



TMA - Törmäysvaunun käytön turvallisuuden kehittäminen

Joonas Pyhälä

OPINNÄYTETYÖ
Kevät 2024

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohto

PYHÄLÄ, JOONAS

TMA - Törmäysvaunun käytön turvallisuuden kehittäminen

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Huhtikuu 2024

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää törmäysvaimentimien käytön nykytilannetta Pohjoismaissa, erityisesti Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Opinnäytetyössä tarkasteltiin myös Destia Oy:ssä sattuneita TMA-laitteiden onnettomuuksia ja vertailtiin eri maiden käytäntöjä törmäysvaimentimien käytölle sekä niiden liikenteenjärjestelyohjeistuksia.

Tiedon hankinta Pohjoismaista osoittautui haasteelliseksi kielimuurin vuoksi, mikä vaati paljon kääntämistä ja internet-hakuja. Tulevaisuudessa jokaisesta Pohjoismaasta olisi hyvä olla liikenneviranomaisen yhteyshenkilönä, joka tarjoaisi ohjeistuksia sekä omalla äidinkielellään että englanniksi, helpottaen näin kommunikointia ja vähentäen työaika.

Keskeinen havainto oli, että törmäysvaimentimet ovat olennainen osa tietyömaiden turvallisuutta, mutta onnettomuuksia tapahtuu edelleen, vaikka liikennejärjestelyt olisivat kunnossa. Esitetyt kehitysideoita, kuten törmäysvaimentimien näkyvyyden parantaminen, voivat auttaa vähentämään tienkäyttäjien virhearvioin- teja ja siten pienentää onnettomuusriskiä.

Vertailtaessa Pohjoismaiden käytäntöjä ja ohjeistuksia havaittiin, että ne vaihtelivat hieman eri maissa, mutta pyrkivät yleisesti ottaen varmistamaan törmäysvaimentimien turvallisen käytön. Suositus onkin, että maiden välillä jaettaisiin käytäntöjä enemmän ja opittaisiin toinen toisiltaan.

Yhteenvedon voidaan todeta, että törmäysvaimentimet ovat tärkeä osa tietyömaiden turvallisuutta, mutta niiden käytön turvallisuutta voidaan edelleen parantaa. Tulevaisuudessa olisi tärkeää hyödyntää NordicWay -hanketta entistä enemmän ja kehittää sitä mahdollistaen tienkäyttäjille entistä paremmin tietoutta siitä, mitä tiestöllä tapahtuu.

Opinnäytetyö eteni suunnitellusti ja tarjosi arvokasta tietoa projektille. Kehitysprojektin jatkuessa keskitytään uusien kehitysideoiden testaukseen ja niiden käytännön soveltamiseen, tavoitteena parantaa entisestään törmäysvaimentimien käytön turvallisuutta.

Asiasanat: törmäysvaimennin, liikenneturvallisuus, onnettomuudet

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

PYHÄLÄ JOONAS
Development of Truck Mounted Attenuator Safety

Thesis 36 pages, 7 pages of appendices
April 2024

The purpose of this thesis was to investigate the status of attenuator usage in the Nordic countries, particularly in Finland, Sweden, Norway, and Denmark. The study also examined accidents involving TMA (Truck Mounted Attenuator) devices at Destia Oy and compared different countries' practices regarding attenuator usage and traffic management guidelines.

Acquiring information from the Nordic countries proved challenging due to language barriers, necessitating extensive translation work and internet searches. In the future, it would be beneficial to have a traffic authority liaison officer from each Nordic country who could provide guidance in both their native language and English, thus facilitating communication and reducing workload.

A key observation was that attenuators are an essential part of work zone safety, yet accidents still occur despite proper traffic management. Proposed development ideas, such as improving attenuator visibility, may help reduce driver misjudgments and subsequently lower the risk of accidents.

When comparing practices and guidelines among the Nordic countries, it was observed that while they varied slightly between different countries, they aimed to ensure the safe use of attenuators. Therefore, it is recommended that countries share practices more extensively and learn from each other.

In conclusion, attenuators play a crucial role in work zone safety, but their usage safety could be further improved. It is important to develop the NordicWay project in the future and provide road users with information about ongoing roadwork.

The thesis progressed as planned and provided valuable insights for the project. As the development project continues, focus will be placed on testing new development ideas and implementing them in practice, with the goal of further enhancing the safety of attenuator usage.

Key words: Truck Mounted Attenuator, Road Safety, Accidents

SISÄLLYS

1	Johdanto	6
2	Törmäysvaimentimet Suomessa	7
	2.1. TMA-Laitteen vaatimukset Suomessa.....	8
	2.1.1 TMA-laitteiden värit ja heijastinpinnat	8
	2.1.2 TMA-laitteiden varoitusvalot	9
3	Törmäysvaimennin onnettomuudet Destia Oy 2022–2023	11
	3.1. Johtopäätökset onnettomuusanalyysistä	13
4	Törmäysvaimentimet Pohjoismaissa.....	14
5	Törmäysvaimentimet Ruotsissa	15
	5.1. Ruotsin hyväksyntäprosessi.....	15
	5.1.1 Onnettomuudet Ruotsissa	16
6	Törmäysvaimentimet Tanskassa	18
	6.1. TMA-laitteiden onnettomuudet Tanskassa	18
	6.1.1 TMA-laitteiden ohjeistus Tanskassa	18
7	Törmäysvaimentimet Norjassa	19
	7.1. TMA-laitteiden käyttövaatimukset Norjassa	20
8	Törmäysvaimentimen havaittavuuden kehittäminen	21
9	NordicWay -hanke	22
	9.1. NordicWay 1 -hanke, 5,2M € (2015–2017)	22
	9.2. NordicWay 2 -hanke, 18,9M € (2017–2020)	23
	9.3. NordicWay 3 -hanke, 20,5M € (2019–2023)	24
	9.4. NordicWay -hankkeen pohdinta	25
10	Pohdinta.....	26
	Lähteet.....	28
	Liitteet	29
	Liite 1. Toimintaympäristöluokat	29
	Liite 2 Toimintaympäristöluokkien mukaiset varoituslaitteille asetetut vaatimukset.....	30
	Liite 3. Suomen liikenteenjärjestely ohjeistus.....	31
	Liite 4. Ruotsin Liikenteenjärjestely ohjeistus.....	32
	Liite 5. Tanskan Liikenteenjärjestely ohjeistus	33
	Liite 6a. Norjan liikenteenjärjestely ohjeistus 1(2)	34
	Liite 6b. Norjan liikenteenjärjestely ohjeistuksia 2(2)	35

LYHENTEET JA TERMIT

TMA	Törmäysvaimennin, Truck Mounted Attenuator.
TTMA	Törmäysvaimennintraileri, Trailer Truck Mounted Attenuator.
VTI	Ruotsin valtion liikenne- ja kuljetustutkimuslaitos.
STRADA	Ruotsin kansallinen tieliikenneonnettomuusjärjestelmä.
Trafikverket	Ruotsin Liikennevirasto.
Vejdirektoratet	Tanskan Liikennevirasto.
NCHRP	Norjan tie- ja liikennetutkimusohjelma, National Cooperative Highway Research Program.
C-ITS	Vuorovaikutteiset älykkäät liikennejärjestelmät, Cooperative Intelligent Transport Systems.
Yksiajoratainen tie	Tie, jolla on yksi yhteinen ajorata vastakkaisiin suuntiin kulkeville liikennevirroille.
Kaksiajoratainen tie	Tie, jolla on erilliset ajoradat vastakkaisiin suuntiin kulkeville liikennevirroille. Ajoradat erotetaan toisistaan keskialueella tai keskikaiteella.

1 Johdanto

Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on perehtyä Pohjoismaiden törmäysvaimentimien käyttöön ja liikenteenjärjestelyohjeistuksiin, sekä tarkastella törmäysvaimentimien turvallisuuden kehittämismahdollisuuksia.

Opinnäytetyössä tarkastellaan myös Destia Oy:n vuosina 2022–2023 tapahtuneita TMA-laitteiden onnettomuuksia. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miksi näitä onnettomuuksia esiintyy hyvissä sääolosuhteissa, vaikka liikennejärjestelyt ovat olleet kunnossa ja niitä on noudatettu.

Opinnäytetyössä pyritään tunnistamaan tekijöitä, jotka voisivat selittää tällaisten onnettomuuksien taustalla olevia syitä. Tämän analyysin avulla pyritään hahmotamaan mahdollisia kehityskohteita ja parannusehdotuksia törmäysvaimentimien käytön turvallisuuden edistämiseksi tieliikenteessä.

Selvitystyössä käydään läpi, millaiset vaatimukset Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa on tällä hetkellä TMA:n käytölle, sekä luodaan lyhyt katsaus TMA:n käyttövaatimuksista. Vaatimuksia vertaillaan keskenään ja pohditaan, onko muiden maiden vaatimuksissa jotain, jota voisi hyödyntää myös Suomessa.

Työssä vertaillaan myös liikenteenjärjestelyohjeistusta Pohjoismaiden välillä ja selvitetään, onko niissä selkeitä eroavaisuuksia.

Selvitystyö koostuu seuraavista osioista:

- Törmäysvaimentimet Suomessa
- Analyysi Destia Oy:n 2022–2023 TMA-onnettomuuksista
- Törmäysvaimentimet Pohjoismaissa
- Liikenteenjärjestelyn ohjeistus Pohjoismaissa
- Kehitysideat
- NordicWay -hankkeen läpikäynti
- Pohdinta ja suositukset

2 Törmäysvaimentimet Suomessa

Törmäysvaimennin on olennainen osa tietyömaiden turvallisuutta, ja sen tarkoituksena on luoda suojaava este sekä suojavyöhyke työkohteen ympärille. Tämä laite koostuu pääasiassa vaimentimesta sekä suoja-ajoneuvosta. Törmäysvaimentimen tarkoituksena on vähentää törmäyksen voimaa ja siten minimoida mahdolliset henkilövahingot.

Suomessa vaaditaan, että törmäysvaimentimien tulee olla Ruotsin Trafikverketin hyväksymää tyyppiä ja sekä heidän vaatimuksensa mukaiset törmäyskokeet läpäissyt tuote. Tämän lisäksi törmäysvaimennin tulee asentaa aina valmistajan asennusohjeiden mukaisesti. Asennuksessa on tärkeää huomioida, että ajoneuville, johon törmäysvaimennin asennetaan, vaaditaan suurempaa massaa verrattuna pelkkään suoja-ajoneuvoon, jotta törmäysvaimennin toimisi tehokkaasti.

Törmäysvaimenninta käyttäessä muodostuu törmäyseste työkohteen ympärille, mikä vähentää mahdollisten peräänajo-onnettomuuksien vaikutuksia tienkäyttäjiiin ja vähentää myös työkohteen henkilövahinkojen sattumista.

Suomessa törmäysvaimenninta tulee käyttää aina, kun:

- tehdään nostokoritöitä ajoradalla tai pientareella
- ollaan kaksiajorataisilla teillä, joilla pysyvä nopeusrajoitus on 60 km/h tai enemmän
- ollaan yksiajorataisilla teillä, joiden liikennemäärät ylittävät 6000 ajoneuvoa/vuorokaudessa ja pysyvä nopeusrajoitus on 80 km/h tai enemmän
- tehdään jalkaisin tehtäviä töitä, kun tien pysyvä nopeusrajoitus on 60 km/h tai enemmän ja liikennemäärä ylittää 900 ajoneuvoa / vuorokaudessa

Törmäysvaimenninta **ei** vaadita nopeasti liikkuvia kunnossapitotöitä tai pinnan tasausta tehdessä. (Väylävirasto 2020).

2.1. TMA-Laitteen vaatimukset Suomessa

Suomessa on määritelty ohjeistus sulk- ja varoituslaitteille, jotka luokitellaan laatuvaatimusten perusteella toimintaympäristöluokkiin. Sulku- ja varoituslaitteiden toimintaympäristöluokat ovat jaettuna kolmeen tasoon: S3, S2 ja S1 (Liite 1). Toimintaympäristöluokka S3 edustaa korkeinta ja S1 alinta laatuvaatimustasoa. (Liikenneviraston ohjeita 2018).

Suomessa käytetyt törmäysvaimentimet ovat yleensä kahta eri tyyppiä: TMA (Truck Mounted Attenuator), joka asennetaan kiinteästi suoja-ajoneuvoon tai TTMA (Trailer Truck Mounted Attenuator), joka on perässä vedettävä törmäysvaimennin.

2.1.1 TMA-laitteiden värit ja heijastinpinnat





Varoituslaitteiden takaosassa on vuorottain punaiset ja keltaiset yhtä leveät juovat siten, että lamellien päiden väri on aina punainen (Kuva 2). Juovien leveyden tulee olla 200–500 mm. S3 ja S2 toimintaympäristöissä käytetään varoituslaitteissa aina päiväloistekalvoa. Päiväloistekalvon tulee olla vihertävän sävyistä, keltavihreää, eli niin sanottua limen väriä. (Liikenneviraston ohjeita 2/2018)

TMA-laitteen punaisilla ja keltaisilla juovilla varustetun alueen on oltava heijastavaa pintaa. Heijastavan pinnan kalvotyyppi määräytyy toimintaympäristön mukaan. (Liite 1)

Hinattavan Törmäysvaimentimen alaosassa on oltava punaiset, perävaunuissa käytettävää mallia olevat heijastimet. Lisäksi varoituslaitteen etuosan äärimmäisissä kulmissa on oltava vähintään 30 cm²:n suuruiset valkoiset heijastimet. Hinattavan varoituslaitteen tulee täyttää muutkin peräkärriiltä vaadittavat ominaisuudet. (Liikenneviraston ohjeita 2/2018)

Päiväloistekalvojen väreille ei ole määritetty virallisia Pantonen värikoodeja. Niin sanotusti limen värinen päiväloistekalvo vastaa lähinnä Pantonen väriä PMS 809 C ja niin sanotusti appelsiinin värinen päiväloistekalvo väriä PMS 804 C. S1 luokassa käytettävän keltaisen kalvon värin koodi on PMS 116 C. (Kuva 1)

(Liikenneviraston ohjeita 2/2018)

	Limen värinen päiväloistekalvo, jota käytetään S3- ja S2-luokan sulkua- ja varoituslaitteissa. Pantone PMS 809 C (R227 G232 B41)
	Appelsiinin värinen päiväloistekalvo, jota käytetään S3- ja S2-luokan toimintaympäristöissä työpöydäliikenne- ja opastusmerkeissä. Pantone PMS 804 C (R255 G170 B77)
	Tavallinen liikennemerkkikeltainen, jota käytetään S1-toimintaympäristössä niin sulkua- ja varoituslaitteissa kuin liikenne- ja opastusmerkeissä. Pantone PMS 116 C (R255 G205 B0)
	Liikennemerkkipunainen, jota käytetään kaikissa toimintaympäristöissä niin sulkua- ja varoituslaitteissa kuin liikennemerkeissä. Heijastusluokka toimintaympäristön vaatimusten mukaan. Pantone PMS 185 C (R228 G0 B43)

KUVA 1. Kuvissa käytettävät värit ja niitä vastaavien todellisten kalvojen värit (Kuva: Liikennevirasto)

2.1.2 TMA-laitteiden varoitusvalot

Törmäysvaimentimen varoitustaulun yläosaan on kiinnitettävä vähintään kaksi kappaletta suuritehoisia keltaisia suunnattuja varoitusvaloja. (Kuva 2)

TMA-laitteen varoitustaulun varoitusvalot on pidettävä toiminnassa varoituslaitetta käytettäessä. Poikkeuksena tästä on hinattava TMA-laite, jonka yhteydessä on liikennevalot. Tällöin päiväsaikaan liikennevalojen ollessa käytössä, ei muita varoituslaitteen valoja pidetä päällä. Varoituspaneelilla varustetussa laitteessa varoituspaneelin valot sekä laitteen yläosassa olevat suunnatut valot on asennettava vilkkumaan vuorotellen.

Törmäysvaimenninta siirrettäessä on laitteen takakulmissa oltava punaiset takavalot käytössä. Laitteen etukulmissa on oltava valkoiset etuheijastimet, jos moottorityökoneeseen kiinnitetyn laitteen leveys on yli 1,6 m ja traktoriin kiinnitetyn laitteen leveys yli 2,2 m. Siirtokuljetuksen ajaksi tulee vilkkuvat keltaiset valot sammuttaa ja varoitustaulu kääntää vaakasuuntaan. (Liite 2, kuva 2)

(Liikenneviraston ohjeita 2/2018)



KUVA 2. Vasemmalla Suoja-ajoneuvo törmäysvaimentimella TMA (Kuva: Väylävirasto) ja oikealla törmäysvaimennin traileri TTMA. (Kuva: Elpac Oy)

3 Törmäysvaimennin onnettomuudet Destia Oy 2022–2023

Destia Oy:llä tapahtui törmäysvaunuihin kohdistuneita peräänajo-onnettomuuksia yhteensä 12 kpl joista 11 tapahtui selkeissä sekä hyvissä keliolosuhteissa.

Onnettomuudet käytiin läpi ja analysoitiin niiden tietojen perusteella, jotka olivat saatavilla. Tämän takia kaikkien onnettomuuksien syitä ei saatu täysin selville ja otanta jäi heikoksi. Alla on nostettu neljä eri tapausta tarkasteltavaksi.

Tapaus 1

Niittäjä oli juuri saanut tietyömerkit pystyyn ja aloittanut niittämisen valtatiellä 8, kun 50–100 metrin niiton jälkeen henkilöauto oli törmännyt törmäysvaunun vasempaan takakulmaan noin 50–60 km/h vauhdilla. Henkilöauto ja törmäysvaunu vaurioituivat törmäyksessä, mutta henkilövahinkoja ei tullut. Henkilöauton kuljettaja oli olettanut traktori-TMA yhdistelmän kulkevan samaa nopeutta, kun muukin liikenne...

Onnettomuus tapahtui yksiajorataisella tiellä, liikennejärjestelyt ovat olleet kunnossa. Keli on ollut selkeää ja näkyvyys hyvä. Henkilöauton kuljettajan arviointivirhe johti peräänajoon. Ilman TMA-laitetta vahingot olisivat voineet olla vakavia.

Tapaus 2

Helsinki-Tampere valtatiellä huoltopuomien putsauksia sekä lumivallien madalluksia tiistaina 2.2.2022 alkaen kello 20:00. Traktoritöitä oli suojaamassa TMA-törmäysvaunu, jota vedettiin traktorilla. Työt oli sovittu aloitettavaksi hiljaisen liikenteen aikaan. Ensimmäiselle työkohteelle, eli huoltopuomille, oltiin tekemässä siirtymäajoa rampin kautta ajosuunnassa Hämeenlinna kello 20:15. Ensimmäistä huoltopuomia kehitettiin putsata TMA:n suojauksella vain muutaman minuutin, kun ohituskaistalla ollut henkilöauto törmäsi osittain TMA-vaunun toiseen reunaan ja otti tästä kimmokkeen keskikaistan lumivalliin. Törmännyt henkilöauto oli ohittamassa kuorma-autoa. Paikalle soitettiin heti pelastuslaitos ja poliisi. Kaikki liikennevahingon osalliset henkilöt tarkastettiin. Tämän jälkeen työt keskeytettiin. Hoitourakan päivystäjä kävi paikan päällä tarkastamassa keliolosuhteet. Pilvipoutaa, ilma - 10 c ja tienpinta täysin kuiva, kitkat mitattu jarruttamalla 0,44.

Onnettomuus tapahtui kaksiajorataisella tiellä pimeään aikaan, jossa liikennejärjestelyt olivat kunnossa. Tienpinta oli kuiva, mutta näkyvyys huono. Ohitustilan-teen takia ajoneuvonkuljettaja menetti ajoneuvon hallinnan ja osui TMA-laitteen kylkeen. Paremmin näkyvä TMA-yksikkö olisi todennäköisesti vaikuttanut henkilöauton kuljettajan harkintakykyyn ja saanut hänet ohittamaan kuorma-auton myöhemmässä vaiheessa.

Tapaus 3

17.7.2023 iltapäivästä asuntoauto törmäsi kuorma-auton perään kiinnitettyyn törmäysvaimentimeen 6-tiellä Lappeenrannassa niittotyön ollessa käynnissä. Törmäys-hetkellä keli oli hyvä ja selkeä. Tiellä oli hyvä näkyvyys ja tieosuus oli pitkä suora. Poliisi on todennut paikan päällä, että liikennejärjestelyt ovat olleet vaatimusten mukaiset. Hoitoajoneuvossa oli asianmukaisesti varoitusvilkut ja varoitusmerkinnät kunnossa. Tiellä oli ensin törmäysvaimentimella varustettu kuorma-auto, jonka jälkeen oli kaksi niittotraktoria. Vakavia henkilövahinkoja ei sattunut. Suoja-auton kuljettaja kolhi itseään lievästi ohjaamossa. Onnettomuudessa vaurioitui asuntoauto, kuorma-auto ja törmäysvaimennin.

Onnettomuus tapahtui kaksiajorataisella tiellä, jossa oli urakoitsijan puolesta liikennejärjestelyt kunnossa. Keliolosuhteet olleet hyvin selkeät ja näkyvyys hyvä. Ilman TMA-vaunua olisi todennäköisesti syntynyt vakavia henkilövahinkoja. Paremmin näkyvä TMA-vaunu olisi todennäköisesti kiinnittänyt asuntoauton kuljettajan huomion paremmin ja onnettomuudelta olisi voitu välttyä.

Tapaus 4

Henkilöauto törmäsi TMA:n ja suoja-ajoneuvon väliin, kun työryhmä oli asentamassa riista-aidan aukosta varoittavia liikennemerkkejä. Työmaan liikennejärjestelyt olivat suunnitelmien mukaiset: TMA-ajoneuvo suojasi nostokoriautoa ohituskaistalla, kohteella oli tietyö + 80 km/h liikennemerkit sekä kaista päättyy ennakkomerkit. Työmaan valvoja oli ajanut työkohteen ohitse aamusta ja todennut liikennejärjestelyiden olleen hyväksytyjen suunnitelmien mukaiset. Urakassa oli sovittu työaika klo 9–15, onnettomuus tapahtui klo 12. Henkilöauto ajoi oikeaa kaistaa, mutta tuntemattomasta syystä vaihtoi kaistaa ja törmäsi ohituskaistalla olleeseen TMA-ajoneuvoon.

Onnettomuus tapahtui kaksiajorataisella tiellä, jossa oli liikenteenohjaussuunnitelma kunnossa ja sitä noudatettiin. Onnettomuuden aikana sääolosuhteet olivat hyvät ja näkyvyys oli ollut hyvä. Henkilöauton kuljettajan keskittyminen on ollut puutteellista tuntemattomasta syystä ja muun liikenteen havainnointi unohtunut. Asentamalla TMA-laitteeseen äänimerkin tai kohdennetun huomiovalon olisi voitu kiinnittää henkilöauton kuljettajan huomio työryhmään ja siten ehkäistä onnettomuus.

3.1. Johtopäätökset onnettomuusanalyysistä

Pienen onnettomuusaineiston vuoksi ei ollut mahdollista todeta selkeää tekijää onnettomuuksille, yhdeksi syyksi kuitenkin voidaan olettaa tienkäyttäjien huomion puute sekä liian kiireiset aikataulut, jotka huonontavat ympäristön huomintikykyä.

Vaikka törmäysvaimentimien näkyvyyttä ja havaittavuutta voidaan parantaa, on epävarmaa, olisiko sillä merkittävää vaikutusta onnettomuustilastoihin ilman tienkäyttäjien keskittymisen paranemista. Paremmiin näkyvillä törmäysvaimentimilla ja tienkäyttäjien havainnointikyvyn parantumisella kuitenkin olisi vaikutus onnettomuustilastojen pienentymiseen.

Kaikissa tarkkailluissa onnettomuustilanteissa vältyttiin vakavilta henkilövahingoilta ja vahinkoa kärsi lähinnä omaisuus. Voidaan kuitenkin katsoa, että tarkkailluissa onnettomuustilanteissa TMA-laitteen oikeaoppinen asennus sekä toimivuus ovat olleet avuksi onnettomuustilanteen riskien hallinnassa.

4 Törmäysvaimentimet Pohjoismaissa

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin törmäysvaimentimien käyttöä Pohjoismaissa sekä pyrittiin selvittämään eroavaisuuksia maakohtaisissa ohjeistuksissa. Selvitys Pohjoismaiden käyttövaatimuksista tehtiin pääasiassa sähköpostikeskustelujen ja Internet-hakujen avulla.

Pohjoismaiden välinen liikenteenjärjestely ja törmäysvaimentimen käytön ohjeistus on hyvin samantyyppistä. Selkeitä eroavaisuuksia ei ole ilmennyt selvityksen aikana. Seuraavissa kappaleissa on esitetty yhteenveto keskeisimmistä asioista törmäysvaimentimen käyttöön ja liikenteenjärjestelyohjeistukseen liittyen Pohjoismaissa.

Pohjoismaiden liikenteenjärjestely ohjeistus

Tutkimuksessa haettiin ja verrattiin hitaasti eteneviä tai jaksoittain suoritettavia töitä yksiajorataisilla ja kaksiajorataisilla teillä. Vertailun perusteella havaittiin, että Pohjoismaiden välillä ei ole merkittäviä eroavaisuuksia liikenteenjärjestelyohjeissa.

Eroavaisuudet olivat lähinnä tietyöstä varoittavan liikennemerkin asentamisen etäisyyden ero. Opinnäytetyön liitteissä on Pohjoismaiden liikenteenjärjestelyohjeistuksista esimerkki tapauksia.

5 Törmäysvaimentimet Ruotsissa

Ruotsissa TMA-vaunun voi asentaa kuorma-autoon, perävaunuun, työkoneeseen, traktoriin tai laite voi olla perässä vedettävä TTMA. Kaikille asennustavoille on omat vaatimuksensa, joita tulee noudattaa. Vaatimuksia noudattamalla laitteiden turvallinen käyttäminen on mahdollista.

Ruotsissa TMA:n käyttöä vaaditaan seuraavissa tilanteissa:

- Suojausluokitelluilla teillä, mukaan lukien pientareella työskenneltäessä
- Työskenneltäessä usealla kaistalla samanaikaisesti TMA:n tulee olla takaa päin lähestyttäessä jokaisella kaistalla ensimmäinen kohdattava ajoneuvo
- Pitkäaikaisilla valtion teiden työmailla, joissa ohitse ajavan ajoneuvoliikenteen todellinen nopeus ylittää 50 km/h

Henkilönostokorityössä TMA-laitetta ei saa kiinnittää nostokoriaajoneuvoon

Ruotsissa ennen käyttöönottoa TMA-laitteiden on läpäistävä hyväksyntäprosessi, jossa varmistetaan, että TMA-laite toimii oikealla tavalla. (Trafikverket)

5.1. Ruotsin hyväksyntäprosessi

Törmäysvaimennin valmistajan on haettava laitteelleen hyväksyntä Ruotsin Trafikverketiltä, jos he haluavat törmäysvaimentimen käytettäväksi Ruotsissa. Valmistaja lähettää hakemuksen Trafikverketille. Hakemuksessa tulee ilmoittaa tuotteen nimi, tuotteen valmistaja sekä maahantuojat, jos tuotetta ei valmisteta Ruotsissa.

Hakemuksessa tulee kertoa perusteluineen mihin suojaluokkaan sitä ollaan hakemassa ja liitteenä toimittaa sertifioidussa törmäyslaboratoriossa tai vastaavassa laitoksessa hyväksytysti suoritettua törmäyskokeen todistus.

Hakemuksen mukana tulee toimittaa tuotteen asennus- ja huolto-ohjeet ruotsiksi ja englanniksi. Tarkat ohjeet ja lomakkeet löytyvät Trafikverketin sivuilta.

Hakemuksen arvioinnissa Trafikverket käyttää Ruotsin valtion tie- ja kuljetustutkimuslaitosta (VTI) asiantuntijana. VTI arvioi, onko hakemuksessa esitetyt törmäyskokeet suoritettu vaadittavien standardien mukaisesti ja että törmäyskokeet on tehty hyväksytysti oikeilla menetelmillä. (Trafikverket)

5.1.1 Onnettomuudet Ruotsissa

Ruotsissa on seurattu törmäysvaimentimien käyttöä jo pitkään ja huomattu, että onnettomuuksia on sattunut vuositasolla paljon, noin 70 kpl. Tämän vuoksi on tehty selvitys, jossa tutkittiin vuosina 2003–2021 tapahtuneita onnettomuuksia.

Raportti perustuu Stradalta (Swedish Traffic Accident Data Acquisition) saatuihin tietoihin.

Ruotsin tutkimuksessa tarkasteltiin TMA -järjestelmään kohdistuneita törmäyksiä sekä niistä aiheutuneita henkilö- ja omaisuusvahinkoja. Selvityksen perusteella havaittiin, että onnettomuuksien seuraukset olisivat todennäköisesti olleet vakavampia ilman törmäysvaimenninta.

Tutkimuksessa todettiin, että joissakin tapauksissa onnettomuudet olisivat voineet johtaa kuolemaan, jos tietyöajoneuvoissa ei olisi ollut TMA-järjestelmää. Lukuun ottamatta yhtä tapausta TMA-laite toimi moitteettomasti. Yhdessä tapauksessa TMA-laitetta ei ollut asianmukaisesti laskettu alas tai se oli virheellisesti asennettu, mikä johti ajoneuvon ajautumiseen TMA:n alle.

Stradan tiedot perustuvat poliisin ja hätäpalveluiden antamiin tietoihin, minkä vuoksi onnettomuuksien tiedonhaku on vaikeaa eikä kaikkia onnettomuuksia tunnisteta, koska kaikista onnettomuuksista ei välttämättä ilmoiteta Stradan järjestelmiin.

Raportin mukaan vuosina 2003–2021 Ruotsissa tapahtui 5667 raportoitua liikenneonnettomuutta. 46 % onnettomuuksista tapahtui valtiolin tieverkostolla, 48 % tapahtui kunnallisessa tieverkostossa ja loput 6 % muilla tieverkostoilla. Raportissa tutkittiin myös onnettomuuksia missä on ollut TMA-laite käytössä, joita oli **236** kappaletta, näistä vain seitsemän onnettomuutta johti kuolemaan.

(Johan Fischer, Trafikverket)

Tätä teemaa on tutkittu Ruotsissa aiemminkin Trafikverketin toimesta vuonna 2013. Tutkimuksen ikä on kuitenkin huomioitava, sillä siitä on kulunut jo yli kymmenen vuotta. TMA:n käytön lisääntyminen tämän ajanjakson jälkeen tarkoittaa TMA-laitteen kuljettajia on enemmän, jolloin myös riskit onnettomuuksille kasvavat.



KUVA 3. Kartta TMA-onnettomuusalueista Ruotsissa. (Kuva: Trafikverket)

6 Törmäysvaimentimet Tanskassa

Tanskassa törmäysvaimenninta on käytettävä aina, kun nopeusrajoitus on 60 km/h tai enemmän sekä henkilönostokorityötä tehdessä. Tanskassa törmäysvaimentimien pitää täyttää samat vaatimukset kuin Ruotsissa.

Tanskassa tien nopeusrajoitus määrää suoja-ajoneuvoon kohdistuvia vaatimuksia. Nopeusrajoituksen ollessa 90 km/h tai suurempi on törmäysvaimennin asennettava ajoneuvoon, jonka paino on vähintään 7 000 kg. Mikäli nopeusrajoitus on pienempi, riittää ajoneuvon painoksi 4 500 kg.

Pysäköidyssä suoja-ajoneuvossa jarrut on oltava kytkettyinä ja tämän lisäksi suositellaan kääntämään suoja-ajoneuvon eturenkaat osoittamaan työmaan ohi.

Törmäysvaimentimen valmistajan antamia ohjeita on aina noudatettava ja käyttöohjeet oltava saatavilla ajoneuvossa johon törmäysvaimennin on asennettuna. (Kristian Skoven Pedersen, Vejdirektoratet)

6.1. TMA-laitteiden onnettomuudet Tanskassa

Tanskassa ei ole varsinaista seuranta onnettomuuksista missä on törmäysvaimennin osallisena, mutta on tiedostettu, että niitä sattuu useita vuodessa.

On arvioitu, että yleisin syy Tanskassa törmäysvaimentimien peräänajoille on ollut törmäävää ajoneuvoa kuljettavan henkilön huomion puute. (Kristian Skoven Pedersen, Vejdirektoratet)

6.1.1 TMA-laitteiden ohjeistus Tanskassa

Tanskassa TMA-laitteen käytön ohjeistus on hyvin samantyyppinen, mitä Suomessa. Poikkeuksena on, että Tanskassa TMA:n käyttö ei ole riippuvainen ajoratojen lukumäärästä ja sen käyttöä edellytetään myös yksikaistaisilla teillä nopeusrajoitukseen tai tietyöajoneuvon todelliseen nopeuteen perustuen. (Kristian Skoven Pedersen, Vejdirektoratet)

7 Törmäysvaimentimet Norjassa

Norjan viranomaisten määräysten mukaan tiellä tehtävien työkohteiden suojaukseen on esitetty fyysisiä toimenpiteitä. Näiden tarkoituksena on:

- Estää törmäykset työntekijöihin ja laitteisiin.
- Estää tienkäyttäjiä pääsemästä tietyöalueelle, jolloin he mahdollisesti aiheuttaisivat vammoja tai vahinkoja itselleen tai työntekijöille ja laitteille
- Rajoittaa tienkäyttäjille sattuneita vahinkoja, jos he törmäävät työntekijöitä ja laitteita suojaaviin varusteisiin.

Norjassa tiellä tehtäviä töitä sekä tienkäyttäjiä suojataan muun muassa käyttämällä poikittaista suojaa, joka estää liikenteen pääsyn tietyömaalle. (Kuva 4)



KUVA 4. Norjassa käytettävä fyysinen suoja (Fredrik Nyberg)

Teillä, joiden nopeusrajoitus on 60 km/h tai suurempi, vaaditaan poikittaisen suojan olevan energiaa vaimentavaa mallia.

Monikaistaisilla teillä, joilla nopeusrajoitus on 60 km/h tai suurempi, tulee törmäysvaimenninta käyttää myös lyhytaikaisissa töissä, kuten varoitusmerkkien asentamisessa. Nostokorityössä, jossa nostokorijoneuvo työskentelee ajoradalla, tulee aina käyttää törmäysvaimenninta.

(Fredrik Nyberg)



KUVA 5. Norjassa käytössä olevia törmäysvaimentimia vasemmalla TTMA ja oikealla TMA. (Kuva: Statens vegvesen)

7.1. TMA-laitteiden käyttövaatimukset Norjassa

Norjassa TMA-laitteiden tulee olla testattuja NCHRP:n (National Cooperative Highway Research Program) vaatimuksien mukaisesti ja niiden tulee myös saada Norjan viranomaisten hyväksyntä. Lista kaikista Norjassa hyväksytyistä TMA-malleista löytyy Norjan Statens vegvesen -sivustolta.

Norjassa työskenneltäessä erittäin vilkkailla teillä tai moottoriteillä, TMA-varoitustaulun tulee olla kiinnitettynä raskaaseen ajoneuvoon, joka on varustettu törmäysvaimentimella. (Kuva 5) Tällöin törmäysvaimennin auttaa vähentämään törmäävien ajoneuvojen aiheuttamia vahinkoja muille tienkäyttäjille. Törmäysvaimentimen tulee olla suorittanut törmäystestit, jotka vastaavat NCHRP-raporttien 230 tai 350 vaatimuksia (Kuva 6), ja se tulee lisäksi hyväksyttäväksi Norjan liikennevirastolla. (Staten vegvesen)

	Test number	Notes
NCHRP Report 230	50 and	Large vehicle (2041 ± 136 kg), 0° on the centre line, 97 km/h Small vehicle (1134 ± 45 kg), 0° on the centre line, 97 km/h Large vehicle (2041 ± 136 kg), 10 - 15° on the centre line, 97 km/h
	51 and	
	54	
NCHRP Report 350	3-50 and	Small vehicle (895 ± 25 kg), 0° on the centre line, 100 km/h Large vehicle (2000 ± 45 kg), 0° on the centre line, 100 km/h Large vehicle (2000 ± 45 kg), 0°, offset the centre line, 100 km/h Large vehicle (2000 ± 45 kg), 10°, offset the centre line, 100 km/h
	3-51 and	
	3-52 or	
	3-53	

KUVA 6. NCHRP:n suorittaman TMA-laitteen testin tuloksia. (Kuva: NCHRP)

Norjassa TMA-laitteiden käytön ohjeistus on hyvin samantyyppistä kuin Suomessa. Norjassa henkilönostokorityössä on kuitenkin tarkemmat vaatimukset kuin Suomessa on. (Staten vegvesen)

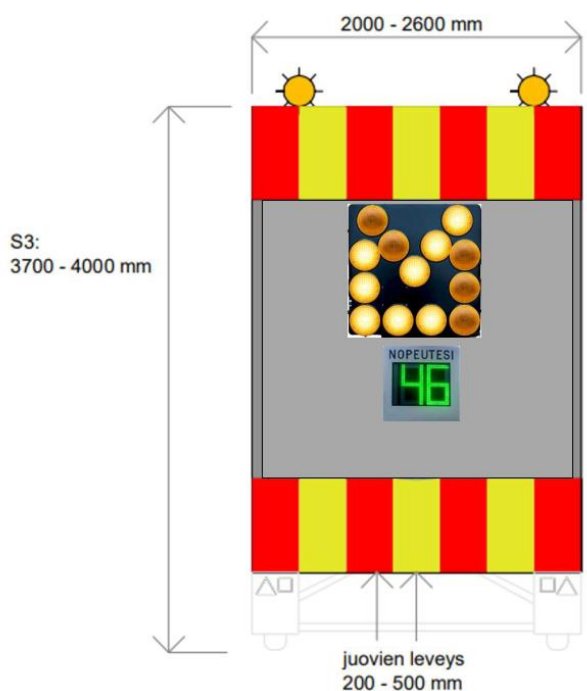
8 Törmäysvaimentimen havaittavuuden kehittäminen

Destia Oy:llä on käynnissä projekti törmäysvaimentimien näkyvyyden ja havaittavuuden parantamiseksi. Projekti sai alkunsa useista peräänajo-onnettomuuksista hyvissä keliolosuhteissa, joissa törmäysvaimentimet olivat osallisena.

Entuudestaan TMA-laitteet ovat jo hyvin havaittavissa ja turvallisuussuunnitelmia on noudatettu, mutta silti tuntemattomasta syystä onnettomuuksia sattuu. Destia Oy on ohjausryhmän kanssa alkanut kehittämään testiversiota jarruttomasta, C-ajokorttiluokalla perässä vedettävästä törmäysvaimentimesta, joka ei ylitä maksimivetomassaa 750 kg. Ohjausryhmä haluaa siten välttää tarvetta siirtyä C-luokan ajokortista CE-luokan ajokorttiin.

Projektin tavoitteena on rakentaa törmäysvaimennin traileri (TTMA), johon on lisätty seuraavat ominaisuudet:

- Nopeusnäyttötaulu, joka näyttää tienkäyttäjille heidän nopeutensa
- L9H parivilkut, taulun yläosaan
- Valonuolipaneeli LP13 tai LP15 LED
- Kojelautakamera/GoPro -kamera keräämään dataa liikennekäyttäytymisestä työmaalla
- Mahdollinen äänimerkki



KUVA 7. TTMA-vaunun mahdollisen testiversiön luonnos (Elpac Oy)

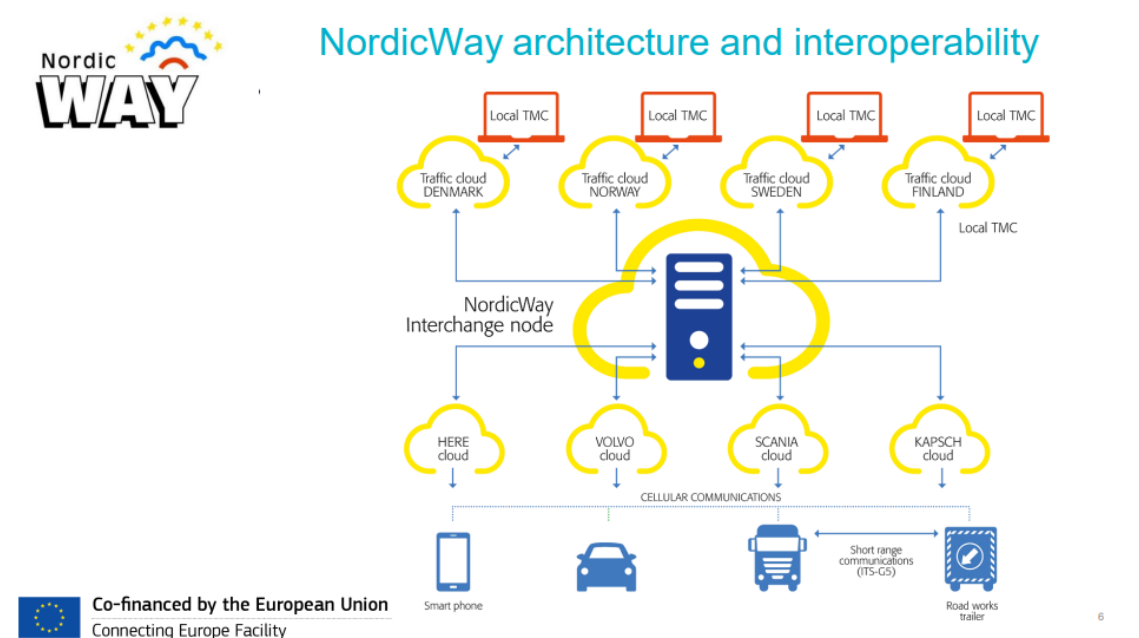
9 NordicWay -hanke

9.1. NordicWay 1 -hanke, 5,2M € (2015–2017)

Pohjoismaisessa NordicWay 1 -hankkeessa kuljettajat, ajoneuvot ja kuorma-autot olivat yhteydessä toisiinsa matkapuhelinverkon kautta vastaanottaen ja jakoen tieliikenteen häiriötietoja ajoneuvojen ja liikennekeskuksien välillä.

NW1 -hanketta olivat mukana toteuttamassa yhteensä 1800 kuljettajaa, joista 1300 oli suomalaisia. Hanke oli käytössä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa sekä Tanskassa ja sitä toteuttivat maiden liikenneviranomaiset sekä tutkimuslaitokset. NW1 -hankkeen aikana kehitettiin C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) -palvelua tieliikenteessä toimivien häiriötietojen välittämiseksi muille tienkäyttäjille.

Suomen kokeilussa käytettiin tukena älypuhelinsovellusta HERE, jossa kuljettaja pystyi itse lähettämään tietoa onnettomuuspaikoista tai tiellä sijaitsevista esteistä muille tienkäyttäjille. (NordicWay 2024)



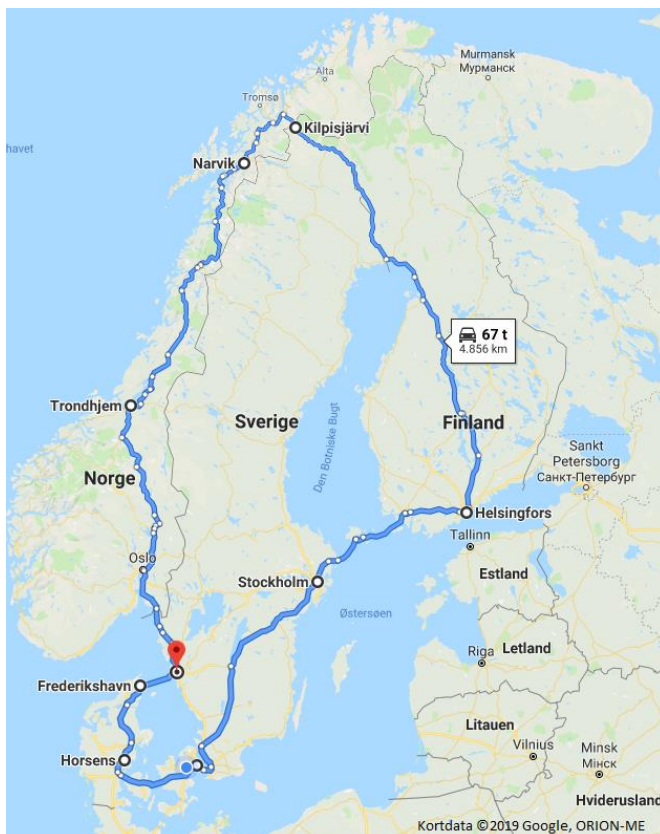
KUVA 8. NordicWay 1 havainnekuva hankkeen toimintamallista. (Kuva: NordicWay)

9.2. NordicWay 2 -hanke, 18,9M € (2017–2020)

NW2 jatkoi älykkäiden liikennejärjestelmien ja palveluiden kehittämistä hyödyntämällä matkapuhelinverkkoja ajoneuvojen välissä yhteyksissä sekä pilvipohjaisista tiedonvaihtoa toimijoiden välillä.

Hanke rahoitettiin osittain EU Connecting Europe Facility -ohjelman (CEF) kautta. NW2 aloitettiin vuonna 2017 ja päätökseensä se tuli vuonna 2020.

NordicWay 2 Tourin ensimmäinen osa saatiin päätökseen syyskuussa 2019. Kiertueella ajettiin 5000 kilometriä ja ylitettiin viisi eri rajanylityspaikkaa. Reitillä hyödynnettiin myös kahta lauttareittiä sekä kolmea eri maantietä. Auto oli koko kiertueen ajan yhteydessä NW2 -hankkeen pilvipalveluun saaden ajantasaista tietoa liikenteestä ja tieolosuhteista. (NordicWay 2024)



KUVA 9. NordicWay-Tour ajoreitti. (Kuva: NordicWay)

NordicWay 2 Tour toteutettiin, jotta ymmärtäisimme paremmin infrastruktuurin roolia C-ITS-palveluiden kehittämisessä ja toiminnassa. Ajon aikana pyrittiin erityisesti keräämään tietoa infrastruktuurin vahvuuksista sekä heikkouksista.

Kiertueella keskityttiin tutkimaan kolmea keskeisintä infrastruktuurin osa-aluetta; yhteyksiä, paikannuskykyä sekä ihmisen tai koneen luettavissa olevaa infrastruktuuria.

Kiertueella ajavan kuskin matkapuhelimen kuuluvuutta testattiin sekä sen GNSS-paikannuskykyä ja mahdollisia häiriöitä tutkittiin jatkuvasti. Kiertueen ajan vastaanotettiin myös C-ITS-viestejä NW2 -pilvipalvelusta. (NordicWay 2024)

9.3. NordicWay 3 -hanke, 20,5M € (2019–2023)

2019 alkaneessa NordicWay 3 -hankkeessa Suomen tavoitteena on ollut jatkaa NW2 -hankkeen aikana tehtyä kehitystyötä, jossa luotiin toimintamalleja pilvipalveluille ja välitettiin matkaviestintäverkossa olosuhdetietoja tieliikenteestä. Suomi tavoitteli myös rajat ylittävän logistiikan ja ajoratkaisujen sekä kaupunkiympäristöön soveltuvien C-ITS-ratkaisujen kehittämistä.

Suomi on myös pyrkinyt edistämään tieliikenteen automaation kehitystä pohjoisissa olosuhteissa ja raivannut väylää uusille liikenteenhallintamenetelmille. Kaiken tämän tarkoituksena on ollut kehittää tienkäyttäjien turvallisuutta ja tietoisuutta liikenteessä.

Suomessa NW3 -hankkeessa olivat mukana Traficom, Väylävirasto sekä Fintraffic. Ensimmäistä kertaa mukana oli myös Helsingin, Tampereen ja Vantaan kaupungit.

Ruotsista, Norjasta ja Tanskasta hankkeessa on ollut mukana tieliikenneviranomaisten lisäksi yksityisiä yrityksiä sekä kaupunkeja. Koko hankkeen koordinoinnista on ollut vastuussa Ruotsi ja Traficom on vastannut Suomen osuuden organisoinnista. (NordicWay 2024)

9.4. NordicWay -hankkeen pohdinta

NordicWay -hanke on ollut koko matkansa ajan hyvin mielenkiintoinen ja siltä odotetaan mullistavia parannuksia niin tieliikenteeseen kuin tieliikenneturvallisuuteenkin liittyen. Hankkeelle on todennäköisesti tulossa jatkoa tulevaisuudessa.

NW-hankkeen tavoitteena on ollut välttää kuolemaan johtavat liikenneonnettomuudet lähitulevaisuudessa sekä kehittää ajoneuvojen kommunikointia sujuvasti tienvarsilla olevien opasteiden, hälytysajoneuvojen sekä liikennevalojen kanssa.

10 Pohdinta

Tiedonhankinta Pohjoismaista oli haastavaa kielimuurin takia. Opinnäytetyö on vaatinut paljon kääntämistä sekä useita internethakua Pohjoismaiden liikennevirastoista. Tästä syystä tulevaisuudessa olisi toivottavaa, että jokaisesta Pohjoismaisesta liikennevirastosta olisi yhteyshenkilönä ihminen, joka voisi antaa ohjeistuksia oman äidinkielensä lisäksi myös englanniksi. Näin kommunikointi olisi sujuvampaa ja muiden maiden asiantuntemusta voitaisiin hyödyntää enemmän.

Opinnäytetyö tarjosi katsauksen törmäysvaimentimien käytön nykytilanteeseen Pohjoismaissa. Pysähdyimme tarkastelemaan niiden ominaisuuksia sekä ohjeita Suomessa, Ruotsissa, Norjassa sekä Tanskassa. Opinnäytetyössä tarkasteltiin myös Destia Oy:n työmailla sattuneita onnettomuuksia, joissa TMA-törmäysvaimenninta oli käytetty ohjeistuksen mukaisesti.

Yksi keskeisimmistä havainnoista oli, että törmäysvaimentimet ovat olennainen osa tietyömaiden turvallisuutta ja niiden tarkoitus luoda suojaava este sekä suojavaöhyke työkohteen ympärille on tarpeellinen. Opinnäytetyössä käsiteltiin tapauksia, joissa törmäysvaimentimien käyttö oli selvästi vähentänyt onnettomuuksien vakavuutta ja Destia Oy:n esimerkkitapauksissa niiden avulla vältyttiin vakavilta henkilövahingoilta.

Opinnäytetyössä arvioidaan, että onnettomuuksia tuskin pystytään ikinä poistamaan kokonaan, vaikka liikennejärjestelyt olisivat kunnossa ja sääolosuhteet suotuisia.

Opinnäytetyössä esitettiin kuitenkin myös kehitysideoita törmäysvaimentimien näkyvyyden parantamiseksi. Vaikka onnettomuuksia tuskin saadaan ikinä loppumaan, voidaan tienkäyttäjien virhearviointiprosenttia ja siten onnettomuusriskiä pienentää tekemällä hyväksi todetusta TMA-törmäysvaimentimesta entistä näkyvämpi ja turvallisempi kaikille liikenteen käyttäjille.

Suunnitelman mukaisesti edennyt opinnäytetyö kehittyi odotetulla tavalla saavuttaen sille annetut tavoitteet sekä tarjoten arvokasta tietoa Destia Oy:n projektille. Kehitysprojektin jatkuessa keskitytään nyt uusien kehitysideoiden testaukseen

sekä niiden soveltamiseen käytännössä, tavoitteena on parantaa entisestään törmäysvaimentimien käytön turvallisuutta sekä niiden näkyvyyttä ihan jokaiselle tiestöllä liikkuvalla.

Lähteet

Fischer. J. Suunnittelija. 2024 Infrastrukturi suunnittelu. Trafikverket Sähköpostiviesti 16.2.2024.

NordicWay. n.d. <https://www.nordicway.net/> Luettu 10.04.2024

Nyberg. F. Insinööri. 2024 Statens vegvesen. Sähköpostiviesti 16.02.2024

Pedersen. S. K. Insinööri. 2024. liikenteen ohjaus ja sujuvuus Vejdirektoratet. Sähköpostiviesti 16.2.2024

Skyddsanordningar och annan säkerhet vid vägarbete – Trafikverket. Luettu 10.03.2024 <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Arbetsmiljo-och-sakerhet/Arbete-pa-vag/Skyddsanordningar-och-annan-sakerhet/>

Staten vegvesen. 2014 Trafikksikkerhetsutstyr, Tekniske krav [Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr - Tekniske krav \(vegvesen.no\)](https://vegvesen.no/Handbok-R310-Trafikksikkerhetsutstyr-Tekniske-krav)

Tafikverket. 2013. Trafikolyckor med påkörningar på TMA, TDOK 2013:059. Luettu 30.03.2024 <https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Pages/Publikation-Visa.aspx?PublikationId=1712>

Trafikverket. 2023. Trafikolyckor vid vägarbeten 2003–2021, TDOK 2023:037. Luettu 30.03.2024 <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1740925/FULLTEXT01.pdf>

Väylävirasto. 2018. Väyläviraston ohjeita. Liikenne tietyömaalla - Sulku- ja varoituslaitteet, Laatuvaatimukset ja käyttö. Toteuttamisvaiheen ohjaus. 2018. Luettu 10.03.2024 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-02_sulku_varoitustlaitteet_web.pdf

Väylävirasto 2020. Väyläviraston ohjeita. Liikenne tietyömaalla - Kunnossapitotyöt. Luettu 20.03.2024 (https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavrasto/vo_2020-15_kunnossapitotyot_web.pdf)

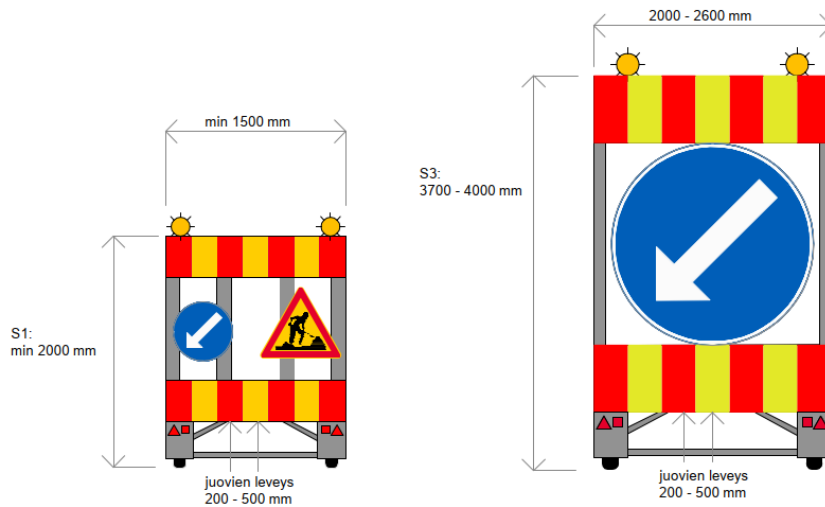
Liitteet

Liite 1. Toimintaympäristöluokat

TAULUKKO 1. Toimintaympäristöluokat.

	Toimintaympäristöluokka (S3, S2 ja S1)		
	S3	S2	S1
Käyttöalue (korkein käyttö- aluevaati- mus määrää toiminta- ympäristön)	Moottoritiet Moottoriliikennetiet Kaksiajorataiset tiet Vilkasliikenteiset yksiajorataiset tiet (KVL \geq 6000 ajon/vrk)	Keskivuorokausiliikennemää- rältään alle 6000 ajon/vrk tiet Taajamissa olevat kokooja- kadut ja muut vilkkaat kadut, jos S3 vaatimustaso ei ylity	Päiväaikaan tehtävät liikkuvat työt (päällystys-, tiemerkintä- yms. työt), jos tien KVL < 1500 ajon/vrk Pelkästään jalankulku- ja pyöräilyväylillä tehtävät työt Taajamissa muilla kaduilla tehtävät työt
Laitteiden kunto (Liikenne- merkkien kuntoluoki- tus, TIEH 2200060-v- 09)	Erittäin hyvä (kunto- luokka 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)
Heijastavien laitteiden pintamate- riaali	Päiväloistekalvo, jonka paluuheijastavuusluokka on vähintään R2	Päiväloistekalvo, jonka paluu- heijastavuusluokka on vähin- tään R2	Vähintään paluuheijastavuus- luokan R1 kalvo
Muita tyypil- isiä ominai- suuksia (esimerkke- jä)	Sulkuaidan tai hinatta- van varoituslaitteen ylä- reunan korkeus maasta on 3700–4000 mm Sulkuaidassa ja hinatta- vassa varoituslaitteessa käytetään ylikokoa ole- vaa merkkiä 417 (\varnothing 1800 mm), paluuheijastavuus- luokka vähintään R2. Sulkupyölväiden profiili on levymäinen.	Sulkuaidan ja hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on 2600 – 4000 mm Sulkuaidassa ja hinattavassa varoituslaitteessa merkki 417 on ylikokoinen (\varnothing 1800 mm/ \varnothing 1500 mm) tai suuri- kokoinen (\varnothing 900 mm), paluu- heijastavuusluokka vähintään R2. Sulkupyölväiden profiili on levymäinen.	Sulkuaidan ja hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on vähintään 2000 mm. Sulkuaidassa ja hinattavassa varoituslaitteessa merkki 417 normaalikokoinen (\varnothing 640 mm), paluuheijastavuusluokka vähintään R2. Sulkupyölväiden profiili on levymäinen.
Muuta	Sulku- ja varoituslaitteiden on oltava puhtaita ja ehjiä. LVM:n kanssa on sovittu, että toimintaympäristöluokassa S2 saa käyttää ylikokoisena 417 merkinä halkaisijaltaan 1500 mm merkkiä. Jos urakkapapereissa ei muuta sovita, tulee S2 toimintaympäristössä käyttää 3700–4000 mm korkeaa sulkuaitaa, jos tien KVL \geq 4000 ajon/vrk.		

Liite 2 Toimintaympäristöluokkien mukaiset varoitustaitteille asetetut vaatimukset



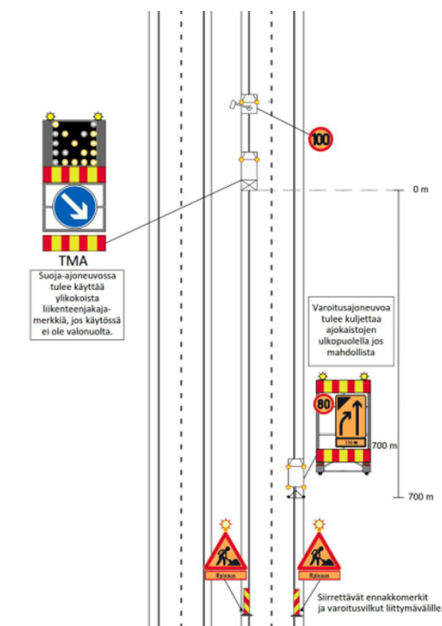
KUVA 1. Vasemmalla S1 luokan vaatimukset täyttävä varoitustaulu ja oikealla S3 luokan vaatimukset täyttävä varoitustaulu. (Kuva: Liikennevirasto)

Toimintaympäristöluokka	Mitat (mm)	Liikennemerkin koko (mm)	Heijastavuus vaatimus
S3	h = 3 700–4 000 w = 2 000–2 600 mm	Suurikokoinen. Merkki 417 ylikokoinen (Ø 1800/1500)	Päiväloistekalvo (keltavihreä ns. limeväri), jonka heijastavuusluokka on vähintään R2.
S2	h = 2 600–4 000 w = 1 500–2 600 mm	Normaali. Merkki 417 ylikokoinen (Ø 1800/1500) tai suurikokoinen (Ø 900)	Päiväloistekalvo (keltavihreä ns. limeväri), jonka heijastavuusluokka on vähintään R2.
S1	h = min 2 000 w = 1 500–2 600 mm	Normaali	Normaali liikennemerkkikalvo. Heijastavuus vähintään R1

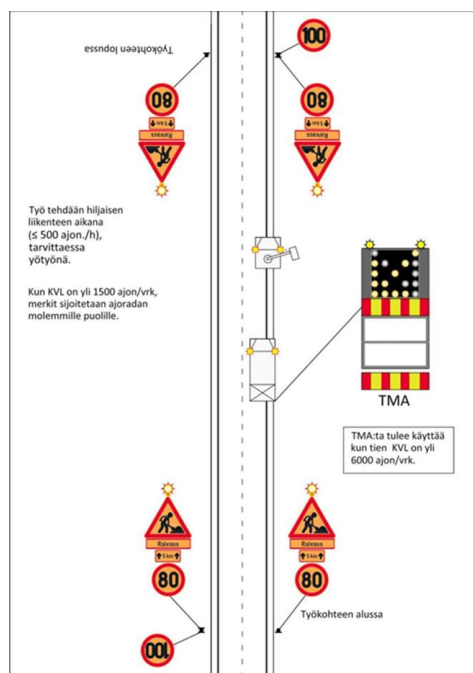
Kun käytössä on sekä törmäysvaimennin että nuolta näyttävä valopaneeli, riittää S3-toimintaympäristöluokassa merkin 417 halkaisijaksi 900 mm.

KUVA 2. Toimintaympäristöluokkien mukaiset vaatimukset. (Kuva: Liikennevirasto)

Liite 3. Suomen liikenteenjärjestely ohjeistus.

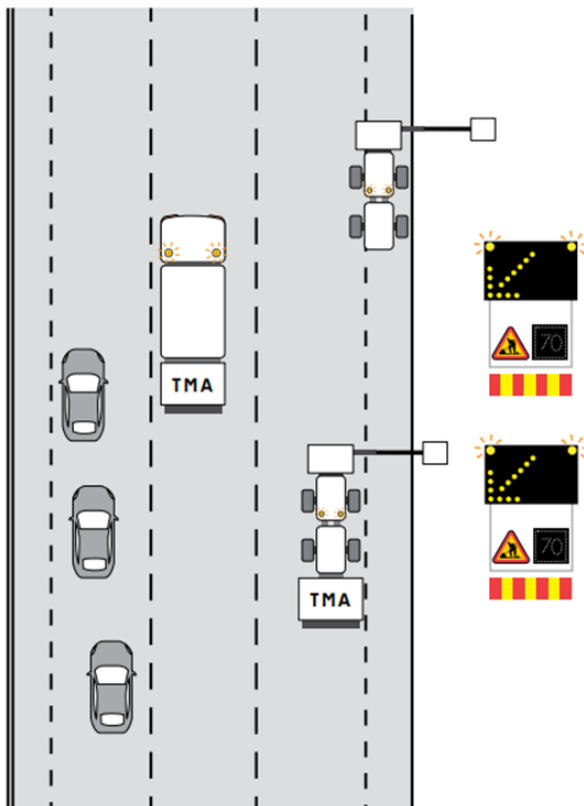


KUVA 1. Väyläviraston ohjeistus hitaasti tai jaksoittain etenevälle työlle, kaksiajorataisella tiellä. (Kuva: Väylävirasto)

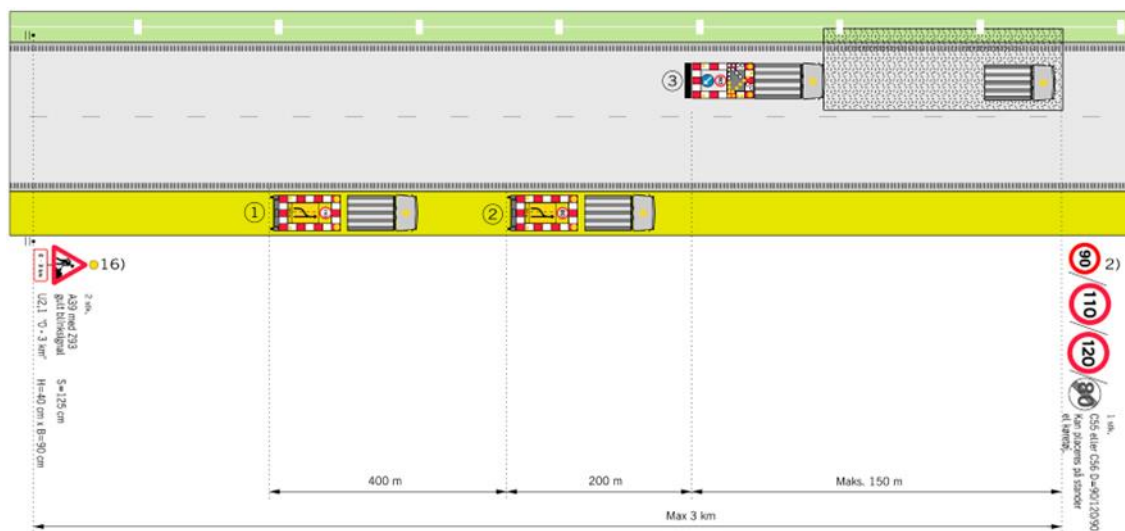


Kuva 1. Väyläviraston ohjeistus hitaasti tai jaksoittain etenevälle työlle, yksiajorataisella tiellä. (Kuva: Väylävirasto)

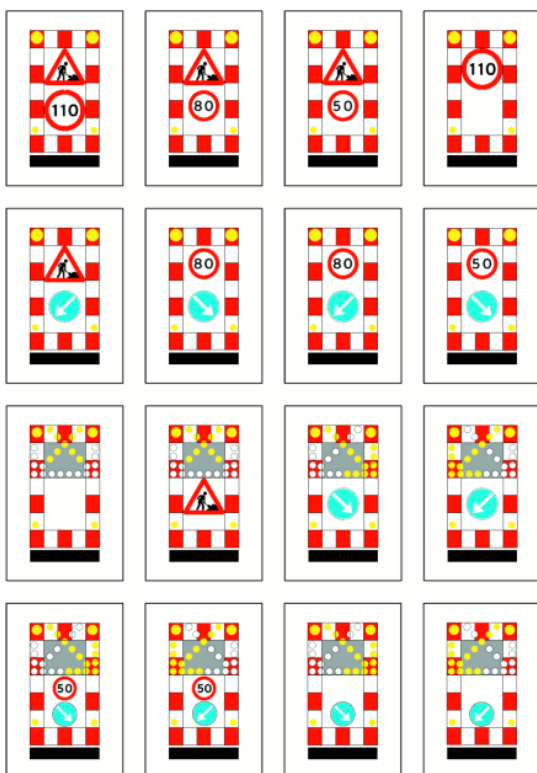
Liite 4. Ruotsin Liikenteenjärjestely ohjeistus.



Liite 5. Tanskan Liikenteenjärjestely ohjeistus



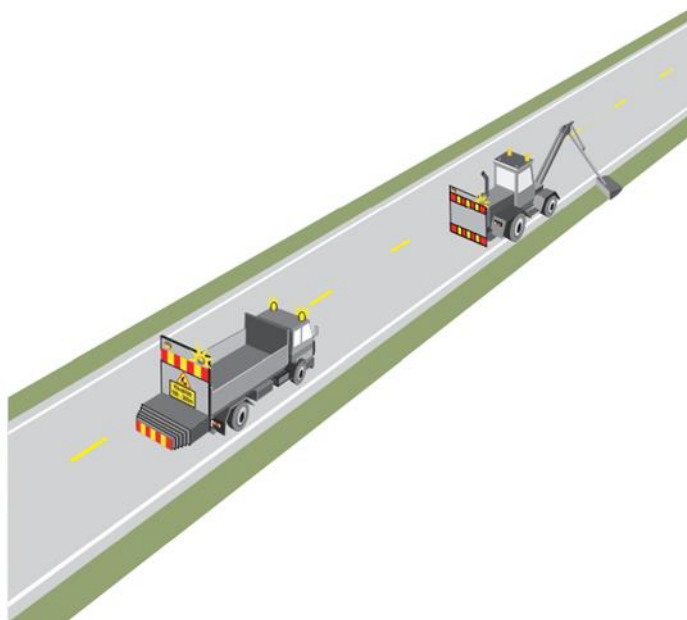
Kuva 1 Tanskan ohjeistus kaksiajoraitaisella tiellä tehtävästä työstä (Kristian Skoven Pedersen)



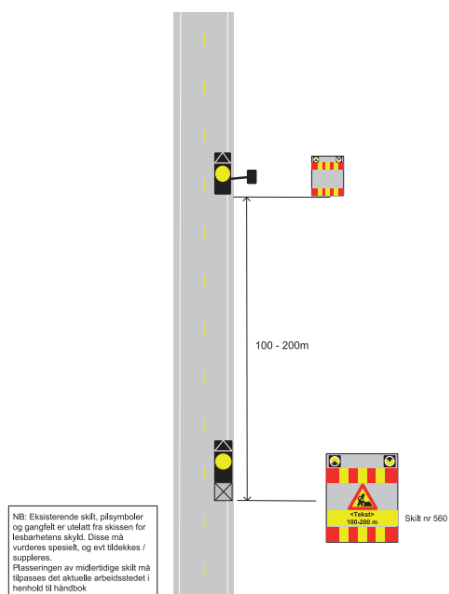
Kuva 2 esimerkkejä tanskassa käytettävistä TMA-laitteen varoitustauluista. (Kristian Skoven Pedersen)

Liite 6a. Norjan liikenteenjärjestely ohjeistus 1(2)

VEDLEGG 3 :: HÅNDBOK N301

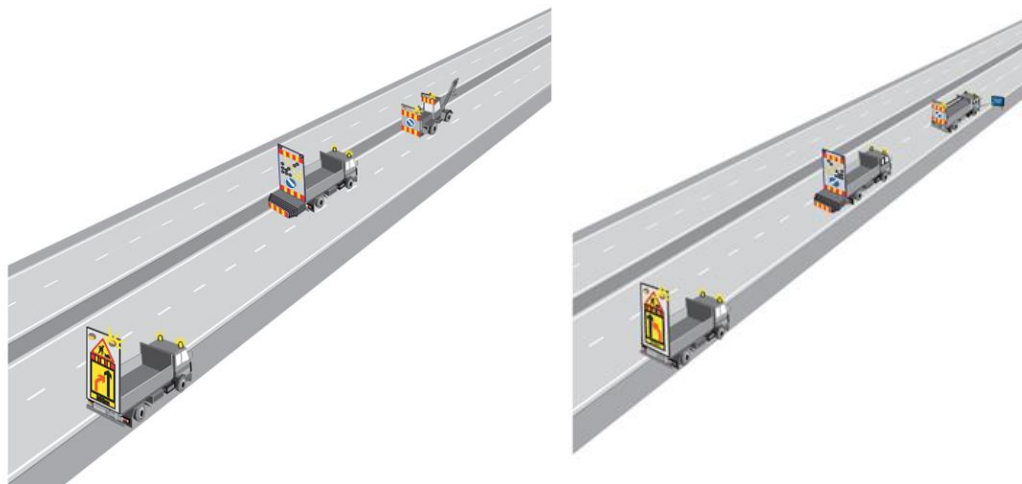


KUVA 1a. Norjan ohjeistus niittotyöhön (Kuva: Statens vegvesen)

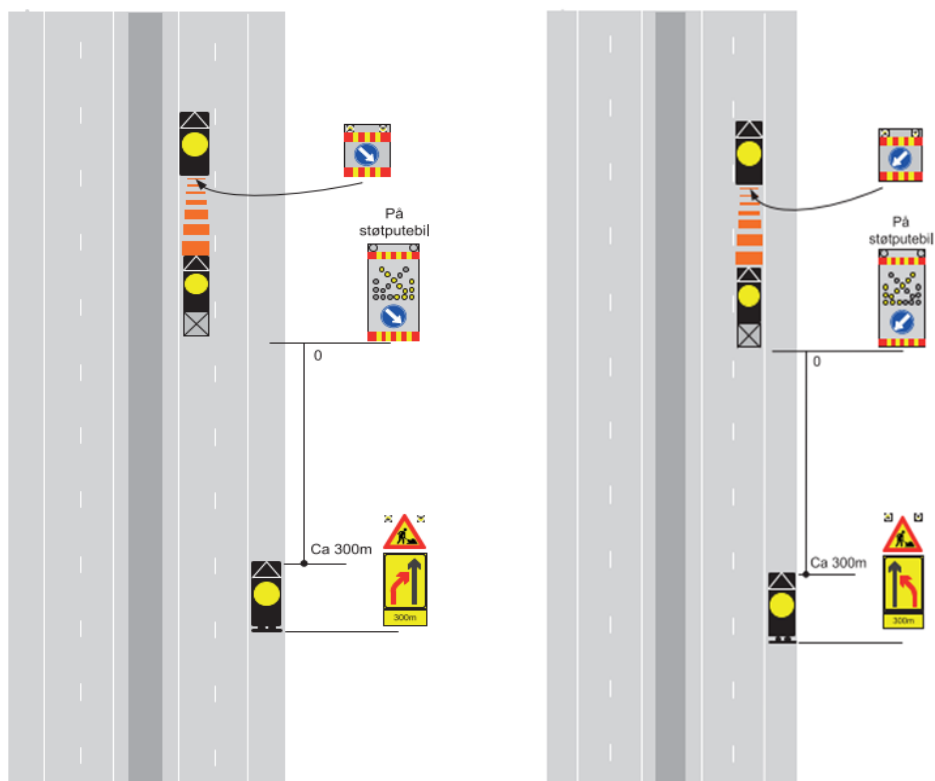


Kuva 1b. Norja ohjeistus niittotyöhön. (Kuva: Statens vegvesen)

Liite 6b. Norjan liikenteenjärjestely ohjeistuksia 2(2)



KUVA 2a. Norjan ohjeistus niitto työhön kaksiajorataisella tiellä. (Kuva: Statens vegvesen)



Kuva 2b. Norjan ohjeistus niitto työhön kaksiajorataisella tiellä. (Kuva: Statens vegvesen)

