyvät oikealla kaistalla sekä välttävät esim. kylkikosketusta toisiin ajoneuvoihin. Lämpökartasta näkyy myös, että raskaan liikenteen ajoneuvot joutuivat usein ajamaan ajoratojen välissä tilanpuutteen takia. Osa raskaan ajoneuvojen kuljettajista valitsivat tämän ajolinjan jo hyvissä ajoin ennen työaluetta, jotta he eivät joutuisi ajamaan työalueen läpi toinen ajoneuvo heidän vierellään. Mikäli raskas ajoneuvo ja tavallinen henkilöauto olisivat joutuneet ajamaan vierekkäin työalueen läpi olisi heidän välissään potentiaalisesti alle metri tilaa, mikäli kyseessä olisi leveä henkilöauto sekä leveä kuorma-auto Alle metrin etäisyys 40 km/h nopeudessa tuntuu varmasti ahtaalta. Kuvassa 18 nähdään vasemman kaistan mittaustulokset.

Vasen kaista

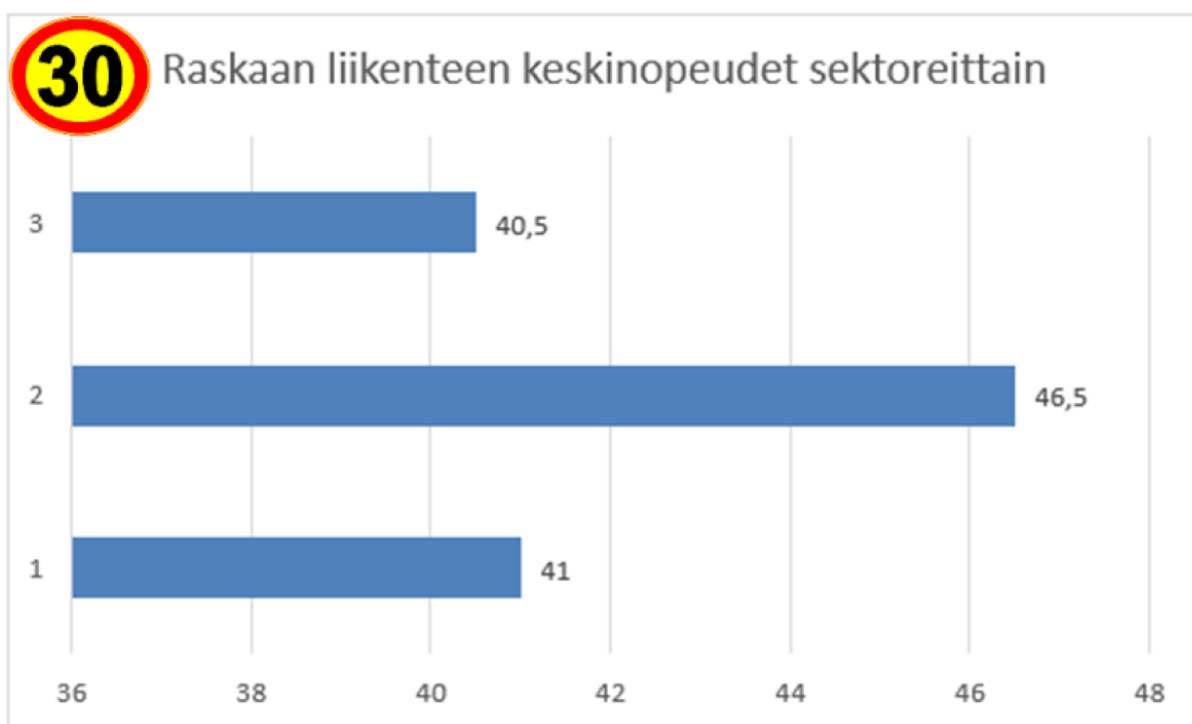
Kuva 18. Taulukko vasemman kaistan keskinopeuksista (Kaasinen, 2024).



Tulokset ovat vasemman kaistan osalta samat, mutta tyypillisesti keskinopeudet ovat korkeammat tällä kaistalla kuten yllä olevasta kaaviosta näkee. Kuvassa 19 mittaustulokset raskaan liikenteen osalta.

Raskas liikenne

Kuva 19. Taulukko raskaan liikenteen keskinopeuksista (Kaasinen, 2024).



Raskaan liikenteen keskinopeudet vastaavat pitkälti henkilöautojen keskinopeuksia oikealla kaistalla. Tämä on sinänsä huolestuttavaa, koska raskaat ajoneuvot aiheuttavat potentiaalisesti paljon vakavimpia onnettomuuksia kuin henkilöautot. Ammattikuljettajien tulisi myös kyetä hallitsemaan nopeuttaan sekä havainnoimaan nopeusrajoituksia keskimääräistä henkilöauton kuljettajaa paremmin.

Korkein nopeus raskaalle ajoneuvolle mitattiin sektorilla kaksi vasemmalla kaistalla. Mitatun ajoneuvon nopeus oli 60,2 km/h. Tällainen nopeusrajoituksen ylitys selittyy ammattikuljettajan osalta ainoastaan piittaamattomuudella.

Sektorilla yksi mitattiin 14 raskasta ajoneuvoa, joista ainoastaan neljä ajoi alle 36 km/h. Sektorilla kaksi vastaava määrä oli ainoastaan yksi raskas ajoneuvo.

Kaistanvaihdot

Tämän mittauksen aikana tapahtui kolme keltaisen sulkuviivan ylittänyttä kaistanvaihtoa, kaikki ajoneuvot olivat henkilöautoja. Yksi kaistanvaihto suoritettiin oikealta kaistalta vasemmalle kaistalle sekä toinen vasemmalta kaistalta oikealle juuri työalueen alussa sektorilla kaksi. Työalueen kohdalla, eli sektorilla kolme sattui yksi kaistanvaihto vasemmalta kaistalta oikealle kaistalle. Lämpökartan perusteella myös sektorin kolme kaistanvaihtoa tapahtui juuri ennen työalueen kapeita kaistoja.

7 Muut työmaat

Tässä osiossa käsitellään Helsingissä sijaitsevien Kurkimäen alikulun ja Metsämäentien sillan sillankorjaus työmaita sekä Loviisassa VT 7 lyhytaikaisen työn mittausta välillä Loviisa-Koskenkylä, suuntana Helsinki.

7.1 Kurkimäen alikulku (kehä 1)

- Mittaus pvm: 4.9.2023 klo 9.30
- Sää: Aurinkoinen
- Näkyvyys: Hyvä
- Mitattuja ajoneuvoja: noin 300 kpl/suunta

Kurkimäen alikululla, uusittiin koko alikulku käytävä. Työ oli suhteeltaan nii laaja, että alun perin liikenne oli idän suuntaan ohjattu erilliselle kiertotiesillalle, joka rakennettiin tätä työtä varten. Mittausaikana työ oli kuitenkin siinä vaiheessa, että liikenne oli ohjattu takaisin alkuperäiselle sillalle. Kuvassa 20 nähdään Kurkimäen alikulun työmaa.

Kuva 20. Ilmakuva Kurkimäen alikulun työmaasta (Kaasinen, 2023).



Mittausaikana idän suuntaan oli voimassa hieman poikkeukselliset liikennejärjestelyt. Aikaisemmin työmaan kohdalla oli ollut väliaikainen kiertotiesilta, joka oli mittausaikanapurku vaiheessa. Purkuvaiheessa työmaa ohjattiin korjatulle sillalle. Ajoratamerkintöjä ei ollut vielä tehty idän suuntaan, mutta koko ajoradan yhteislevyys oli noin 8 metriä. Tilaa oli siis enemmän kuin riittävästi kahdelle kaistalle. Idän suunnan mittausalueen alussa sijaitsivat 30 km/h nopeusrajoitukset sekä heräteraidat.

Lännen suuntaan mitattiin työmaalta poistuvien ajoneuvojen nopeuksia. Lännen suuntaan oli voimassa edelleen ”tavalliset” siltatyömaan liikennejärjestelyt. Myös lännen suuntaan oli voimassa 30 km/h nopeusrajoitus. Mittausalueen lopussa näkyvät 60 km/h palautusmerkit. Palautusmerkeistä noin 120 metriä eteenpäin muuttuu nopeusrajoitus 80 km/h. Kuvassa 21 nähdään Kurkimäen työmaan mittautulokset.

Kuva 21. Kurkimäen alikulun mittaustulokset (Kaasinen, 2023).



Mittaustuloksista voidaan tulkita, että myös tällä työmaalla keskinopeudet ylittävät keskimäärin nopeusrajoituksen merkittävästi. Itään päin ainoastaan 10 ajoneuvoa ajoi alle 35 km/h keskinopeutta, joka on siis 3,04 % mitatuista ajoneuvoista. Korkein mitattu keskinopeus itään päin oli 76,3 km/h ja 57 ajoneuvoa ajoi yli 60 km/h keskinopeutta mikä on 17,33 % ajoneuvoista. Itään päin mitattuja ajoneuvoja oli 329. Tulokset ovat huolestuttavia, mutta on myös todettava, että tässä työvaiheessa 30 km/h saattoi olla turhan matala. Olisi ollut aiheellista nostaa nopeusrajoitus esim. 50 km/h tässä työvaiheessa.

Länteen päin mitattuja ajoneuvoja oli 279. Näistä ajoneuvoista pysähtyneitä linja-autoja lukuun ottamatta ei ainutkaan ajoneuvo noudattanut 30 km/h nopeusrajoitusta työmaalta poistuttaessa. Tästä voidaan todeta, että kuljettajat tyypillisesti aloittavat kiihdyttämisen normaalia nopeusrajoitusta kohti jo, kun he havaitsevat työalueen loppuvan. Tämä voi aiheuttaa vaaratilanteita koska, työalueen lopussa voidaan tehdä töitä sekä kuten kyseisellä työmaalla myös työmaakaiteet ja muut liikenteenohjauslaitteet sijaitsevat työalueen lopussa. Nämä eivät siis ole optimaaliset olosuhteet tavallisen nopeuden ajamiseen.

Raskas liikenne

Idän suuntaan raskaan liikenteen keskinopeudet olivat keskimäärin 48,6 km/h. Näistä mitatuista raskaista ajoneuvoista korkein nopeus oli 63,4 km/h. Idän suuntaan mitattiin 19

raskasta ajoneuvoa. Linja-auto pysäkin nopeudet jätettiin tarkoituksella mittausten ulkopuolelle, jotta saataisiin realistinen kuva keskinopeuksista.

Lännen suuntaan mitattiin 23 kpl raskasta ajoneuvoa, joista yksi jätettiin tulosten ulkopuolelle koska, kyseessä oli linja-auto, joka pysähtyi mittausalueella sijaitsevalle pysäkillä. Näiden 22 raskaiden ajoneuvojen keskinopeudet olivat keskimäärin 61,8 km/h. Lännen suuntaan nopeudet selittyvät, myös sillä, että työmaan työalue oli lopussa ja edessä sijaitsi palautusmerkkien jälkeen 80 km/h nopeusrajoitus. Raskailla ajoneuvoilla kiihdyttäminen ei myöskään onnistu yhtä ripeästi kuin henkilöautoilla, joten todennäköisesti usea kuljettajista aloitti jo mittausalueella kiihdytyksen kohti 80 km/h nopeutta.

Kaistanvaihdot

Siitä huolimatta, että kaistamerkinnyt puuttuivat ja kaistanvaihto olisi ollut sallittua tapahtui mittausalueella ainoastaan 13 kaistanvaihtoa joista 10 oli oikealta vasemmalle. Tämä johtui siitä, että ajoneuvot sekä linja-autot (4kpl) ryhmittäivät kääntymään liikennevaloista vasemmalle työmaan jälkeen.

7.2 Metsämäentien silta, Hakamäentie, Helsinki

- Mittaus pvm: 25.9.2023 klo 14.23
- Sää: Pilvinen
- Näkyvyys: hyvä
- Mitattuja ajoneuvoja: 294 kpl

Metsämäentien sillalla korjattiin sillan vesieristeitä. Vesieristeet uusittiin, jotta päällystevauriot saataisiin korjattua. Huonossa kunnossa olevat vesieristeet aiheuttivat päällystykseen epätasauksia. Kuvassa 22 Metsämäentien työmaa ilmasta kuvattuna.

Kuva 22. Ilmakuva Metsämäentien sillasta (Kaasinen, 2023).



Kuten tuloksista näkee, ovat keskinopeudet keskimäärin lievän ylinopeuden puolella. Kuten tyypillisesti oli keskinopeus vasemmalla kaistalla korkeampi kuin oikealla kaistalla. Oikealla kaistalla 223 mitattua ajoneuvosta ajoi 25 ajoneuvoa yli 60 km/h vauhtia. Korkein mitattu nopeus oli 66,6 km/h, mitattu ajoneuvo oli henkilöauto. Raskasta liikennettä oli oikealla kaistalla 7 kpl, joista yksi oli linja-auto. Muiden raskaiden ajoneuvojen (6kpl) vaihteli välillä 39,7–55,3 km/h.

Vasemmalla kaistalla mitattiin nopeudet 71 ajoneuvosta. Vasemmalla kaistalla ajaneiden keskinopeuksien keskiarvo oli 60 km/h, joka vastaa täsmällisesti vakituista nopeusrajoitusta alueella. Vasemmalla kaistalla mitatut nopeudet vaihtelivat välillä 46,2 km/h ja 80,7 km/h. 41 ajoneuvoa ajoi yli 60 km/h nopeutta. Ainoastaan 12 ajoneuvoa ajoi alle 55 km/h nopeutta.

Korkein mitattu nopeus 80,7 ja yli 70 km/h nopeuden ylittäviä ajoneuvoja oli 4 kappaletta. Yli 20 km/h ylinopeudet johtaisivat päiväsakkoihin.

Mittauksen aikana vasemman puolista kaistaa ei ajanut yksikään raskasajoneuvo.

Lämpökartasta voidaan havaita, että työalueella ei ole mittauksen aikana suoritettu ainuttakaan liikennesääntöjen vastaista kaistanvaihtoa. Tämä havainto on osin yllättävä, koska työalueen jälkeen on liittymä Pohjois-Pasilaan ja Ilmalaan. Tämä kertoo siitä, että kuljettajat ovat todennäköisesti valinneet oikeanpuolisen kaistan, mikäli tarkoituksena oli kääntyä liittymästä. Tämä selittäisi myös osittain sitä, miksi oikean kaistan liikennemäärä (223kpl) oli yli kolme kertaa suurempi kuin vasemman kaistan (71kpl). Kaistanvaihtoja kyllä tapahtui ennen työmaata sekä työmaan jälkeen, mutta nämä eivät ole vaikuttaneet työma-alueen turvallisuuteen.

7.3 Lyhytaikainen työ Loviisa VT 7

- Mittaus pvm: 21.9.2023 klo 8.45
- Sää: Pilvinen
- Näkyvyys: hyvä
- Mitattuja ajoneuvoja: 60 kpl

Tässä mitattiin lyhytaikaisen työn ohittavan liikenteen nopeuksia. Työssä korjattiin sillalla olevia kaiteita. Työtä suojasi törmäyssuoja-ajoneuvoa.

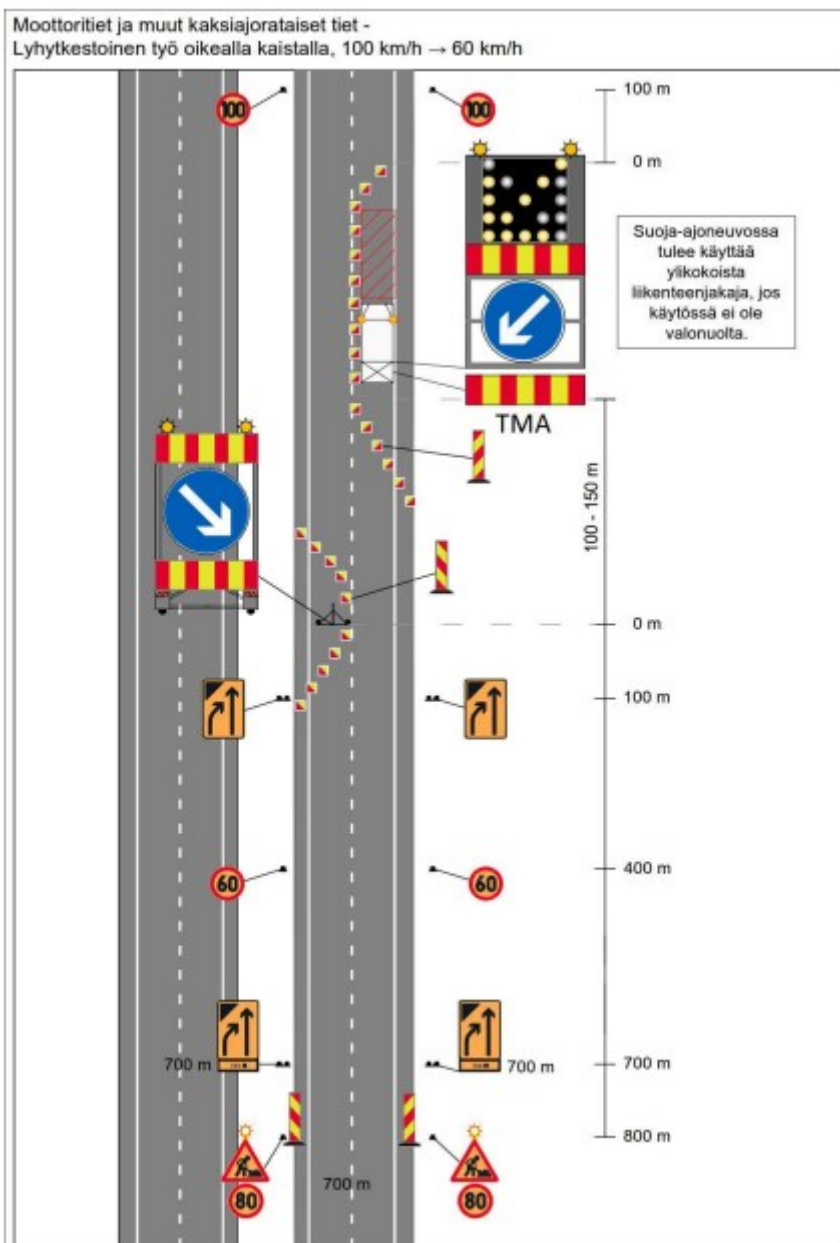
Tilapäiset liikennejärjestelyt toteutettiin Väyläviraston liikenne tietyömaa ohjekuvan ”lyhytkestoinen työ oikealla kaistalla” mukaisesti. Ainoana erona, että alkuperäinen nopeusrajoitus oli 120 km/h ja nopeus pudotettiin tilaajan toiveesta 50 km/h asti. Porrastus tapahtui siis kuvan 23 mukaisesti.

Kuva 23. Havainnekuva nopeusrajoitusten porrastuksesta Loviisan työmaalla (Kaasinen, 2024).



Kuvassa 24 nähdään ohjekuva, jonka mukaan liikennejärjestelyt toteutettiin.

Kuva 24. Väyläviraston ohjekuva liikenne tietyömaalla ohjeesta (Väylävirasto, 2021).

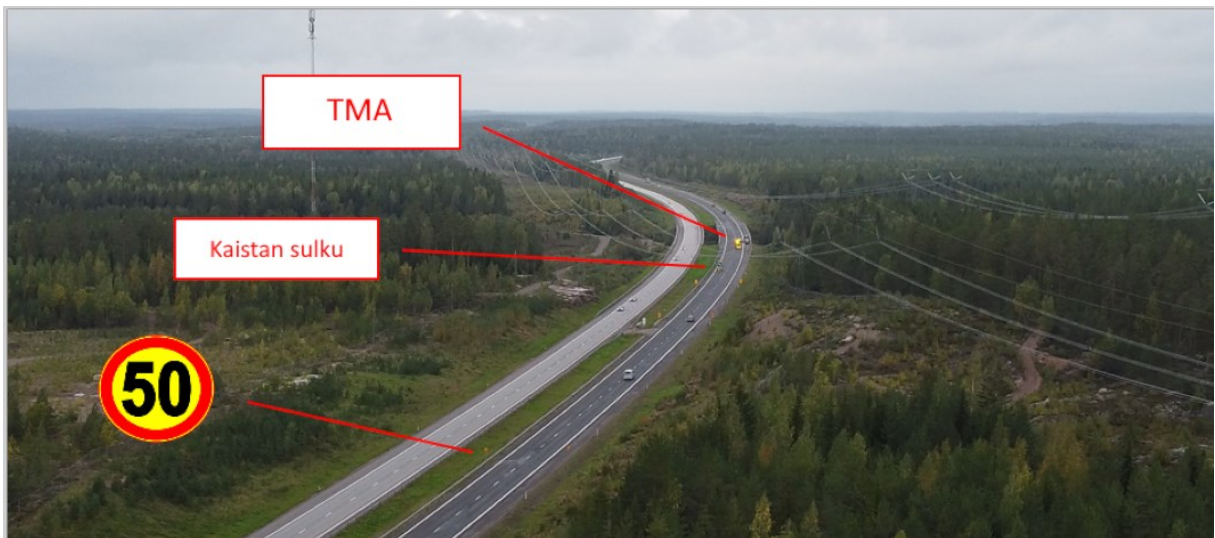


Mitattuja ajoneuvoja oli 60 kappaletta. Mitattujen ajoneuvojen keskinopeudet keskimäärin olivat, 60,3 km/h. Raskaiden ajoneuvojen keskinopeudet olivat keskimäärin 55,4 joten hieman maltillisemmat kun henkilöautojen. Keskinopeudet mitattiin 300 metrin matkalta, joka alkoi 50 km/h nopeusrajoituksista ja päättyi kaistansulun kohdalla. Nämä mittaustulokset ovat huomattavasti paremmat kuin muilla ”kiinteillä” työmailla. Syitä tähän voi olla se, että tämä on lyhytaikainen työ ja kuljettajat eivät varmuudella tiedä mitä edessä on vastassa. Joten he joutuvat ajamaan havaintojensa perusteella tottumuksien sijasta.

Korkein mitattu nopeus oli 87,5 km/h ja 15 ajoneuvoa ylitti 65 km/h keskinopeuden, eli 25 % ajoi keskimäärin yli 15 km/h ylinopeutta. Raskaan liikenteen osalta korkein mitattu keskinopeus oli 61,2 km/h.

Tulokset ovat myös siinä mielessä poikkeukselliset koska normaalisti nopeusrajoitus kesäisin on tällä osuudella 120 km/h, joten nopeuden pudotus 50 km/h nopeusrajoitukseen on erittäin huomattava. Ajoneuvoista kuitenkin 34 kappaletta alitti 60 km/h keskinopeuden. Kuvassa 25 nähdään työmaalla toteutetut liikennejärjestelyt.

Kuva 25. Ilmakuva Loviisan työmaasta, johon merkattu olennaiset liikenteenohjauslaitteiden sijainnit (Kaasinen, 2023).



8 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

8.1 Johtopäätökset

Tuloksista voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, että on useita tekijöitä, jotka vaikuttavat työmaan ohittavan liikenteen nopeuksiin ja ajokäyttäytymiseen. mm. tien pysty- ja vaakageometrian mitoitusarvot, ajoradan leveys ja kaarteiden kaarresäteet.

Tuloksista voidaan tulkita myös, että kapeat ajoradat eivät automaattisesti johda hiljaisimpiin ajonopeuksiin, vaikka tällä pyritäänkin viestimään tienkäyttäjille, että on syytä hidastaa. Valitettavaa on myös, että mittaustulosten perusteella mm. heräteraidoilla ei näyttäisi olevan minkäänlaista vaikutusta ajonopeuksiin. On mahdollista, että kuljettajien prioriteettina ei ensisijaisesti ole nopeusrajoituksen noudattaminen tietyömaalla. Kuljettajien keskittyminen saattaa kohdistua mm. ajoradalla pysymiseen, mikäli ajorata on poikkeuksellisen kapea. Mikäli kuljettajat joutuvat käyttämään kaiken havainnoinnin ajoradalla pysymiseen sekä törmäysten välttämiseen, saattaa ajonopeudet nousta huomaamatta vaikka loogisena reaktiona olisikin hidastaa. Syynä voi lisäksi olla, että kuljettajat eivät yksinkertaisesti koe alennettua nopeusrajoitusta aiheelliseksi.

Tuloksista voidaan myös päätellä, että kuljettajat tottuvat tietyömaiden tilapäisiin liikennejärjestelyihin. Siltatyömaat kestävät tyypillisesti muutaman kuukauden, jolloin tienkäyttäjät tottuvat ympäristöön eivätkä enää joudu hidastamaan havainnoidakseen järjestelyitä, vaan he ajavat totutun mukaan. Esimerkiksi Loviisassa tehdyn mittauksen perusteella nopeudet alenivat merkittävästi koska kyseessä oli lyhytaikainen työ, jota kuljettajat eivät olleet ennen ohittaneet. Kun epävarmuustekijät lisääntyvät, nopeus laskee. Kun taas totutaan ympäristöön ja ajetaan tottumuksien mukaan, ajonopeus nousee.

8.2 Kehityskohteet

Jotta työmaan ohittavan liikenteen ajonopeudet saataisiin nopeusrajoitusten mukaiseksi, tulisi työmaan visuaalisuutta parantaa. Keinoja voisi olla mm. vilkkujen lisääminen työmaan alimpien nopeusrajoitusten päälle varsinkin, mikäli työmaan nopeusrajoitusta pudotetaan merkittävästi normaalitilasta ja havainnoidaan, että niitä ei noudateta.

Siltatyömaiden osalta voitaisiin myös, siirtä käytäntöön, että esim. Lahnalahden alikulun tyyppisissä kohteissa voitaisiin liikenne ohjata kokonaan toiselle puolelle. Kuvasta 26 välitty idea.

Kuva 26. Periaatekuva vaihtoehtoisista liikennejärjestelyistä siltatyömaille (Kaasinen, 2024).



Mikäli yllä olevalla periaatteella toteutettaisiin liikennejärjestelyt, jouduttaisiin keskialue täyttää murskeella sekä täyttö päällystää. Tämä toisi jonkin verran lisätöitä ja kustannuksia mutta parantaisi merkittävästi liikenneturvallisuutta ja työturvallisuutta sekä alentaisi varmasti nopeuksia koska sillan kiertävistä kaarteista tulisi sen verran tiukat. Positiivisena vaikutuksena on se, että tällä menetelmällä työ olisi mahdollisesti nopeampi tehdä sekä eristeiden ja päällystysten limitykset tulisivat varmasti laadukkaasti tehdyksi.

Riskinä tämän tyyppisillä järjestelyillä on se, että mikäli esimerkiksi varsinkin raskaan ajoneuvon kuljettaja ei huomaa, että liikenne ohjataan toiselle puolelle voisi tämä mahdollisesti ajaa työmaakaiteiden läpi työalueelle. Mikäli tämän tyyppisiä järjestelyitä toteutettaisiin, pitäisi puskurivyöhykkeen olla huomattavasti pidempi, kun normaalisti. Lisäksi voitaisiin työmaakaiteita laittaa kahdessa kerroksessa saman suuntaisesti, jolloin suojaavuus paranisi. Idea välittyy yllä olevasta periaatekuvasta.

Työmaan liikennejärjestelyiden huomiota voitaisiin myös parantaa päivittämällä tietömaiden infotaulujen väriä kirkkaammaksi. Infotaulut asennetaan ennen työmaan alkua, mutta eivät välttämättä erotu maastossa keskivertoiselle liikenteenkäyttäjälle. Infotaulut

sijoitetaan tyypillisesti jo ennen ensimmäisiä merkkejä, jolloin ne voisivat herättää kuljettajien huomion sopivasti juuri ennen tietyömaan liikennejärjestelyitä.

Työnaikaisten liikennejärjestelyiden suunnittelussa tulisi myös huomioida työkohteen pysty ja vaaka geometria. Mikäli työalue sijaitsee kaarteiden takana ”piilossa” voitaisiin esim. sulkupylväitä tai muita huomiota herättäviä liikenteenohjauslaitteita sijoittaa ennen, kun itse työalue on havaittavissa. Tämä antaisi kuljettajalla kuvan siitä, että nyt saavutaan työalueelle ja on syytä hidastaa.

Ohjeiden mukaisesti tulee heräteraitojen ensimmäinen sarja sijoittaa 50–100 m ennen työmaata ja toinen sarja 150–200 m ennen työmaata (Väylävirasto, 2021). Heräteraitojen efekti voisi mahdollisesti olla parempi, mikäli molemmat sarjat sijoitettaisiin lähemmäksi toisiaan. Heräteraita sarjojen välinen etäisyys voisi esimerkiksi olla maksimissaan 50 m, jolloin ääriäefekti tulisi suhteellisen peräkkäin. Heräteraitoja tehtäessä tulisi myös varmistaa, että ne saavuttavat ohjeiden mukaiset maksimissaan 10 mm korkeuden, kun ne tehdään merkintämässällä (Väylävirasto, 2021). Matalampien heräteraitojen vaikutus varsinkin uudemmissa autoissa on mitätön, jolloin ne eivät tuo haluttua ”herättävää” ääriä auton ohjaamoon.

Tilapäisten nopeusrajoitusten liikennemerkki kokoa voitaisiin myös suurentaa ja mahdollisesti kalvon väriä jopa muuttaa eri väriseksi. jolloin se erottuisi tavalliselle tienkäyttäjälle eri tavalla. Nopeusrajoitusten merkkien kalvon muutos ei tarvitsisi olla radikaali vaan voisi olla esim. hieman punaisempi, jolloin se mahdollisesti kiinnittäisi tienkäyttäjien huomion entistä paremmin. Tämä toki vaatisi muutoksia lainsäädäntöön sekä olisi prosessina mahdollisesti pitkä. Vertauskuvana voidaan pitää sitä, että työnaikaisten järjestelyiden kaistamerkinnet tehdään keltaisena, valkoisen sijaista. Tutkimuksesta myös nähtiin, että laittomia kaistanvaihtoja työalueella tapahtuu äärimmäisen vähän. Myös tilapäiset kaista ja esim. kiertotieopasteet ovat keltapohjaisia, kun taas kiinteät ja kiertotieopasteet ovat sinipohjaisia. kuvasta 27 näkyy kuinka paljon paremmin havaittava, suurempi liikennemerkki on.

Kuva 27. Työnaikainen liikennemerkki Sveitsin Luganossa (Kaasinen, 2024).



Näillä menetelmillä voitaisiin mahdollisesti ylinopeuksia vähentää tietyömailla sekä lisätä liikenteen kuin myös työntekijöiden turvallisuutta. Kehitysehdotukset saattaisivat tuoda lisätyötä, mutta useasti kohteilla joudutaan tekemään jonkin verran valmistelevia töitä, joten työmäärä ei välttämättä olisi kohtuuton. Lisääntyneet kustannukset voisi tuoda epäsuoria taloudellisia hyötyjä, mikäli työn kesto olisi lyhyempi ja laatu parempi.

Lähteet

Helsingin kaupunki. (2022) *Ohje, tilapäiset liikennejärjestelyt*

[Tyypikuvat.pdf \(hel.fi\)](#)

Liikenneturva. (2021) *Valtaosan mielestä tietyömaiden kohdalla ajetaan liian kovaa*

<https://www.liikenneturva.fi/ajankohtaista/valtaosan-mielesta-tietyomaiden-kohdalla-ajetaan-liian-kovaa/#151df49c>

Liikennevirasto. (2018). *Sulku- ja varoituslaitteet. Liikenneviraston ohjeita 2/2018*

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-02_sulku_varoituslaitteet_web.pdf

Onnettomuustietoinstituutti. (2021). *OTI-vuosiraportti 2021.*

<https://www.lvk.fi/document/432042/50B309C2C1FF6F7CD15F6CAC0900E4D9EB4D3C7510A6BA6254E7351C8179978A>

PKS-kaupungit. (2023). *Yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt*

[32103490 SKTY PKS Yleiset alueet A5 v2.pdf \(hel.fi\)](#)

Tieliikennelaki 729/2018.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729#L7P187>

Traficom. (2024) *Lennättäminen avoimessa kategoriassa*

<https://droneinfo.fi/fi/lennattaminen-avoimessa-kategoriassa?toggle=A1%20alakategoria>

Väylävirasto. (2020). *Liikenne tietyömaalla- Kunnossapitotyöt Väyläviraston ohjeita 15/2020*

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-15_kunnossapitotyot_web.pdf

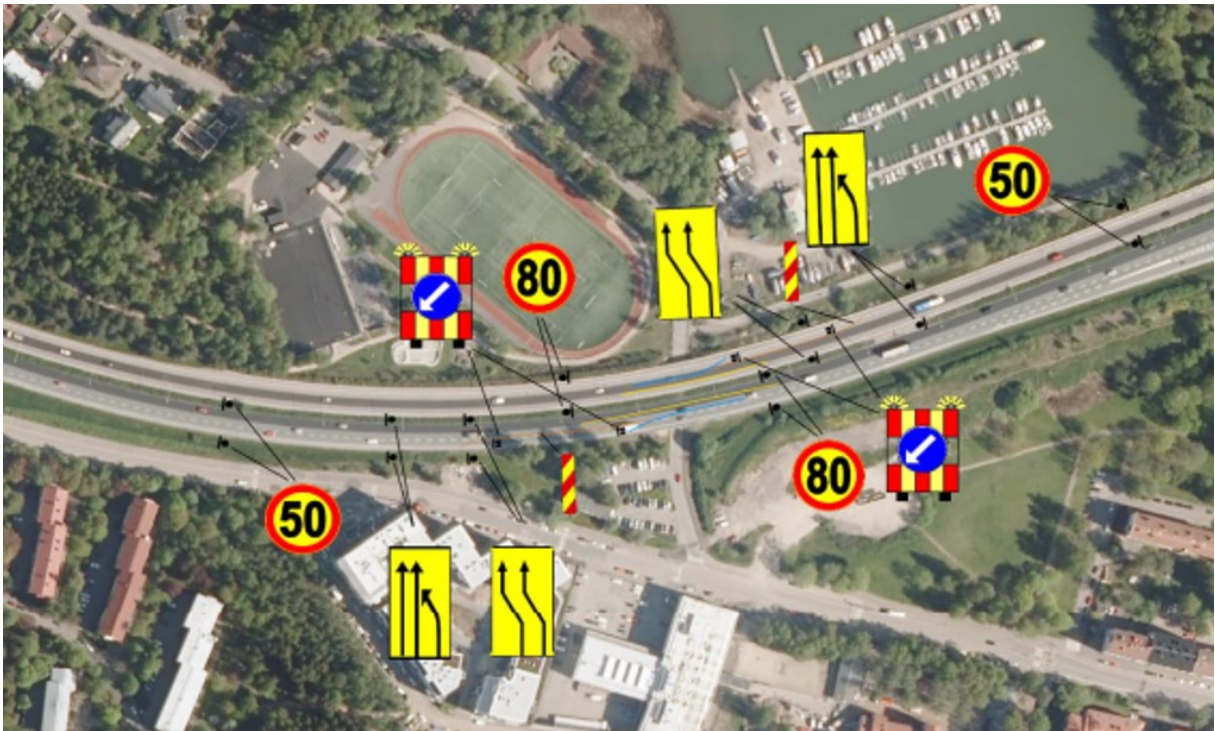
Väylävirasto. (2021). *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat. Väyläviraston ohjeita*

11/2021 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-11_tienrakennustyomaat_web.pdf

Väylävirasto. (2023). *Tieliikenneonnettomuudet*

<https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Tie/Tieliikenneonnettomuudet>

Liite 1. Kuvakaappaus Lahnalahden alikulun liikenteenohjaussuunnitelmasta



Liite 2. Liitteen otsikko