



Veli-Pekka Kallberg

Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö tasoristeyksissä

Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö tasoristeyksissä

Veli-Pekka Kallberg

ISBN 978-951-38-7551-0 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 978-951-38-7552-7 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2009

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 3, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 3, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 3, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374

Toimitus Mirjami Pullinen

Edita Prima Oy, Helsinki 2009

Veli-Pekka Kallberg: Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö tasoristeyksissä [Use of stop sign and 20 km/h speed limit at road-railway level crossings]. Espoo 2009. VTT Tiedotteita – Research Notes 2519. 48 s. + liitt. 4 s.

Avainsanat level crossing, stop sign, speed limit, safety

Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tielle asetettavan stop-merkin vaikutusta erilaisten tasoristeysten turvallisuuteen sekä kehittää kriteereitä stop-merkin ja sen vaihtoehtona käytettävän 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle suomalaisissa tasoristeyksissä. Aiempien tutkimusten perusteella rautatie-tasoristeysten stop-merkit lisäävät kuljettajien turvallista käyttäytymistä, vaikka niitä noudatetaankin huonommin kuin tieliikenteen risteyksissä. Aiempien tutkimusten onnettomuusvaikutuksia koskevat tulokset ovat vaihtelevia mutta viittaavat siihen suuntaan, että tietyissä olosuhteissa onnettomuudet voivat vähentyä jopa 30 %.

Suomessa stop-merkin käytölle rautatietasoristeyksissä ei ole selkeitä ohjeita. Stop-merkki on noin 350 tasoristeyksessä eli noin 14 %:ssa varoituslaitteettomista tasoristeyksistä, ja merkin käyttö vaihtelee rataosuuksittain. Suomessa stop-merkillisissä tasoristeyksissä on tien ja radan liikennemääriin suhteutettuna tapahtunut noin 20 % vähemmän onnettomuuksia kuin muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä. Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle valmisteltiin tutkimuksessa suositukset, joissa tärkeimpinä kriteereinä olivat näkemät tieltä radan suuntaan 8, 20 ja 30 metrin etäisyydeltä lähimmästä kiskosta. Suositusten mukaan stop-merkkiä tulee käyttää vain tasoristeyksissä ja lähestymissuunnissa, joissa tasoristeyksen turvallinen ylittäminen edellyttää pysähtymistä tai ainakin selvästi alle 20 km/h -nopeutta. Nopeusrajoitusta 20 km/h puolestaan ehdotetaan käytettäväksi stop-merkin sijasta silloin, kun turvallinen ylittäminen on näkemien puitteissa mahdollista nopeudella 20–30 km/h mutta ei suuremmilla nopeuksilla. Suosituksissa korostetaan toimenpiteiden järjestelmällistä täytäntöönpanoa niin, että stop-merkkiä ja 20 km/h -nopeusrajoitusta käytetään niissä ja vain niissä tasoristeyksissä ja lähestymissuunnissa, joissa käytön kriteerit täyttyvät.

Veli-Pekka Kallberg: Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö tasoristeyksissä [Use of stop sign and 20 km/h speed limit at road-railway level crossings]. Espoo 2009. VTT Tiedotteita – Research Notes 2519. 48 p. + app. 4 p.

Keywords level crossing, stop sign, speed limit, safety

Abstract

The aim of this study was to find out the effects of stop signs on the safety of railway level crossings and define criteria for the implementation of stop signs or alternatively 20 km/h speed limit at level crossings. According to previous studies stop signs have positive effects on driver behaviour, even though drivers' compliance to the signs is poorer than at road junctions. Previous results concerning the effects on accidents are inconsistent, but suggest that at favourable conditions stop signs can reduce accidents as much as 30%.

In Finland clear guidelines for the use of stop sign at level crossings are lacking. Presently stop signs exist at about 350 level crossings, which correspond to 14% of all level crossings without active warning devices, such as barriers or warning lights and bells. When adjusted for traffic volumes on the road and railway accidents occurred at level crossings with stop signs about 20% less frequently than at other passive level crossings. Recommendations were prepared for the use of stop signs at road-railway level crossings, based mainly on sight distances from the road to the railways, at the distances of 8, 20 and 30 meters from the nearest rail. According to the recommendations stop signs should be used only at level crossings where safe traversing of the level crossing necessitates stopping or at least lower than 20 km/h approach speed. Speed limit of 20 km/h should be used instead of a stop sign when safe traversing is possible at approach speed 20–30 km/h, but not at greater speed. It is emphasised that the recommendations should be implemented systematically so that stop signs and 20 km/h speed limit are used at and only at road-railway level crossings and approach directions where the above mentioned criteria are fulfilled.

Alkusanat

Ratahallintokeskus (RHK) tilasi 1.4.2009 VTT:stä asiantuntijatyön stop-merkin ja sen vaihtoehtona käytettävän 20 km/h -nopeusrajoituksen käytöstä tasoristeyksissä. Työn keskeisenä tarkoituksena oli selvittää stop-merkin turvallisuusvaikutuksia sekä laatia kriteereitä stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle rautatietasoristeyksissä.

VTT:ssä työn vastuuhenkilönä toimi erikoistutkija Veli-Pekka Kallberg, joka myös vastasi tutkimusraportin kirjoittamisesta. Raportin esitarkastivat VTT:n erikoistutkija Harri Peltola ja tutkimusinsinööri Antti Seise. Raportin tekijä on kuitenkin vastuussa lopputuotoksesta. RHK:n puolesta työtä valvoi ylitarkastaja Jouni Hytönen.

Määritelmiä

Aukean tilan ulottuma (ATU)

tarkoittaa sitä pitkin raidetta ulottuvaa tilaa, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita.

Ennakkovaroitusmerkki

tarkoittaa edessä olevasta liikennemerkistä (tässä yhteydessä etenkin stop-merkistä) varoittavaa liikennemerkkiä, jonka lisäksi ilmoitetaan matka ko. merkillä:



Kuljettajan reaktioaika (t_R)

tarkoittaa tässä yhteydessä aikaa, joka kuluu ärsykkeen (yleensä tasoristeys, tasoristeysmerkki tai stop-merkki) tulemisesta kuljettajan näkyville siihen, että ajoneuvon nopeus alkaa hidastua jarrutuksen vaikutuksesta.

Näkemät:

Kahdeksan metrin näkemä (N_8)

on raidetta pitkin mitattu etäisyys rautatien tasoristeukseen johtavalta tieltä tai kulkuväylältä (moottoriajoneuvoliikenteen tasoristeysissä kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta ja 1,1 metrin korkeudelta) kaukaisimpaan raiteella olevaan kohtaan (1,1 metrin korkeudelle lähimmän raiteen kauimmaisen kiskon päälle), johon tieltä on mahdollista nähdä.

Lähestymisnäkemä (N_L)

on raidetta pitkin mitattu etäisyys rautatien tasoristeukseen johtavalta tieltä tai kulkuväylältä (tasoristeuksen vaadittavan havaitsemisetaisyyden s_{HV} päästä lähimmästä kiskosta ja 1,1 metrin korkeudelta) kaukaisimpaan raiteella olevaan kohtaan (1,1 metrin korkeudelle lähimmän raiteen kauimmaisen kiskon päälle), johon tieltä on mahdollista nähdä.

Nopeusrajoitus

on suurin sallittu nopeus tiellä tasoristeystä lähestyttäessä.

Odotustasanne

on tasoristeyksen molemmilla puolilla oleva tasaukseltaan rajattu tien osuus. Odotustasanteita koskevat vaatimukset on esitetty Ratateknisten ohjeiden osassa 9 Tasoristeykset.

Pysähtymismatka (s_p)

tarkoittaa tiekulkuneuvon pysäyttämiseen tarvittavaa matkaa, johon vaikuttavat kuljettajan reaktioaika, alkunopeus ja jarrutuksen aikainen hidastuvuus.

Stop-merkki

tarkoittaa tieliikenneasetuksen 13. §:n merkkiä 232:



Tasoristeyksen vaadittava havaitsemisetäisyys (s_H)

on pysähtymismatka (s_p) lisättynä vaadittavalla pysähtyneen ajoneuvon ja lähimmän kiskon välisellä etäisyydellä (7 m).

Tasoristeyksen lähestymismerkki

tarkoittaa tieliikenneasetuksen 13 §:n merkkejä 173–175, jotka sijoitetaan tasaisin välein ennen tasoristeystä siten, että merkki 173 (kolme poikkiraitaa) on tasoristeyksestä kauimpana merkin 171 (rautatien tasoristeys ilman puomeja) tai 172 (rautatien tasoristeys, jossa on puomit) alla samassa pylväässä:

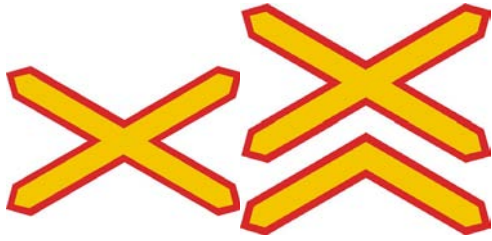


Tasoristeyksen lähestymisnopeus (v_0)

tarkoittaa tieliikenteen nopeutta, jonka perusteella määritetään vaadittava tasoristeyksen havaitsemisetäisyys (s_{HV}). Lähestymisnopeutena voi käyttää esimerkiksi uusiseelantilaisen käytännön mukaisesti nopeutta, jonka enintään 15 % liikenteestä ylittää (tiet, joilla nopeusrajoitus on selvästi suurempi kuin yleisesti käytetyt nopeudet), tai nopeusrajoituksen nopeutta lisättynä 10 %:lla (muut tiet) (NZ Transport Agency 2008).

Tasoristeysmerkki

tarkoittaa tieliikenneasetuksen 13 §:n merkkiä 176 tai 177:



Tasoristeystyypit:

Yleinen tasoristeys

tarkoittaa yleisessä käytössä olevaa tien ja radan samassa tasossa olevaa risteystä.

Rajoitetun liikenteen tasoristeys

tarkoittaa tien ja radan samassa tasossa olevaa risteystä, jota ei saa ylittää kuorma-auton ja perävaunun tai linja-auton ja perävaunun yhdistelmällä.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Alkusanat.....	5
Määritelmiä.....	6
1. Johdanto	11
2. Osatehtävät ja menetelmät.....	12
3. Aiemmat tutkimukset stop-merkin vaikutuksista tasoristeyksissä.....	14
3.1 Stop-merkin vaikutus tienkäyttäjien käyttäytymiseen.....	14
3.2 Stop-merkin vaikutus onnettomuuksiin	15
3.3 Stop-merkin käyttöön liittyviä näkökohtia.....	17
3.4 Päätelmät stop-merkin vaikutuksista tehdyistä tutkimuksista	19
4. Stop-merkin käyttö nykyisin	20
5. Onnettomuudet stop-merkillä varustetuissa tasoristeyksissä	25
6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin	28
6.1 Tasoristeysten mahdollisia näkemävaatimuksia.....	28
6.2 Stop-merkin käyttöä koskevia pohdintoja	36
6.3 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä koskevia pohdintoja.....	37
7. Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä tasoristeyksissä koskeva ehdotus..	38
8. Ehdotus stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen vaikutuksia selvittäviksi kenttäkokeiksi	41
9. Yhteenveto.....	43
Lähdeluettelo.....	47
Liitteet	
Liite A: Stop-merkin käyttö varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä rataosuuksittain	
Liite B: Stop-merkillisissä tasoristeyksissä vuosina 2002–2008 tapahtuneet onnettomuudet	
Liite C: Lähestymisnäkemät erityyppisissä tasoristeyksissä erilaisilla tie- ja kiskoliikenteen nopeuksilla sekä turvamarginaaleilla	

1. Johdanto

Stop-merkin käytölle rautatien tasoristeyksissä ei ole Suomessa selkeitä ohjeita. Tiedot ja käsitykset merkin vaikutuksista turvallisuuteen ovat puutteellisia ja ristiriitaisiakin. Stop-merkin voi ajatella parantavan turvallisuutta, koska ennen rataa pysähtyminen antaa kuljettajalle enemmän aikaa havaita lähestyvä juna. Toisaalta pysähtyminen ennen rataa lisää radan ylittämiseen tarvittavaa aikaa, mikä voi lisätä törmäysriskiä. Lisäksi tiedetään, että rautatietasoristeyksien stop-merkkejä noudattaa joskus vain alle puolet kuljettajista (Räsänen & Alppivuori 2004). Kesällä 2008 tehdyssä haastattelussa kuljettajat pitivät stop-merkkien käyttöä tasoristeyksissä hyvänä, koska sen arveltiin edesauttavan ylityksen varovaisuutta (Poutanen & Luoma 2009).

Tien nopeusrajoituksen alentamisella 20 km:iin/h voi tasoristeyksestä riippuen olla samansuuntaisia turvallisuusvaikutuksia kuin stop-merkillä. Joissakin tasoristeyksissä alhaisen nopeusrajoituksen vaikutukset voivat ainakin teoriassa olla jopa parempia kuin stop-merkin, koska radan ylitysaikaa lisäävää pysähtymistä ei tarvita.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää stop-merkin vaikutusta erilaisten tasoristeysten turvallisuuteen sekä kehittää kriteereitä stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle suomalaisissa tasoristeyksissä.

2. Osatehtävät ja menetelmät

Tutkimuksessa oli seuraavat kuusi osatehtävää.

Tehtävä 1: Kirjallisuusselvitys stop-merkin vaikutuksista

Laadittiin kirjallisuusselvitys tutkimuksista, joita on tehty stop-merkin vaikutuksista rautatietasoristeyksissä. Aiempia tutkimuksia jäljitettiin etenkin alan englanninkielisiin tietokantoihin ja internetiin kohdistetuilla hauilla. Kirjallisuutta haettiin myös SELCAT-projektissa (<http://www.iva.ing.tu-bs.de/levelcrossing/selcat/>) kerätyistä tasoristeyksiä koskevien julkaisujen tiedoista sekä *Transportation Research Boardin Annual Meetingien* esityksiä sisältäviltä CD-ROM- ja DVD-levykkeiltä. Merkittävä osa tutkimuksista jäljitettiin hauissa löydettyjen julkaisujen viiteluetteloista.

Kirjallisuustutkimuksella pyrittiin selvittämään,

- miten stop-merkki vaikuttaa tasoristeysonnettomuuksiin
- miten stop-merkki vaikuttaa tienkäyttäjien käyttäytymiseen tasoristeyksissä
- miten stop-merkin vaikutus vaihtelee tasoristeyksen olosuhteiden mukaan.

Lisäksi arvioitiin eri aikoina ja eri maissa tehtyjen tutkimusten tulosten soveltuvuutta Suomeen sekä pohdittiin, kuinka hyvän perustan aiemmat tutkimukset antavat päätöksenteolle stop-merkin käytöstä suomalaisissa tasoristeyksissä.

Tehtävä 2: Selvitys stop-merkin nykyisestä käytöstä vartioimattomissa tasoristeyksissä

INVE-projekteissa kerättyjen aineistojen perusteella selvitettiin, miten stop-merkillä varustetut tasoristeykset poikkeavat muista vartioimattomista tasoristeyksistä. Huomiota kiinnitettiin etenkin tieluokiin, liikennemääriin, näkemiin ja tien pituuskaltevuuteen.

Tehtävä 3: Selvitys stop-merkillä varustettujen ja muiden vartioimattomien tasoristeysten onnettomuuksista

INVE-projekteissa kerättyjen aineistojen perusteella selvitettiin, miten stop-merkillisten tasoristeysten tien ja radan liikennemääriin suhteutetut onnettomuusmäärät poikkeavat muiden vartioimattomien tasoristeysten onnettomuuksista. Myös sitä selvitettiin, miten stop-merkilliset onnettomuuspaikat poikkesivat muiden varoituslaitteettomien tasoristeysten onnettomuuspaikoista muun muassa tien pituuskaltevuuden, odotustasanteiden, näkemäolosuhteiden ja radan nopeusrajoituksen mukaan.

Tehtävä 4: Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja vaihtoehtoisesti 20 km/h -nopeusrajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin

Soveltuvuutta arvioitiin etenkin sen perusteella, miten em. toimenpiteet vaikuttavat kuljettajien mahdollisuuksiin havaita juna ja tarvittaessa väistää sitä (käytettävissä oleva aika ja mahdollisuudet pysäyttää ajoneuvo ennen rataa). Tasoristeysten luokittelussa kiinnitettiin huomiota erityisesti näkemiin tieltä radalle, tien pituuskaltevuuteen, junien nopeuteen sekä tien ja radan liikennemääriin.

Tehtävä 5: Kriteerien laatiminen stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle tasoristeyksissä

Edellisten osatehtävien perusteella luonnosteltiin ohjeet, joissa määritellään, millaisissa tasoristeyksissä tulisi käyttää stop-merkkiä ja millaisissa tien 20 km/h -nopeusrajoitusta. Ohjeet kattavat myös sen, miten stop-merkit ja nopeusrajoitusmerkit sijoitetaan ja mitä ennakkovaroitusmerkkejä mahdollisesti tarvitaan.

Tehtävä 6: Suunnitelma stop-merkin ja 20 km/h rajoituksen vaikutuksia selvittävälle kenttäkokeelle
Laadittiin suunnitelma tutkimuksesta, jolla selvitetään erikseen määriteltäviin tasoristeuksiin asennettavien stop-merkkien ja tien nopeusrajoituksen alentamisen vaikutuksia kuljettajien käyttäytymiseen.

3. Aiemmat tutkimukset stop-merkin vaikutuksista tasoristeyksissä

3.1 Stop-merkin vaikutus tienkäyttäjien käyttäytymiseen

Pysähtyminen ja nopeuden alentaminen antavat tietä pitkin tasoristeystä lähestyvälle kuljettajille enemmän aikaa junan tulon tarkkailuun ja törmäyksen välttämiseen. Tasoristeyksien stop-merkkejä kuitenkin noudatetaan huonosti. Eri tutkimusten mukaan vain 16–60 % autoista pysähtyy ennen tasoristeystä. Mutta vaikka pysähtyminen ei ole erityisen yleistä, monet kuljettajat kuitenkin hiljentävät nopeutta selvästi stop-merkin vaikutuksesta. (Bezkorovainy & Holsinger 1966, Britton 2004, Caird ym. 2002, Kulmala & Vilhonen 1984, Lerner ym. 2002, Räsänen & Alppivuori 2004, Yeh & Multer 2008).

Viidestä suomalaisesta tasoristeyksestä tehdyssä tutkimuksessa ennen tasoristeystä pysähtyi ennen stop-merkin asentamista 13 % ja sen jälkeen 59 %. Moottoripyöräilijöistä ja mopoilijoista merkkiä noudatti vain 24 %. Ennen merkin asennusta 58 % kuljettajista katsoi radalle molempiin suuntiin, merkin asennuksen jälkeen 89 %. Ne jotka pysähtyivät, katsoivat molempiin suuntiin muita useammin (ennen: 82 ja 54 %, jälkeen 93 ja 83 %). Riskitilanteet (joissa ajoneuvo lähestyi tasoristeystä niin, että törmäys junan kanssa olisi ollut likimain varma, jos juna olisi tullut) vähenivät 8 %:sta 5 %:iin. Riskiylittäjiä oli muita enemmän mopoilijoissa, moottoripyöräilijöissä, nuorissa ja turvavyötä käyttämättömissä. (Kulmala & Vilhonen 1984.)

Rautatien tasoristeyksien stop-merkkejä noudatetaan huonommin kuin teiden risteyksissä olevia (Sanders ym. 1978). Syynä voi olla se, että tasoristeykseen tulee junia harvemmin kuin teiden risteykseen väistettäviä autoja.

Näkemillä, raiteiden lukumäärällä, risteyskulmalla, radan tai tien liikennemäärällä, junan nopeudella tai vuorokaudenajalla ei havaittu olevan selvää vaikutusta stop-merkin noudattamiseen tutkimuksessa, jossa havainnoitiin yhteensä 1 668 tienkäyttäjän käyttäytymistä 13 stop-merkillisessä tasoristeyksessä (Bezkorovainy & Holsinger 1966). Ennakkovaroitusmerkki (*stop ahead*) parantaa stop-merkin noudattamista (Sanders ym. 1978).

Tasoristeuksen ylityksestä ajoneuvoille aiheutuva viive stop-merkillisissä tasoristeyksissä on 3–5 s, kun se pelkällä tasoristeysmerkillä varustetuissa tasoristeyksissä on 1,3–4,7 s (Kulmala & Vilhonen 1984).

3.2 Stop-merkin vaikutus onnettomuuksiin

Poikkileikkaustutkimuksissa, joissa on suoraan verrattu erityyppisten tasoristeysten onnettomuushistoriaa, stop-merkillisissä tasoristeyksissä on todettu tapahtuneen enemmän onnettomuuksia tasoristeystä kohden kuin pelkästään tasoristeysmerkeillä varustetuissa tasoristeyksissä. Näin on myös silloin, kun onnettomuusmäärä on suhteutettu tien ja radan liikennemääriin. (Britton 2004, Caird ym. 2002, Raub 2006, 2007, 2009.) Tällainen suora vertailu ei kuitenkaan anna oikeaa kuvaa stop-merkin turvallisuusvaikutuksista, koska stop-merkilliset tasoristeykset tyypillisesti poikkeavat muista turvalaitteettomista tasoristeyksistä muutenkin kuin stop-merkin suhteen (Kulmala & Vilhonen 1984, Sanders 1978).

Onnettomuuksien kuvauksien perusteella on kartoitettu tasoristeysonnettomuuksien syntyyn vaikuttaneita tekijöitä. Näiden tekijöiden avulla on tehty päätelmiä siitä, miten erilaiset toimenpiteet parantavat tasoristeysten turvallisuutta. Liikennevahinkojen tutkijalautakuntien Suomessa vuosina 1991–2004 tutkimalle 110 tasoristeysonnettomuudelle oli tunnusomaista se, että auto ajoi tasoristeykseen pysähtymättä. Kuljettajan virheellistä toimintaa selittivät tavallisimmin havaintovirheet (58 %) sekä ennakointi- ja arviointivirheet (28 %). Kuljettajan virheellistä toimintaa selittäviä taustatekijöitä olivat tasoristeuksen tuttuus ja kuljettajan kiire. Ympäristötekijöistä tien nousu radalle, liukkaus ja näkemäesteet olivat tavallisimpia. Havaintojen tekemistä haittaavia tekijöitä olivat lisäksi auringon häikäisy, sumu, pimeys sekä tien ja radan välinen risteyskulma. Onnettomuustutkintakeskuksen asettama tutkijalautakunta suosittelikin, että pysähtyminen tulisi saattaa käyttäytymismalliksi vartioimattomissa tasoristeyksissä, joissa näkemä radan suuntaan saavutetaan vasta kahdeksan metrin päässä radasta. Samoin näkemävaatimukset tulisi muuttaa sellaisiksi, että niissä otettaisiin huomioon myös mahdollisuus tasoristeuksen ylittämiseen ilman pysähtymistä (Onnettomuustutkintakeskus 2005).

Kanadassa pysähtyminen ennen tasoristeystä ei ole pakollista, ellei tasoristeyksessä ole stop-merkkiä. Pysähtymisen laiminlyönti ennen tasoristeuksen ylitystä on todettu tasoristeysonnettomuuksien yleisimmäksi vaaraa aiheuttavaksi tekijäksi (*unsafe act*), joka määritelmän mukaan ei ole pelkästään määräysten vastaista toimintaa tai erehdys vaan rike tai erehdys potentiaalisen vaaran uhatessa. Pysähtymättömyyden todettiin vaikuttaneen 71 %:ssa tutkituista onnettomuuksista. Suuri osuus viittaa siihen, että osa tapauksista koski tasoristeuksia, joissa ei ollut stop-merkkiä, vaikka tätä ei käytettävissä olleista tiedoista voitukaan varmistaa. Stop-merkin tehoon turvallisuuden parantajana suhtauduttiin kanadalaistutkimuksessa kuitenkin epäillen, koska pysähtymiskäskeyä noudatetaan huonosti eikä merkin vaikutuksista onnettomuuksiin ole olemassa luotettavaa tietoa (Caird ym. 2002).

Yhdysvalloissa tutkituista 60 vartioimattoman tasoristeuksen onnettomuudesta 22 tapahtui stop-merkillisessä tasoristeyksessä. Auton kuljettaja ei noudattanut stop-merkkiä 13 tapauksessa eikä katsonut radan suuntaan kaikkiaan 16 onnettomuudessa. Raportissa suositeltiin stop-merkkien laajamittaista käyttöä ja niiden noudattamisen valvontaa, jolla yhtenäistettäisiin vartioimattomien tasoristeysten kirjavaa merkintää ja ohjattaisiin ihmisiä aiempaa turvallisempaan käyttäytymiseen (National Transportation Safety Board 1998).

Yksittäisessä tasoristeyksessä tapahtuvien onnettomuuksien määrää selittäviä tilastollisia malleja ja indeksejä on kehitetty erityisesti Yhdysvalloissa, mistä ovat peräisin muun muassa *Peabody Dimmick Formula*, *New Hampshire Index*, *NCHRP Index* ja *USDOT accident prediction equations* (Ogden 2007, Oh ym. 2006). Missään näistä malleista ei kuitenkaan ole stop-merkkiä selittävänä muuttujana. Oh (2007) on kehittänyt Etelä-Korean tasoristeysonnettomuuksia selittäviä malleja, joissa yhtenä mahdollisena selittäjänä oli stop-merkki. Se ei kuitenkaan osoittautunut merkitseväksi selittäjäksi. Myös-

3. Aiemmat tutkimukset stop-merkin vaikutuksista tasoristeyksissä

kään suomalaisessa tasoristeysten olosuhdeindeksissä stop-merkki ei ole selittävänä muuttujana (Ratohallintokeskus 2004). Tilastollisten mallien avulla erilaisten tekijöiden – kuten stop-merkkien – vaikutuksista on vaikea saada luotettavaa tietoa, koska mallien selittävät muuttujat tyypillisesti korreloivat keskenään. Lisäksi malleihin ei aina saada mukaan kaikkia selittäviä muuttujia. Mallissa mukana olevat muuttujat saattavat heijastella niiden kanssa korreloivien, aineistosta puuttuvien muuttujien vaikutuksia enemmän kuin omaa vaikutustaan (Oh 2006, Kulmala & Vilhonen 1984).

Tuoreessa amerikkalaisessa ennen–jälkeen-tutkimuksessa tarkasteltiin tasoristeysten onnettomuusmääriä ennen stop-merkin asentamista ja sen jälkeen. Aineisto kattoi kaikkiaan 7 394 tasoristeystä, joihin asennettiin stop-merkki vuosina 1980–2005. Kun turvallisuuden mittana käytettiin vuotuista onnettomuuksien lukumäärää tuhatta tasoristeystä kohden, ennen stop-merkin asennusta onnettomuuksia tapahtui vuodessa 137 ja asennuksen jälkeen 95. Jos tien ja radan liikennemäärät eivät ole merkittävästi pienentyneet stop-merkkien asentamisen jälkeen, onnettomuudet ovat vähentyneet merkkien vaikutuksesta noin 30 % (Millegan ym. 2009). Tarkastelussa ei kuitenkaan otettu huomioon yleistä liikenneturvallisuuden paranemista tarkastellulla 25-vuotijaksolla. Jos ja kun yleinen onnettomuusrisikki on pienentynyt samaan aikaan, kun stop-merkkien käyttö on lisääntynyt, stop-merkkien turvallisuutta parantava vaikutus on tullut yliarvioiduksi.

Millegan ym. (2009) kehittivät myös negatiivisen binomijakautuman mukaisia regressiomalleja sen selvittämiseksi, miten stop-merkin vaikutus riippui tasoristeysten olosuhteista. Mallit laadittiin erikseen päällystämättömille teille, joiden liikennemäärä oli tyypillisesti alle 100 ajoneuvoa/vrk, ja päällystetyille teille, joiden keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) oli yleensä ainakin 200 ajoneuvoa/vrk. Aiempien selvitysten perusteella tiedettiin, että näiden tieluokkien tasoristeykset poikkesivat toisistaan myös muiden ominaisuuksien suhteen. Mallien mukaan päällystetyillä teillä stop-merkit ovat tehokkaimpia, kun tien ja radan liikennemäärät ovat pieniä, ylitettävänä on useita raiteita ja junien nopeus alhainen. Päällystämättömillä teillä stop-merkit ovat tehokkaimpia, kun radan liikennemäärä on pieni.

Millegan ym. (2009) kuitenkin huomauttavat, ettei mallien selitysaste ollut erityisen hyvä. Tämä voi johtua muun muassa siitä, että malleista puuttui joitain tärkeitä muuttujia. Esimerkiksi näkemiä tieltä radalle kuvaavia muuttujia ei ollut käytettävissä. Sen vuoksi mallien antamiin tuloksiin stop-merkin vaikutusten ja olosuhdemuuttujien välisestä riippuvuudesta on suhtauduttava varauksin.

Toisessa ennen–jälkeen-tutkimuksessa tarkasteltiin kehitystä 1 939 tasoristeyksessä, joihin asennettiin stop-merkit. Onnettomuuksien määrä miljoonaa tiekulkuneuvoa kohden kasvoi hieman mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevästi (Raub 2006). Syyksi arveltiin merkkien huonoa noudattamista (Yeh & Multer 2008).

Park (2007) esittää aiempiin selvityksiin perustuvan taulukon, jossa stop-merkin vaikutukseksi on arvioitu onnettomuuksien väheneminen 19–53 %:lla.

Bayesilaista lähestymistapaa käyttäneessä tutkimuksessa, jossa aiempiin tutkimuksiin perustuvaa tietoa erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista täydennettiin asiantuntija-arvioilla, stop-merkit arvioitiin seitsemänneksi tehokkaimmaksi kaikkiaan 18 toimenpiteestä. Parhaimmiksi arvioitiin ajoneuvossa olevat, lähestyvistä junasta varoittavat laitteet, esteet tunnistavat järjestelmät ja vakioipituinen aktiivisten turvalaitteiden varoitusaika (tarkoittaa sitä, että aika hälytyksen alkamisesta junan tulon on vakio). Aiempaa tietoa stop-merkin vaikutuksesta edusti kuitenkin vain yksi korealainen tutkimus (Lee ym. 2004), jonka mukaan stop-merkit vähentävät onnettomuuksia 39 % (Washington & Oh 2006).

3. Aiemmat tutkimukset stop-merkin vaikutuksista tasoristeyksissä

Sacomanno ym. (2007) puolestaan esittävät taulukon, jossa neljän aikaisemman, tarkemmin yksilöimättömän tutkimuksen perusteella on laskettu stop-merkin vähentävän onnettomuuksia 35 %.

Tuloksia stop-merkkien vaikutuksesta teiden risteyksissä ei voi yleistää rautatietasoristeyksiin, koska junan kuljettajalla ei ole käytännössä mitään mahdollisuutta välttää törmäystä omalla toiminnallaan, vaikka hän näkee törmäysvaaran (Oh ym. 2006).

Yhteenvetona voidaan todeta, että useissa tutkimuksissa on viitteitä siihen suuntaan, että stop-merkit voivat vähentää onnettomuuksia. Vaikutuksen määrästä ei kuitenkaan ole luotettavaa tietoa. Asian selvittämistä on vaikeuttanut se, että Yhdysvalloissa, missä merkittävimmät tutkimukset aiheesta on tehty, stop-merkin käyttöä säätelevät ohjeet vaihtelevat eri osavaltioissa ja muuttuvat ajan myötä. Lie-nee kuitenkin selvää, että merkkien vaikutus riippuu olosuhteista. Silti tiedot siitä, millaisissa tasoristeyksissä merkit toimivat hyvin ja millaisissa huonostahuonosti, ovat edelleen puutteelliset.

3.3 Stop-merkin käyttöön liittyviä näkökohtia

Pysähtyminen ennen radan ylitystä lisää radan ylittämiseen tarvittavaa aikaa ja voi lisätä onnettomuus-riskiä erityisesti pitkillä ja hitailla ajoneuvoilla. Se voi myös aiheuttaa peräänajoja. Junan nopeuden arviointi tasoristeyksen eteen pysähtyneestä ajoneuvosta on vaikeampaa kuin nopeuden arviointi autosta, joka on kauempana tasoristeyksestä. (Britton 2004.)

Pysähtyminen ennen radan ylitystä lisää radan tarkkailua ja antaa enemmän aikaa junan havaitsemiseen. Merkin käyttö on perustelluina, jos junan nopeus on suuri, ylitettävänä on useita raiteita, risteyskulma poikkeaa selvästi suorasta kulmasta tai näkemät ovat huonot. Stop-merkkiä ei pidä käyttää, jos radan ylitystä edeltää jyrkkä ylämäki tai tiellä on raskasta liikennettä. (Caird ym. 2002.) Stop-merkin käyttö on perusteltua myös silloin, kun tieltä puuttuu pysähtymismatkan mukainen näkemä (vastaa määritelmässä selitettyä lähestymisnäkemää), mutta kahdeksan metrin näkemä radan suuntaan on hyvä (Pöyry 1978).

Lerner ym. (2002) huomauttavat, ettei radan turvallinen ylittäminen läheskään aina edellytä pysähtymistä ennen tasoristeystä. He pitävät tärkeänä stop-merkin käytön kriteerinä sitä, että näkemät tieltä radan suuntaan aukeavat vasta hyvin lähellä tasoristeystä.

Sanders ym. (1978) ovat asettaneet stop-merkin käytölle kahdeksan ehtoa, joiden kaikkien tulisi täytyä:

- Tienkäyttäjien on ymmärrettävä merkin käytön syy (esim. huono näkyvyys radalle, paljon junia).
- Radalla on keskimääräistä vilkkaampi ja tiellä keskimääräistä vähäisempi liikenne (enemmän kuin kolme junaa ja vähemmän kuin 2 000 autoa vuorokaudessa).
- Varmistuminen turvallisesta ylityksestä edellyttää (melkein) pysähtymistä.
- Stop-merkkien noudattamista valvotaan vähintään vastaavasti kuin tieliittymien merkkejä.
- Stop-merkkejä on käytettävä valikoiden, jotta niiden teho säilyy.
- Stop-merkki ei saa aiheuttaa lähistön tieliikenteeseen konflikteja.
- Käytön on oltava järjestelmällistä, mukaan lukien ennakkovaroitusmerkit ja kunnossapito.
- On seurattava ajoittain, että stop-merkin asentamisen kriteerit pätevät yhä.

3. Aiemmat tutkimukset stop-merkin vaikutuksista tasoristeyksissä

Liikenneturvallisuusasiain neuvottelukunta suosittelee Suomessa vuonna 1981, että tasoristeykset, joissa turvalaitteiden hankkiminen viivästyy tai on kannattamatonta, tulisi varustaa stop-merkillä (Kulmala & Vilhonen 1984).

Yhdysvalloissa vuonna 1993 annetun suosituksen mukaan Stop-merkin käyttö on perusteltua, jos ainakin yksi seuraavista ehdoista täyttyy (eikä ole erityistä syytä, kuten jyrkkä ylämäki, jättää merkkiä asentamatta):

- Junan nopeus on yli 30 mph (48 km/h).
- Tiellä liikkuu busseja ja vaarallisten aineiden kuljetuksia ja/tai raskaita ajoneuvoja.
- Radalla kulkee ainakin viisi junaa vuorokaudessa.
- Radalla on henkilöliikennettä.
- Ylitettävänä on ainakin kaksi raidetta.
- Risteyskulma on vino.
- Näkemät radalle ovat huonot kauempana tasoristeyksestä. (National Transportation Safety Board 1998.)

Vuonna 1998 Yhdysvalloissa päätettiin, että stop-merkkien hyödyt ovat haittoja suuremmat. Erityisen tarpeellisenä pidettiin, että tienkäyttäjille tasoristeyksistä annettava informaatio ja toimintamallit olisivat yhdenmukaisia, ja stop-merkkien järjestelmällisen käytön katsottiin palvelevan tätä päämäärää. Tärkeänä pidettiin sitä, että tienkäyttäjät tietävät, millaista käyttäytymistä stop-merkki edellyttää. Tienkäyttäjien haluttiin ymmärtävän myös, että pysähtyminen lisää aikaa, joka on käytettävissä lähestyvän junan havaitsemiseen. Näkemän tieltä radan suuntaan todettiin yleensä olevan riittävä välittömästi ennen rataa. Johtopäätöksenä suositeltiin stop-merkin käyttöä kaikissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä, ellei ollut erityistä syytä jättää merkkejä asentamatta. (National Transportation Safety Board 1998.) Vastaavasti Suomessa Onnettomuustutkimuskeskus (2005) sekä Poutanen ja Luoma (2009) pitävät stop-merkkien systemaattista ja nykyistä laajempaa käyttöä erityisesti liikennejärjestelmän selkeyden ja yhtenäisyyden kannalta perusteltuna.

Vuonna 2006 Yhdysvalloissa muutettiin stop-merkin käyttöä tasoristeyksissä koskevaa ohjetta niin, että tasoristeyksimerkin lisänä varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä olisi ensisijaisesti käytettävä väisätämismuunnosmerkkiä (kärkikolmiota), ja stop-merkin käyttö olisi perusteltava erikseen (Paniati & Baxter 2006).

Stop-merkin laajamittaista käyttöä koskevia ohjeita on Yhdysvalloissa kritisoitu. Keskeisenä argumenttina on se, ettei stop-merkin vaikutusta onnettomuuksiin vieläkään tunneta. Stop-merkin käyttö on esitetty rajattavaksi poikkeuksellisiin olosuhteisiin, joissa pysähtyminen ennen rataa voidaan ta-pauskohtaisesti perustella. Perusteluissa tulee kiinnittää huomiota erityisesti seuraaviin asioihin:

- näkemät tasoristeystä lähestyvistä autosta radan suuntaan
- tien geometria, toiminnallinen luokka, liikennemäärä ja ajonopeudet
- radan ominaisuudet, kuten liikennemäärä, junien nopeudet ja raiteiden lukumäärä
- tasoristeyksen onnettomuushistoria
- junan tulosta varoittavien turvalaitteiden tarve (Ogden 2007).

Suomessa stop-merkkejä voidaan tasoristeyksissä käyttää turvallisuuden parantamiseksi. Sen tarkempia ohjeita stop-merkin käytöstä ei ole. Yleensä stop-merkkien asentaminen kuuluu tienpitäjälle. Yksityisillä teillä radanpitäjä voi asentaa merkit tienpitäjän luvalla. (Ratahallintokeskus 2004.)

3.4 Päätelmät stop-merkin vaikutuksista tehdyistä tutkimuksista

Rautatietasoristeysten stop-merkistä tehtyjen tutkimusten tulokset voidaan tiivistää seuraavasti:

- Stop-merkkien ansiosta kuljettajat pysähtyvät ja katsovat radan suuntaan useammin ennen radan ylittämistä. Stop-merkkejä kuitenkin noudatetaan tasoristeyksissä huomattavasti enemmän kuin teiden risteyksissä. Lisäksi pysähtyvien osuus voi jäädä alle 50 %:n. Ennakkovaroitusmerkit voivat parantaa noudattamista.
- Vaikutuksia tasoristeystasonnettomuuksiin ei tunneta. On viitteitä siitä, että tietyissä olosuhteissa stop-merkit vähentävät onnettomuuksia. Ei ole kuitenkaan pystytty selkeästi määrittelemään, millaisissa olosuhteissa stop-merkit selkeästi parantavat turvallisuutta ja millaisissa olosuhteissa niistä saatava hyöty on kyseenalainen.

Stop-merkin käytön kriteereitä harkittaessa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin:

- näkemien muuttuminen tieltä radan suuntaan, kun tiekulkuneuvo lähestyy tasoristeystä
- vaikutus aikaan, joka on käytettävissä lähestyvän junan havaitsemiseen
- näkemien riittävyys (riippuu myös junien nopeudesta) välittömästi ennen tasoristeystä (kahdeksan metrin näkemä)
- raskaan liikenteen (erityisesti perävaunullisten kuorma-autojen) tarvitsema ylitysaika
- tien pituuskaltevuus (odotustasanteet, ylämäki ennen tasoristeystä)
- lähellä olevat tien risteykset (ei saa häiritä risteuksen liikennettä).
- Stop-merkin käyttö on nähtävä paitsi yksittäisten tasoristeysten turvallisuustoimenpiteenä, myös järjestelmätason toimenpiteenä, jolla voidaan yhtenäistää tasoristeysten merkintää ja opastaa tienkäyttäjää oikeaan, yhdenmukaiseen käyttäytymiseen.
- Suomessa stop-merkin asentamisesta vastaa pääsääntöisesti tienpitäjä. Yksityiselle stop-merkin voi tienpitäjän luvalla asentaa myös radanpitäjä.

4. Stop-merkin käyttö nykyisin

Stop-merkin käyttöä varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä selvitettiin ns. INVE-projektissa¹ kerätystä aineistosta. Siinä oli syyskuussa 2009 tiedot kaikkiaan 2 741 varoituslaitteettomasta tasoristeyksestä. Niistä 117 oli kuitenkin jo poistettu käytöstä, joten käytössä olevia varoituslaitteettomia tasoristeyksiä oli aineistossa kaikkiaan 2 624. Kun näistä vielä poistettiin kevyen liikenteen väylät ja laituripolut, jäljelle jäi 2 468 varoituslaitteetonta ajoneuvoliikenteen tasoristeystä. Niistä 354 (14 %) oli varustettu stop-merkillä, 2 114 (86 %) ei. Jos tasoristeyksessä on stop-merkki, se on yleensä molemmissa tulosuunnissa.

Stop-merkin käyttö vaihteli rataosuuksittain (liite A). Vähintään kymmenen varoituslaitteetonta ajoneuvoliikenteen tasoristeystä sisältävillä rataosuuksilla stop-merkki oli ainakin 30 %:ssa risteyksistä. Tällaisia rataosuuksia olivat Haapamäki–Jyväskylä, Ylivieska–Oulu, Seinäjoki–Vaasa–Vaasan satama, Tuomioja–Raahe, Joensuu–Uimaharju, Hyvinkää–Karjaa, Orivesi–Haapamäki, Oulu–Kontiomäki ja Haapamäki–Seinäjoki. Kaikkiaan 42 rataosuudesta, joilla oli ainakin kymmenen varoituslaitteetonta ajoneuvoliikenteen tasoristeystä, 12 rataosuudella stop-merkki oli alle 10 %:ssa tasoristeyksistä.

Rataosien väliset vaihtelut stop-merkin käytössä tarkoittanevat sitä, että kriteerit merkkien käytölle vaihtelevat maan eri osissa. Osaksi eroja voi kuitenkin selittää myös se, että myös itse tasoristeykset ovat erilaisia eri rataosuuksilla.

Vain 6 % stop-merkeistä oli hyvässä ja 29 % tyydyttävässä kunnossa. Kunto oli välttävä (esim. värit huomattavan haalistuneet) 34 %:ssa ja huono (esim. pinnassa vaurioita) 31 %:ssa tapauksista. Niistä 2 114 varoituslaitteettomasta tasoristeyksestä, joissa ei ollut stop-merkkiä, INVE-projektin tarkastuksessa suositeltiin sellaisen asentamista kuuteen tasoristeykseen.

Stop-merkilliset ja ilman stop-merkkiä olleet tasoristeykset eivät merkittävästi eronneet toisistaan radan liikennemäärän, tien pintamateriaalin, raiteiden lukumäärän tai tasoristeyksen kansirakenteen materiaalin osalta. Stop-merkilliset varoituslaitteettomat ajoneuvoliikenteen tasoristeykset kuitenkin poikkesivat ilman stop-merkkiä olleista tasoristeyksistä seuraavilla tavoilla:

- Junan suurin sallittu nopeus oli ainakin 120 km/h 44 %:ssa stop-merkillisistä ja 33 %:ssa muista tasoristeyksistä.
- Tasoristeys ilman puomeja -merkki oli 58 %:ssa stop-merkillisistä ja 13 %:ssa muista varoituslaitteettomista tasoristeyksistä.

¹ VTT:n INVE-projektissa laatimat tutkimusraportit ovat saatavilla RHK:n verkkosivuilta osoitteesta http://www.rhk.fi/tietopalvelu/julkaisut/tutkimusraportit/tasoristeysten_turvallisuus_suom/.

4. Stop-merkin käyttö nykyisin

- Odotustasanteet olivat kunnossa tai lähes kunnossa 45 %:ssa stop-merkillisistä ja 19 %:ssa muista tasoristeyksistä.
- Lähestymismerkit oli 43 %:ssa stop-merkillisistä ja 9 %:ssa muista tasoristeyksistä.
- Laippauran ontelokumi oli 70 %:ssa stop-merkillisistä ja 51 %:ssa muista tasoristeyksistä.
- Stop-merkillisistä tasoristeyksistä 36 % sijaitsi yleisellä tiellä tai vilkkaalla yksityistiellä; muista tasoristeyksistä tällaisia oli 6 %.
- Tien nopeusrajoitus oli enintään 50 km/h 23 %:ssa stop-merkillisistä ja 10 %:ssa muista tasoristeyksistä.
- Stop-merkillisistä tasoristeyksistä 87 % oli ylittävissä myös lavetilla, muista tasoristeyksistä 53 %.
- Tien keskimääräinen vuorokausiliikenne oli enintään kymmenen ajoneuvoa vuorokaudessa 29 %:ssa stop-merkillisistä ja 78 %:ssa muista varoituslaitteettomista tasoristeyksistä. Liikennemäärä oli yli 50 ajoneuvoa vuorokaudessa 8 %:ssa stop-merkillisistä ja 1 %:ssa muista tasoristeyksistä (taulukko 1).

Taulukko 1. Tien liikennemäärä stop-merkillisissä ja muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä.

Tien liikennemäärä (ajon./vrk)	Stop-merkit				
	Ei ole		On		Yhteensä
	lkm	Kumul. %	lkm	Kumul. %	
Alle 1	1087	51,7	32	9,0	1119
1-10	559	78,3	70	28,8	629
11-20	178	86,8	60	45,8	238
21-50	188	95,8	96	72,9	284
51-100	67	99,0	68	92,1	135
101-200	14	99,6	17	96,9	31
201-500	6	99,9	8	99,2	14
501-1000	2	100,0	1	99,4	3
1001-2000	0	100,0	2	100,0	2
Yli 2000	0	100,0	0	100,0	0
Yhteensä	2101		354		2455
Ei tietoa	13	0,6	0	0,0	13
Yhteensä	2114		354		2468

- Lyhin kahdeksan metrin näkemä ennen näkemien raivausta oli enintään 200 metriä 67 %:ssa stop-merkillisistä ja 75 %:ssa muista tasoristeyksistä (taulukko 2). Näkemien raivauksen jälkeen vastaavat osuudet olivat 19 % ja 20 % (taulukko 3).

4. Stop-merkin käyttö nykyisin

Taulukko 2. Lyhin kahdeksan metrin näkemä stop-merkillisissä ja muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä ennen näkemien raivausta.

Lyhin 8 metrin näkemä (m)	Stop-merkit				
	Ei ole		On		Yhteensä
	lkm	Kumul. %	lkm	Kumul. %	
Alle 20	608	30,0	42	11,9	650
21-50	337	46,6	50	26,1	387
51-100	239	58,4	49	40,1	288
101-200	341	75,3	96	67,3	437
201-300	206	85,4	47	80,7	253
301-400	124	91,6	33	90,1	157
401-500	59	94,5	15	94,3	74
501-600	35	96,2	3	95,2	38
Yli 600	77	100,0	17	100,0	94
Yhteensä	2026		352		2378
Ei tietoa	88	4,2	2	0,6	90
Yhteensä	2114	1,0	354	1,0	2468

Taulukko 3. Lyhin kahdeksan metrin näkemä stop-merkillisissä ja muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä näkemien raivauksen jälkeen.

Lyhin 8 metrin näkemä raivauksen jälkeen (m)	Stop-merkit				
	Ei ole		On		Yhteensä
	lkm	Kumul. %	lkm	Kumul. %	
Alle 20	4	0,2		0,0	4
21-50	22	1,3	3	0,9	25
51-100	67	4,6	7	2,9	74
101-200	318	20,5	57	19,3	375
201-300	436	42,2	77	41,5	513
301-400	374	60,9	72	62,2	446
401-500	291	75,4	50	76,7	341
501-600	207	85,7	22	83,0	229
Yli 600	286	100,0	59	100,0	345
Yhteensä	2005		347		2352
Ei tietoa	109	5,2	7	2,0	116
Yhteensä	2114	1,0	354	1,0	2468

- Lyhin kahdeksan metrin näkemä oli ennen näkemien raivausta ainakin puolet vaaditusta näkemästä (yksiraiteisen radan tasoristeyksessä vaadittu näkemä metreinä on kuusi kertaa junan nopeus kilometreinä tunnissa) 17 %:ssa stop-merkillisistä ja 16 %:ssa muista varoituslaitteettomista tasoristeyksissä (taulukko 4). Näkemien raivauksen jälkeen vastaavat osuudet olivat 56 % stop-merkillisistä ja 64 % muista tasoristeyksistä (taulukko 5).

4. Stop-merkin käyttö nykyisin

Taulukko 4. Näkemän pituus (lyhin kahdeksan metrin näkemä) prosentteina vaaditusta näkemästä ennen näkemien raivausta.

Näkemä prosentteina vaaditusta	Stop-merkit				
	Ei ole		On		Yhteensä
	lkm	Kumul. %	lkm	Kumul. %	
Ainakin 100%	157	7,8	20	5,7	177
91-99%	11	8,3	2	6,3	13
81-90%	25	9,5	9	8,8	34
71-80%	37	11,4	2	9,4	39
61-70%	32	12,9	9	11,9	41
51-60%	61	16,0	19	17,3	80
41-50%	128	22,3	29	25,6	157
31-40%	149	29,6	50	39,8	199
21-30%	207	39,9	53	54,8	260
11-20%	279	53,7	64	73,0	343
Enintään 10%	938	100,0	95	100,0	1033
Yhteensä	2024		352		1033
Ei tietoa	90	4,3	2	0,6	92
Yhteensä	2114	1,0	354	1,0	2468

Taulukko 5. Näkemän pituus (lyhin kahdeksan metrin näkemä) prosentteina vaaditusta näkemästä näkemien raivauksen jälkeen.

Raivattu näkemä prosentteina vaaditusta	Stop-merkit				
	Ei ole		On		Yhteensä
	lkm	Kumul. %	lkm	Kumul. %	
Ainakin 100%	739	36,9	95	27,4	834
91-99%	37	38,7	11	30,5	48
81-90%	88	43,1	12	34,0	100
71-80%	114	48,8	25	41,2	139
61-70%	123	55,0	23	47,8	146
51-60%	188	64,4	29	56,2	217
41-50%	216	75,1	57	72,6	273
31-40%	220	86,1	55	88,5	275
21-30%	175	94,9	28	96,5	203
11-20%	79	98,8	10	99,4	89
Enintään 10%	24	100,0	2	100,0	26
Yhteensä	2003		347		26
Ei tietoa	111	5,3	7	2,0	118
Yhteensä	2114	100,0	354	100,0	2468

4. Stop-merkin käyttö nykyisin

Yhteenvetona nykyisestä käytännöstä voidaan todeta, että stop-merkkejä käytetään varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä suhteellisen harvoin: vain 14 %:ssa risteyksistä (356/2468). Lisäksi näyttää siltä, että valtakunnallisten kriteerien puuttuessa merkkien käyttö vaihtelee maan eri osissa. INVE-projektissa stop-merkkiä suositeltiin vain kuuteen varoituslaitteettomaan tasoristeykseen, jossa sellaista ei vielä ollut. Stop-merkkien asentamista koskevien suositusten vähäiseen määrään on kuitenkin vaikuttanut se, ettei niiden asettamiselle ole ollut kriteereitä eikä turvallisuusvaikutuksista ole ollut käytettävissä luotettavia tietoja.

Järjestelmätason hyödyistä, joita saavutettaisiin yhtenäistämällä stop-merkkien asentamiskäytännöt, ei saa kuvaa pelkästään nykyistä käytäntöä tarkastelemalla. Erityisesti näkemiä koskevien tarkastelujen perusteella on mahdollista, että stop-merkkejä käytetään nykyisin myös paikoissa, joissa niistä saatava turvallisuushyöty on kyseenalainen: Jos näkemät tieltä läheltä kiskoja radan suuntaan ovat selvästi vaadittavaa lyhyemmät, stop-merkki voi lisätä onnettomuusriskiä, koska pysähtyminen ennen kiskoja pidentää radan ylitykseen kuluvaan aikaa.

5. Onnettomuudet stop-merkillä varustetuissa tasoristeyksissä

Ratahallintokeskuksesta saadun tilaston² mukaan tasoristeyksissä tapahtui vuosina 2002–2008 yhteensä 378 onnettomuutta, joista 215 tapahtui päärajojen ja 163 sivurajojen tasoristeyksissä³ (taulukko 6). Stop-merkillisissä tasoristeyksissä tapahtui kaikkiaan 68 onnettomuutta⁴. Päärajojen tasoristeysonnettomuuksista lähes neljäsosa tapahtui stop-merkillisissä tasoristeyksissä. Osuus oli noin kaksi kertaa niin suuri kuin sivurajoilla. Stop-merkillisten tasoristeysten onnettomuuksista on luettelo liitteessä B.

Taulukko 6. Tasoristeysonnettomuuksien lukumäärät vuosina 2002–2008.

Varoituslaitteet ja -merkit	Pääradat		Sivuradat		Yhteensä	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Puomilaitos	37	17,2	7	4,3	44	11,6
Valo- ja äänivaroituslaitos	11	5,1	11	6,7	22	5,8
Stop-merkit	49	22,8	19	11,7	68	18,0
Ei mitään edellä mainittuja	118	54,9	126	77,3	244	64,6
Yhteensä	215	100,0	163	100,0	378	100,0

Päärajojen onnettomuustasoristeyksistä 167 oli varoituslaitteettomia eli niissä ei ollut puomi- tai valo- ja äänivaroituslaitosta. Tällaisissa tasoristeyksissä tapahtuneista onnettomuuksista 29,3 % sattui stop-merkillä varustetuissa tasoristeyksissä. INVE-projektissa kerätyn aineiston perusteella vastaava osuus päärajojen varoituslaitteettomista tasoristeyksistä oli 13,6 %, joten stop-merkillisissä tasoristeyksissä onnettomuuksia tapahtuu yli kaksi kertaa niin paljon kuin niiden lukumäärän perusteella olisi odotettavissa. Samankaltaisia tuloksia on saatu useissa ulkomaisissa tutkimuksissa (ks. luku 3.2). Stop-merkkien käytöstä sivurajojen tasoristeyksissä ei ole käytettävissä kattavia tietoja. Näin ollen ei voitu

² Jouni Hytösen sähköposti 31.8.2009.

³ Ratahallintokeskus on luopunut rajojen jaottelusta pää- ja sivurajoihin. Tässä yhteydessä luokittelua käytetään, koska vertailutietoa on saatavissa vain INVE-projektin aineistosta, joka koostuu suurimmaksi osaksi ns. päärajoista.

⁴ Päärajojen stop-merkillisten onnettomuuksissa on mukana neljä onnettomuutta, joiden osalta stop-merkin olemassaolosta ei ole täyttä varmuutta, koska tieto stop-merkistä perustuu ko. tasoristeysten tarkastuksiin, jotka tehtiin onnettomuusajankohdan jälkeen.

5. Onnettomuudet stop-merkillä varustetuissa tasoristeyksissä

selvittää, tapahtuuko stop-merkillisissä tasoristeyksissä enemmän onnettomuuksia kuin niiden lukumäärän perusteella voisi odottaa.

Tasoristeysonnettomuuksille altistumisen määrää voidaan kuvata tien ja radan liikennemäärien neljöjuurella. Pääratojen 356 stop-merkillisen varoituslaitteettoman tasoristeyksen vuotuista altistusta kuvaava luku on noin 2,5 miljoonaa ja muiden 2 268 varoituslaitteettoman tasoristeyksen vastaavasti noin 4,7 miljoonaa. Luvut on laskettu INVE-projektin aineistosta. Pääratojen varoituslaitteettomissa stop-merkillisissä tasoristeyksissä tapahtui vuosina 2002–2008 keskimäärin 7,0 (= 49/7) onnettomuutta vuodessa. Ilman stop-merkkiä olevissa tasoristeyksissä onnettomuuksia sattui vuodessa vastaavasti 16,9 (= 118/7). Stop-merkillisten ja ilman stop-merkkiä olevien varoituslaitteettomien tasoristeysten onnettomuusriskiä kuvaavat luvut ovat silloin 2,8 (= 7,0/2,5) ja 3,6 (16,9/4,7). Stop-merkillisissä tasoristeyksissä onnettomuusriski on silloin noin 20 % pienempi kuin muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä, kun otetaan huomioon näiden tasoristeystyyppien liikennemäärien erot. Tämä luku ei kuitenkaan välttämättä kuvaa stop-merkin vaikutusta hyvin, koska stop-merkilliset tasoristeykset eroavat muista vartioimattomista tasoristeyksistä muutenkin kuin liikennemäärien osalta (ks. luku 4).

Onnettomuuksien suurta määrää stop-merkillisissä tasoristeyksissä selittää siis se, että tien liikennemäärä oli niissä selvästi suurempi kuin muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä (taulukko 1). Lisäksi on mahdollista, että stop-merkkejä on asennettu erityisen vaarallisiksi koettuihin tasoristeyksiin, joissa merkki ei kuitenkaan ole riittänyt pienentämään onnettomuusriskiä muiden tasoristeysten tasolle. Kirjallisuuskatsauksen (luku 3.2) perusteella ei myöskään ole selvää, että stop-merkillä olisi positiivista turvallisuusvaikutusta kaikissa tasoristeyksissä.

Stop-merkillisten ja muiden varoituslaitteettomien onnettomuustasoristeysten olosuhteita verrattiin INVE-projektissa koottuihin tietoihin. Aineistoon saatiin 47 stop-merkillistä tasoristeystä, joissa tapahtui yhteensä 53 onnettomuutta, ja 73 muuta varoituslaitteetonta tasoristeystä, joissa tapahtui yhteensä 83 onnettomuutta. Koska INVE-projektin tiedot koskevat lähes yksinomaan pääraatoja, melkein kaikki sivuratojen tasoristeykset jäivät tämän tarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi osa onnettomuuksien tapahtumapaikoista jäi tunnistamatta, koska onnettomuustiedoissa tapahtumapaikka oli kuvattu puutteellisesti.

Stop-merkillisissä ja muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä tapahtuneiden onnettomuuksien tapahtumapaikat eivät merkittävästi poikenneet toisistaan radan nopeusrajoituksen, radan liikennemäärän tai raiteiden lukumäärän suhteen. Tapahtumapaikkojen (53 stop-merkillistä ja 83 muuta) välillä kuitenkin havaittiin seuraavia eroja:

- Stop-merkillisten tasoristeysten onnettomuuksista 70 % tapahtui yleisellä tiellä tai vilkkaalla yksityistiellä. Muista varoituslaitteettomien tasoristeysten onnettomuuksista niillä tapahtui 34 %.
- Tien liikennemäärä oli yli 50 ajoneuvoa/vrk 57 %:ssa stop-merkillisistä ja 30 %:ssa muista varoituslaitteettomista tapahtumapaikoista.
- Stop-merkillisten tasoristeysten tien pituuskaltevuus oli muita tasoristeyskiä parempi, koska stop-merkillisistä tasoristeyksistä 96 % oli ylitettävissä myös lavetilla, muista varoituslaitteettomista tasoristeyksistä 76 %. Odotustasanteet olivat kunnossa tai lähes kunnossa 46 %:ssa stop-merkillisistä ja 32 %:ssa muista varoituslaitteettomista tapahtumapaikoista.
- Stop-merkillisistä tasoristeyksistä 76 %:ssa oli tasoristeys ilman puomeja -liikennemerkki, muista varoituslaitteettomista tapahtumapaikoista vain 36 %:ssa.

5. Onnettomuudet stop-merkillä varustetuissa tasoristeyksissä

- Tasoristeyksen lähestymismerkit oli 65 %:ssa stop-merkillisistä ja 18 %:ssa muista varoituslaitteettomista tapahtumapaikoista.
- Nopeusrajoitus oli enintään 40 km/h 34 %:ssa stop-merkillisistä ja 22 %:ssa muista varoituslaitteettomista tapahtumapaikoista.

Stop-merkillisten ja muiden varoituslaitteettomien tapahtumapaikkojen väliset erot näkemissä eivät olleet erityisen suuria. Lyhin kahdeksan metrin näkemä oli enintään 30 % vaaditusta 53 %:ssa stop-merkillisistä ja 65 %:ssa muista tapahtumapaikoista. Vähintään 70 % vaaditusta kahdeksan metrin näkemä oli 6 %:ssa stop-merkillisistä ja 9 %:ssa muista tapahtumapaikoista.

Suurimmat erot stop-merkillisten ja muiden varoituslaitteettomien onnettomuuspaikkojen välillä koskivat siis tieluokkaa ja liikennemäärää. Stop-merkillisillä tapahtumapaikoilla tien pituussuuntainen profiili oli jonkin verran parempi kuin muiden varoituslaitteettomien tasoristeyksien tapahtumapaikoilla. Näkemäolosuhteissa erot olivat pieniä.

Tasoristeysonnettomuuksissa vuosina 2002–2008 kuoli 50, loukkaantui vakavasti 23 ja loukkaantui lievästi 82 henkilöä (taulukko 7). Yhtä lukuun ottamatta kaikki kuolemaan johtaneet ja valtaosa loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista tapahtui päärajojen tasoristeyksissä. Stop-merkillisten tasoristeyksien osuus uhreista oli samaa suuruusluokkaa kuin niiden osuus päärajojen onnettomuuksista, joten stop-merkillä ei näytä olevan vaikutusta onnettomuuksien vakavuuteen..

Taulukko 7. Tasoristeysonnettomuuksissa vuosina 2002–2008 kuolleet ja loukkaantuneet henkilöt ratatyyppin ja varoituslaitteen tai merkin mukaan jaoteltuina.

	Kuolleet		Vakavasti loukkaantuneet		Lievästi loukkaantuneet	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Pääradat						
Puomilaitos	9	18,4	4	22,2	5	8,8
Valo- ja äänivaroituslaitos	2	4,1	1	5,6	2	3,5
Stop-merkit	10	20,4	4	22,2	16	28,1
Ei mitään edellä mainittuja	28	57,1	9	50,0	34	59,6
Yhteensä	49	100,0	18	100,0	57	100,0
Sivuradat						
Puomilaitos	0	0,0	0	0	2	8,0
Valo- ja äänivaroituslaitos	0	0,0	1	20	2	8,0
Stop-merkit	0	0,0	2	40	4	16,0
Ei mitään edellä mainittuja	1	100,0	2	40	17	68,0
Yhteensä	1	100,0	5	100,0	25	100,0
Kaikki radat						
Puomilaitos	9	18,0	4	17,4	7	8,5
Valo- ja äänivaroituslaitos	2	4,0	2	8,7	4	4,9
Stop-merkit	10	20,0	6	26,1	20	24,4
Ei mitään edellä mainittuja	29	58,0	11	47,8	51	62,2
Yhteensä	50	100,0	23	100,0	82	100,0

6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h-rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin

6.1 Tasoristeysten mahdollisia näkemävaatimuksia

Tienkäyttäjällä on edellytykset tasoristeyksen turvalliseen ylitykseen, kun siihen tarvittava aika on lyhyempi kuin aika, joka tasoristeystä lähestyvältä junalta kuluu tasoristeykseen saapumiseen kauimmaisesta paikasta, josta se on tienkäyttäjän havaittavissa. Tienkäyttäjä voi havaintohetkellä olla liikkeessä ja vasta saapumassa tasoristeykseen tai pysähtyneenä tasoristeyksen eteen.

Tienkäyttäjän mahdollisuudet varmistua tasoristeyksen ylitykseen käytettävissä olevan ajan riittävydestä riippuvat ratkaisevasti näkemäolosuhteista, vaikka muillakin tekijöillä, kuten tien geometrialta ja ajoneuvotyypillä, on vaikutusta. Näkemien riittävyys puolestaan riippuu ennen kaikkea junan nopeudesta sekä tiekulkuneuvon pituudesta, sen nopeudesta tasoristeystä lähestyttäessä ja ylityksen aikana sekä kiihtyvyydestä ja hidastuvuudesta.

Tasoristeyksen turvallisen ylittämisen ehtona olevat näkemävaatimukset voidaan pelkistää kolmeen kohtaan:

- a) **Tasoristeyksen havaitsemisetäisyys:** Tasoristeystä lähestyvän tienkäyttäjän on aina voitava havaita tasoristeys ja tasoristeyksessä mahdollisesti olevat varoituslaitteet niin kaukaa, että pysäyttäminen ennen tasoristeystä on tarvittaessa mahdollista. Tämä vaatimus koskee kaikkia ajoneuvoliikenteen tasoristeyksiä.
- b) **Kahdeksan metrin näkemä:** Tasoristeyksen eteen (kahdeksan metrin päähän lähimmästä kiskosta) pysähtyneen tienkäyttäjän on voitava nähdä radan suuntaan niin kauas, että tasoristeyksen turvallinen ylittäminen on mahdollista, jos näkyvissä ei ole tasoristeystä lähestyvää juna. Tämä vaatimus koskee kaikkia varoituslaitteettomia tasoristeyksiä sekä niitä varoituslaitteella (puomit, valo- ja äänivaroituslaitos) varustettuja tasoristeyksiä, joissa ei ole sellaista varoituslaitteen vianilmaisuautomatiikkaa, joka heti vian ilmaannuttua rajoittaisi kiskoliikenteen nopeuden enintään 30 km:iin/h. Jos varoituslaitteellisessa tasoristeyksessä on em. vianilmaisuautomatiikka, näkemien radan suuntaan on oltava riittävät junien liikkuessa 30 km/h nopeudella.

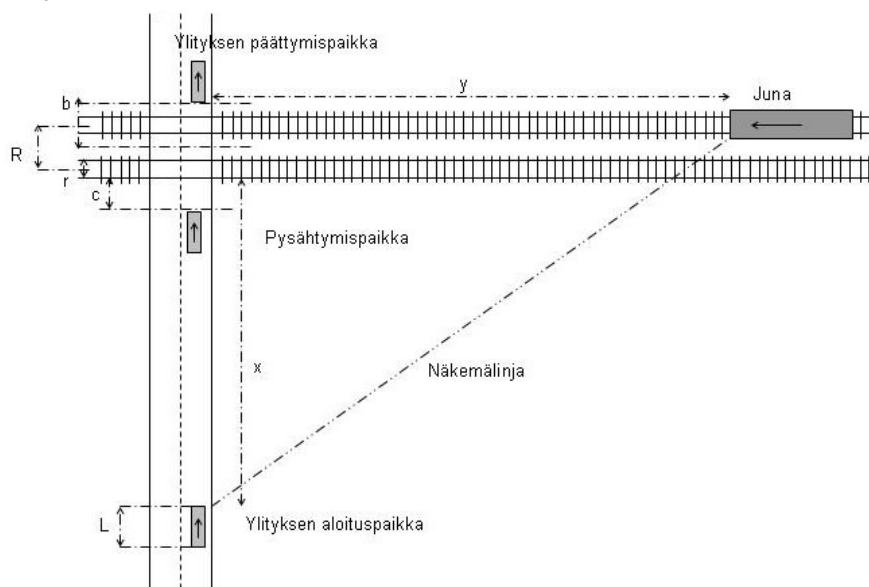
6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin

- c) **Lähestymisnäkemä:** Tienkäyttäjän pitää voida nähdä jo ennen tasoristeykseen saapumista, vaadittavan havaintoetäisyyden päässä lähimmästä kiskosta, niin kauas radan suuntaan, että hän voi ylittää tasoristeyksen turvallisesti nopeuttaan merkittävästi muuttamatta – edellyttäen, ettei näkyvässä ole tasoristeystä lähestyvää junaa. Tämän vaatimuksen on täyttyvä kuitenkin vain, jos edellytetään, että tienkäyttäjä voi ylittää tasoristeyksen turvallisesti vauhtia muuttamatta.

Kohtia a–c vastaavat näkemävaatimukset voidaan määrittää laskennallisesti. Tarvittavia suureita ovat (kuva 1):

- x tiekulkuneuvon keulan etäisyys lähimmästä kiskosta alkutilanteessa
- L tiekulkuneuvon pituus
- c tasoristeyksen eteen pysähtyneen auton etäisyys lähimmästä kiskosta (oletetaan etäisyydeksi 7 m, jolloin kuljettaja on yleensä noin 1 m:n kauempana eli 8 m:n päässä)
- r raideleveys (1,52 m)
- R uloimmaisten raiteiden välinen etäisyys useampiraiteisella radalla
- b aukean tilan ulottuma (5 m)
- y lähestyvän junan etäisyys tasoristeyksestä, kun auto on etäisyydellä x
- v_0 tiekulkuneuvon nopeus sen ollessa etäisyydellä x
- a tiekulkuneuvon hidastuvuus jarrutuksessa
- t_R tiekulkuneuvon kuljettajan reaktioaika
- t_T turvamarginaali sekunneissa

Kuvassa 1 risteyskulma on suora. Käytännössä se voi poiketa suorasta kulmasta, harvoin kuitenkaan enemmän kuin 20 astetta. Jos risteyskulma poikkeaa suorasta kulmasta, osa seuraavassa esitettävien laskelmien tuloksista muuttuu. Muutokset ovat kuitenkin niin pieniä, ettei asialla ole tässä yhteydessä käytännön merkitystä.



Kuva 1. Tasoristeyksen turvallisen ylityksen ehtojen laskennallisessa määrittelyssä tarvittavia mittoja.

6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin

Seuraavassa kuvataan edellä esitettyjen näkemävaatimusten a–c laskennallinen määrittäminen.

a) Tasoristeyksen vaadittava havaitsemisetäisyys s_H

Tienkäyttäjän on nähtävä tasoristeys viimeistään silloin, kun tiekulkuneuvo on tasoristeyksestä etäisyydellä s_H , joka vastaa tiekulkuneuvon pysähtymismatkaa s_P lisätynä seitsemällä metrillä:

$$s_H = s_P + 7m \text{ missä} \quad (1)$$

$$s_P = v_0 \cdot t_R + \frac{v_0^2}{2 \cdot a}. \quad (2)$$

Kaavan 2 ensimmäinen termi vastaa reaktioaikana kuljettavaa matkaa ja jälkimmäinen termi jarrutusmatkaa. Kun hidastuvuutena käytetään 3 m/s^2 ja reaktioaikana 1,5 s, saadaan tiekulkuneuvon nopeuden, pysähtymismatkan ja tasoristeyksen vaadittavan havaitsemisetäisyyden välille taulukossa 8 esitetävä riippuvuus.

Käytetyt hidastuvuuden ja reaktioajan arvot ovat harkinnanvaraisia. Hidastuvuus 3 m/s^2 vastaa sora- tiellä ja kesäkelillä kohtuullisen voimakasta jarrutusta. Talvella suurin mahdollinen hidastuvuus voi liukkaimmilla keleillä olla tätä pienempikin, ellei lumista tai jäistä tietä ole hiekoitettu. Uudessa- Seelannissa nopeutena v_0 ehdotetaan käytettäväksi esimerkiksi nopeutta, jonka enintään 15 % liikenteestä ylittää hyvissä ajo-olosuhteissa, tai 10 % nopeusrajoitusta suurempaa nopeutta (NZ Transport Agency 2008). Huonolla kelillä kuljettajien oletetaan alentavan nopeutta niin paljon, että nopeuden aleneminen kompensoi laskelmissa käytetyn hidastuvuuden huonolle kelille liian suurta arvoa.

Taulukko 8. Pysähtymismatkan ja tasoristeyksen vaadittavan havaitsemisetäisyyden riippuvuus tiekulkuneuvon nopeudesta.

Tieliikenteen nopeus v_0 (km/h)	Pysähtymismatka s_P (m)	Tasoristeyksen vaadittava havaitsemisetäisyys s_H (m)
20	13,5	20,5
30	24,1	31,1
40	37,2	44,2
50	53,0	60,0
60	71,3	78,3
70	92,2	99,2
80	115,6	122,6

Reaktioajan t_R oletetaan sisältävän myös jarrujen toiminnan aloitusviiveen. Reaktioaika 1,5 sekuntia riittänee useimmille kuljettajille, ja niiden kuljettajien, joiden reaktioaika on pitempi, oletetaan kompensoivan sitä alhaisemmalla ajonopeudella.

b) Vaadittava kahdeksan metrin näkemä N_8

Näkemän tieltä kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta radan suuntaan on oltava niin pitkä, että paikaltaan lähtevä tiekulkuneuvo ehtii ylittää radan ennen kuin näkemäalueen rajalla näkyviin tuleva juna ehtii tasoristeykseen. Aika, joka kuluu junan saapumiseen näkemäalueen rajalta tasoristeykseen,

6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin

saadaan jakamalla näkemän pituus junan nopeudella eli $t_J = y/v_J$. Tiekulkuneuvon radan ylittämiseen tarvitsema aika puolestaan riippuu ajoneuvolajista, suurimmasta ylityksenaikaisesta nopeudesta ja tien pituuskaltevuudesta taulukon 9 mukaisesti.

Taulukko 9. Ajoneuvotyyppikohtaisten ylitysaikojen määrittäminen suurimman ylityksenaikaisen nopeuden sekä tien ja radan korkeuseron (tien pituusprofiilin) perusteella (Kallberg 2008).

Suurin nopeus (km/h)	Korkeusero ¹ (m)	Ylitysaika (s)		
		Henkilöauto	Kuorma-auto	Kuorma-auto & perävaunu
10	>0	4,5	9	16
10	0...-0,5	5	10	18
10	-0,5...-1,0	5,5	11	19
10	-1,0...-1,5	5,5	11	20
10	-1,5...-2,0	5,5	11	20
10	< -2,0	5,5	12	21
20	>0	4	7	13
20	0...-0,5	5	8	15
20	-0,5...-1,0	5	8	17
20	-1,0...-1,5	5	8	18
20	-1,5...-2,0	5	8	19
20	< -2,0	5	9	20
>=30	>0	4	6	12
>=30	0...-0,5	4	7	14
>=30	-0,5...-1,0	4,5	7	16
>=30	-1,0...-1,5	4,5	7	17
>=30	-1,5...-2,0	4,5	7	18
>=30	< -2,0	4,5	8	19

¹Korkeusero: tieltä 30 m:n päästä mitatun korkeuden ja tasoristeyksen korkeuden erotus (m)

Taulukon 9 ylitysaikat perustuvat suureen määrään laskelmia, jotka on tehty todellisia ajoneuvoja erilaisissa tasoristeyksissä jäljittelevän ajosimulaattorin avulla. Ajat vastaavat kutakuinkin pisimpiä simuloinneissa laskettuja ylitysaikoja.

Näkemävaatimusten määrittämisestä varten taulukon 2 aikoihin t_A lisätään turvamarginaali $t_T=3$ s, ja vaadittava näkemä saadaan kaavasta

$$N_g = (t_A + t_T) \cdot v_J. \quad (3)$$

Taulukossa 10 on esitetty näin määritetyt uusiin ja luvanvaraisesti muutettaviin tasoristeyksiin sovellettavat vaatimukset näkemille tieltä kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta radan suuntaan. Siinä tiekulkuneuvon suurimpana ylityksen aikaisen nopeutena on käytetty 10 km/h. Taulukosta nähdään, että vaadittavan näkemän pituus vaihtelee noin 100 metristä yli 900 metriin junan nopeusrajoituksesta, tienpituuskaltevuudesta ja tasoristeystyypistä riippuen.

6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeuksiin

Taulukko 10. Vaadittavat näkemät N_8 tieltä radalle kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta, kun turvamarginaali on kolme sekuntia (Kallberg 2008).

Junan nopeus (km/h)	Tien pituus-kaltevuus (%)	Tasoristeystyyppi	
		Yleinen tasoristeys	Rajoitetun liikenteen tasoristeys ¹
30	< 0 %	159	108
	0...+1,5 %	175	117
	1,5%...+3,3 %	184	126
	> 3,3 %	200	135
50	< 0 %	264	179
	0...+1,5 %	292	195
	1,5%...+3,3 %	306	210
	> 3,3 %	334	225
80	< 0 %	423	287
	0...+1,5 %	467	312
	1,5%...+3,3 %	490	336
	> 3,3 %	534	361
100	< 0 %	529	359
	0...+1,5 %	584	389
	1,5%...+3,3 %	612	420
	> 3,3 %	668	451
120	< 0 %	634	431
	0...+1,5 %	701	467
	1,5%...+3,3 %	735	504
	> 3,3 %	801	541
140	< 0 %	740	502
	0...+1,5 %	818	545
	1,5%...+3,3 %	857	588
	> 3,3 %	935	631

¹Tarkoittaa tasoristeuksia, joista saa kulkea vain ajoneuvoilla, joilta tasoristeuksen ylitys paikaltaan lähtien ei kestä kauemmin kuin 12 metriä pitkältä kuorma-autolta (esim. henkilöautot ja perävaunulliset traktorit).

Jos turvamarginaalina käytetään kolmen sekunnin sijasta viittä sekuntia, taulukon 3 näkemiin N_8 on lisättävä matka, jonka juna kulkee kahdessa sekunnissa.

c) Vaadittava lähestymisnäkemä N_L

Tarkasteltavassa tapauksessa tasoristeystä lähestyvän tienkäyttäjän on voitava jo ennen tasoristeukseen tuloa varmistua, että tasoristeuksen voi turvallisesti ylittää jatkamalla ajoa entisellä nopeudella. Vii-

meinen hetki, jolloin kuljettajan pitää voida tällaisesta mahdollisuudesta varmistua, on silloin, kun ajoneuvo on tasoristeyksen havaitsemisetaisyyspäässä lähimmästä kiskosta. Siksi vaadittava lähestymisnäkemä koskee tilannetta, jolloin tasoristeystä lähestyvä ajoneuvo on tasoristeyksen havaitsemisetaisyyspäässä lähimmästä kiskosta.

Tiekulkuneuvon tasoristeykseen saapumiseen ja sen ylittämiseen tarvittavan ajan t_A lisättyä turvamarginaalilla t_T on silloin oltava pienempi kuin aika t_J , joka tasoristeystä mahdollisesti lähestyvältä junalta kuluu tasoristeykseen saapumiseen. Toisin sanoen, kuvan 1 merkintöjä käyttäen

$$t_A + t_T \leq t_J \quad \text{missä} \quad (4)$$

$$t_A = \frac{x + c + r/2 + R + b/2 + L}{v_0} \quad \text{ja} \quad (5)$$

$$t_J = \frac{y}{v_J}. \quad (6)$$

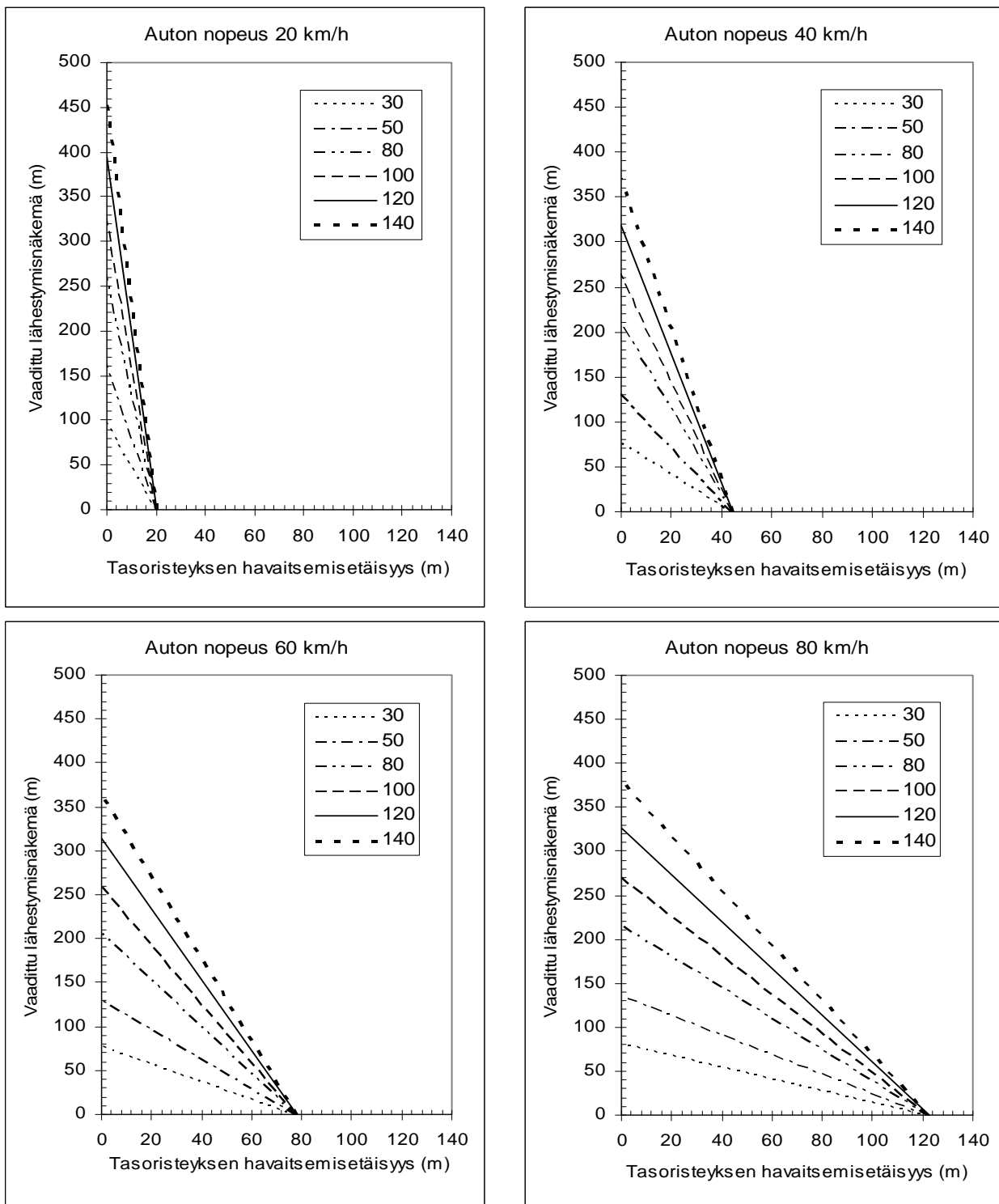
Pienin mahdollinen näkemäpisteen etäisyys lähimmästä kiskosta x on sama kuin kohdassa a määritetty tasoristeyksen vaadittava havaitsemisetaisyys s_H . Sitä pienemmällä x :n arvoilla ajoneuvoa ei voi annettua enimmäishidastuvuudella (3 m/s^2) pysäyttää ennen tasoristeystä niin, että pysähtyneen ajoneuvon keula olisi ainakin seitsemän metrin päässä lähimmästä kiskosta. Kun x :n tilalle sijoitetaan s_H , voidaan yhtälöistä 4–6 johtaa seuraava kaava y :n minimiarvolle, joka on yhtä kuin vaadittava lähestymisnäkemä N_L :

$$N_L = \frac{v_J}{v_0} \cdot \left(s_H + \frac{r}{2} + R + \frac{b}{2} + L + v_0 \cdot t_T \right). \quad (7)$$

Kun kaavassa 7 on raideleveytenä $r = 1,52 \text{ m}$, uloimmaisten raiteiden välisenä etäisyytenä $R = 0$ (yksiraiteinen rata), aukean tilan ulottumana $b = 5 \text{ m}$, ajoneuvon pituutena $L = 25,25 \text{ m}$ (ajoneuvoyhdistelmän suurin sallittu pituus) ja turvamarginaali $t_T = 3 \text{ s}$, saadaan erilaisilla tiekulkuneuvon nopeuksilla junan nopeuden v_J ja vaadittavan lähestymisnäkemän N_L välille kuvan 2 esittämä riippuvuus. Jos ajoneuvon pituutena käytetään $25,25 \text{ m}$:n sijasta 12 m :ä (kuorma-auton suurin pituus), riippuvuus on kuvan 3 mukainen.

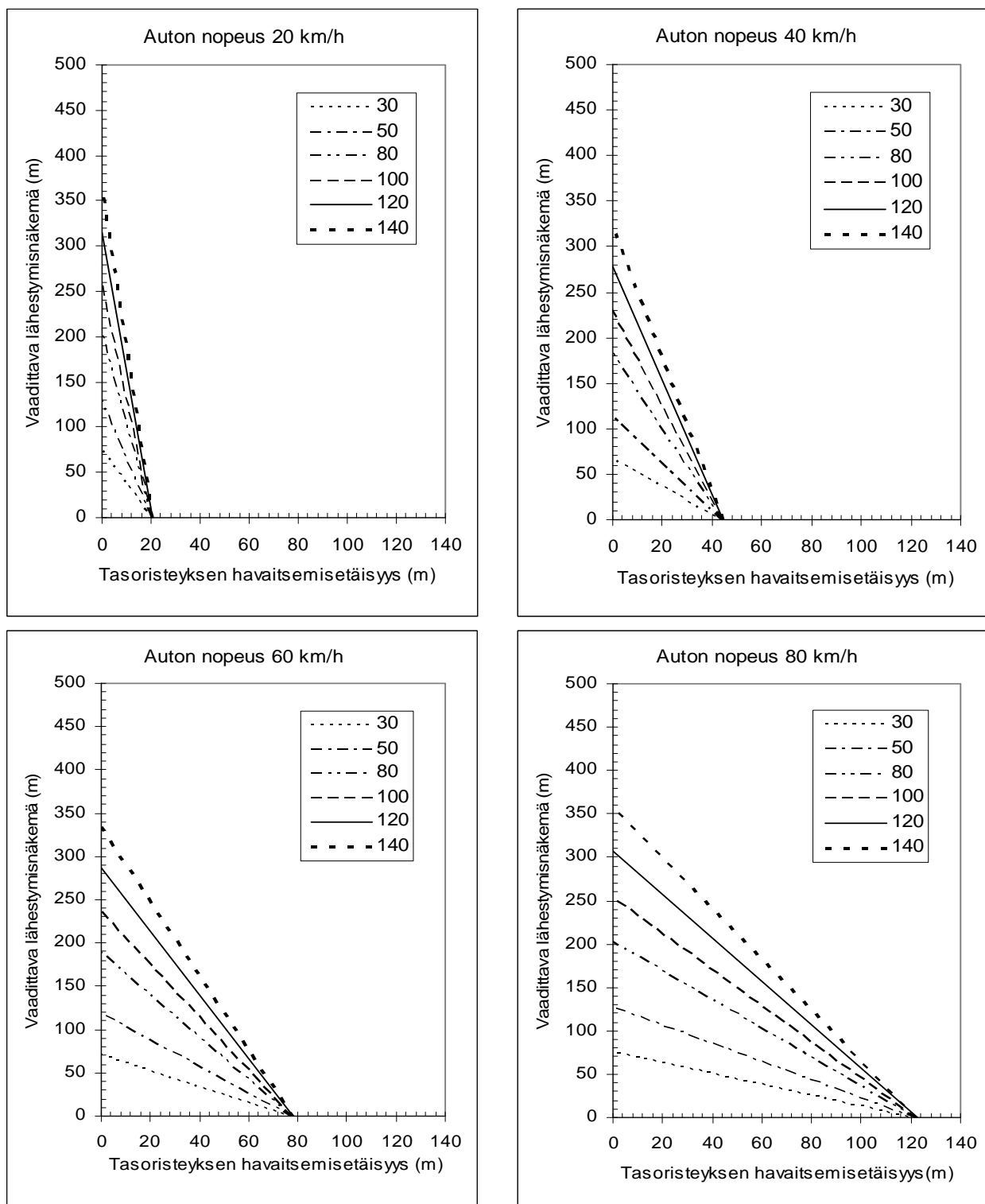
Kuvista 2 ja 3 nähdään, että näkemän N_L pituus vaihtelee $100\text{--}460 \text{ m}$:iin niin, että pituus kasvaa lineaarisesti junan nopeuden kasvaessa. Vaadittavat näkemät ovat sitä suurempia, mitä suuremmat ja hitaammat ajoneuvot voivat tasoristeyksen ylittää. Tiekulkuneuvon nopeus sen sijaan vaikuttaa vaadittavan näkemän pituuteen suhteellisen vähän, koska kuljettavan matkan pituus kasvaa nopeuden mukana. Toisaalta radalle on nähtävä sitä kauempaa mitä suurempi on tiekulkuneuvon nopeus. Kuvien 2 ja 3 mukaiset lähestymisnäkemät on esitetty taulukkona liitteessä C.

6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin



Kuva 2. Tasoristeystä lähestyvien tiekulkuneuvojen tasoristeyksen havaitsemisetäisyydeltä s_H radan suuntaan tarvitsemat näkemät N_L erilaisilla junan nopeuksilla, kun edellytetään, että tiekulkuneuvo voi turvallisesti ylittää yksiraiteisen tasoristeyksen nopeutta muuttamatta, jos junia ei ole näkyvissä. Kuva koskee yleisiä tasoristeyskysyjä, joista ajetaan myös perävaunullisilla kuorma-autoilla. Turvamarginaali on kolme sekuntia.

6. Teoreettinen tarkastelu stop-merkin ja 20 km/h-rajoituksen soveltuvuudesta erilaisiin tasoristeyksiin



Kuva 3. Tasoristeystä lähestyvien tiekulkuneuvojen tasoristeyksen havaitsemisetäisyydeltä s_H radan suuntaan tarvitsemat näkemät N_L erilaisilla junan nopeuksilla, kun edellytetään, että tiekulkuneuvo voi turvallisesti ylittää yksiraiteisen tasoristeyksen nopeutta muuttamatta, jos junia ei ole näkyvissä. Koskee rajoitetun liikenteen tasoristeysksiä, joista saa ajaa vain ajoneuvoilla, joilta tasoristeyksen ylitys ei kestä kauemmin kuin 12 metriä pitkältä kuorma-autolta. Turvamarginaali on kolme sekuntia.

6.2 Stop-merkin käyttöä koskevia pohdintoja

On helpompi laatia sääntöjä sille, millaisissa tasoristeyksissä stop-merkkiä ei pidä käyttää, kuin suositella, millaisissa tasoristeyksissä sitä pitäisi käyttää. Stop-merkkiä ei pidä käyttää seuraavissa tapauksissa:

- Näkemä kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta ei riitä takaamaan turvallista ylitysmahdollisuutta. Pysähtyminen lisää ylitysaikaa ja saattaa kasvattaa junan kanssa törmäämisen riskiä. Riski ei kuitenkaan välttämättä kasva samassa suhteessa kuin ylitysaika, jos stop-merkki lisää tienkäyttäjien katsomista radan suuntaan.
- Tasoristeyksessä ei ole tulosuunnassa ohjeiden mukaista odotustasannetta ja tasoristeykseen saavutaan ylämäkeen, josta liikkeelle lähtö voi olla hankalaa etenkin talvikeleillä ja raskailla ajoneuvoyhdistelmillä.
- Tasoristeyksen lähellä on teiden risteys, jonka toimintaa ja turvallisuutta tasoristeyksen stop-merkit voivat häiritä. Tasoristeyksen stop-merkit eivät esimerkiksi saisi aiheuttaa liikenteen jonojen kasvua niin, että jonon pää ulottuu teiden risteykseen.

Tässä raportissa stop-merkin käytön kriteereitä harkittaessa lähtökohtana on yleinen varoituslaitteettomia tasoristeyksiä koskeva vaatimus, jonka mukaan tienkäyttäjän tasoristeyksen ylittämiseen tarvitsen ajan on oltava lyhyempi kuin aika, joka tasoristeystä lähestyvältä junalta kuluu tasoristeykseen saapumiseen kaukaisimmasta kohdasta, jossa tienkäyttäjä voi junan havaita ylityspäätöstä tehdessään. Ylitysjan riittävydestä huolehditaan Suomessa RHK:n ohjeilla, jotka koskevat vaadittavia näkemiä radan suuntaan tieltä kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta. Jos näkemät ovat ohjeiden mukaiset, tasoristeyksen ehtii turvallisesti ylittämään ajoneuvolla, joka ylityksen alkaessa on pysähtyneenä niin, että kuljettaja on kahdeksan metrin päässä lähimmästä kiskosta.

Etenkin tien pituuskaltevuudesta ja tiekulkuneuvon ominaisuuksista riippuen RHK:n kahdeksan metrin näkemävaatimukseen sisältyy usein huomattava turvamarginaali. Tässä raportissa esitettävässä stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä koskevassa ehdotuksessa näkemävaatimukset on määritetty RHK:n ohjeesta riippumatta niin, että niissä otetaan huomioon tien pituuskaltevuus ja ajoneuvotyyppi (taulukko 11). Näin määritellyt näkemävaatimukset ovat yleisissä tasoristeyksissä noin 12 % lyhyemmät kuin RHK:n ohjeessa. Rajoitetun liikenteen tasoristeyksissä, joissa tarvittava ylitysaika on mitoitettu vastaamaan 12 metrin pituista kuorma-autoa, tarvittavat näkemät ovat vieläkin lyhyemmät. RHK:n yleiset tasoristeysten näkemiä koskevat ohjeet ovat kuitenkin edelleen voimassa.

Kirjallisuudessa (ks. luku 3.3) esitetään vaihtelevia suosituksia sille, milloin stop-merkkiä tulisi tasoristeyksissä käyttää. Suuri osa suosituksista perustuu kuitenkin enemmän tilastollisiin tarkasteluihin kuin siihen, millainen on stop-merkin vaikutus yksittäisen tienkäyttäjän onnettomuusriskiin. Yksittäisen tienkäyttäjän näkökulmasta esimerkiksi raiteiden lukumäärä, risteyskulma, tien tai radan liikennemäärä (Suomessa tyypillisillä liikennemäärillä), tieliikenteen koostumus (raskas liikenne ja vaarallisten aineiden kuljetukset) tai junan nopeus ei välttämättä vaikuta stop-merkin turvallisuusvaikutukseen.

Tienkäyttäjä voi kokea stop-merkin tarpeettomaksi, jos näkemät tieltä radalle ovat niin hyvät, että radan voi ylittää turvallisesti pysähtymättä. Tilanne on tällainen silloin, kun näkemät tieltä radalle tasoristeyksen havaitsemisetaisydeltä s_H lähimmästä kiskosta ovat vähintään vaaditun lähestymisnäkemän N_L suuruiset (kuvat 2 ja 3).

Uudessa-Seelannissa lähestymisnäkemää N_L vastaavat vaatimukset sisältyvät tasoristeysten näkemävaatimukseen (NZ Transport Agency 2008). Kanadassa ohjeluonnoksen RTD 10 lähestymisnäkemää koskevat vaatimukset (Gou & Bellavigna-Ladoux 2003) koskevat uusia ja perusparannettavia tasoristeyksiä. Suomen tasoristeyksiä koskeviin näkemävaatimukseen ei sisälly lähestymisnäkemää N_L tai sitä vastaavaa vaatimusta (Ratahallintokeskus 2004).

Uuden-Seelannin ohjeiden mukaan tasoristeyksessä on oltava stop-merkki, jos lähestymisnäkemää koskevat vaatimukset (vrt. kuvat 2 ja 3) eivät täyty (tieliikenteen nopeudella, jonka 85 % liikenteestä alittaa, tai nopeusrajoituksen mukaisella nopeudella lisätynä 10 %:lla), mutta näkemät välittömästi ennen tasoristeystä (vastaavat Suomen nykyisiä vaatimuksia kahdeksan metrin näkemistä) ovat vaatimusten mukaiset (NZ Transport Agency 2008).

Jos tasoristeyksen havaitsemisettä koskeva vaatimus (taulukko 1) ei täyty, Uudessa-Seelannissa on alennettava tien nopeusrajoitusta tai käytettävä stop-merkin ennakkovaroitusmerkkiä (NZ Transport Agency 2008).

6.3 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä koskevia pohdintoja

Kun tarkastellaan yksittäisiä tasoristeyksiä, nopeusrajoitusta 20 km/h on perusteltua käyttää stop-merkin sijasta varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä erityisesti silloin, kun nopeutta 20 km/h vastaavat lähestymisnäkemät mahdollistavat tasoristeyksen turvallisen ylityksen mutta suuremmilla nopeuksilla lähestymisnäkemät ovat liian lyhyet.

Jos nopeusrajoitusta 20 km/h käytetään sellaisissa paikoissa, joissa tasoristeyksen voi ylittää turvallisesti huomattavasti suuremmallakin nopeudella (esimerkiksi 30 km/h), sitä ei välttämättä noudateta kovin hyvin. Seurauksena voi olla 20 km/h -nopeusrajoituksen noudattamisen huononeminen sellaisissakin paikoissa, joissa rajoitus on erityisen tarpeellinen.

Järjestelmänäkökulmasta alennetun 20 km/h -nopeusrajoituksen (tai esimerkiksi yleisen tasoristeyksiä koskevan 50 km/h -rajoituksen) käyttö tasoristeyksissä voi olla perusteltua laajemminkin kuin yksittäisten tasoristeysten turvallisen ylityksen kannalta on välttämätöntä. Laajempi 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö – esimerkiksi silloin, kun näkemien ja muiden olosuhteiden puitteissa tasoristeyksen voi turvallisesti ylittää vielä 30 km/h (mutta ei merkittävästi suuremmalla) nopeudella – kasvattaisi turvamarginaalia, koska kuljettajien käytettävissä oleva aika lähestyvän junan havaitsemiseen piteneisi ja mahdollisuudet pysähtymiseen ennen tasoristeystä paranisivat. Turvallisuusvaikutukset riippuvat kuitenkin siitä, miten nopeusrajoitusta noudatetaan, ja hyvään tulokseen pääseminen saattaisi edellyttää valvontaan panostamista.

7. Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä tasoristeyksissä koskeva ehdotus

Stop-merkki

Stop-merkin ehdotetaan käytettäväksi tasoristeyksessä erityisesti silloin, kun kahdeksan metrin näkemät ovat riittävät mutta kuitenkin liian huonot, jotta tasoristeyksen voisi turvallisesti ylittää 20 km/h tai suuremmalla nopeudella. Lisäksi on syytä varmistaa, ettei ole muita kuin näkemiin liittyviä stop-merkin käyttöä rajoittavia tekijöitä.

Näkemien osalta stop-merkkiä ehdotetaan käytettäväksi varoituslaitteettomassa tasoristeyksessä erityisesti silloin, kun

- a) siinä on vähintään taulukon 10 mukaiset kahdeksan metrin näkemät,
- b) 20 metrin etäisyydeltä lähimmästä kiskosta näkemät ovat kuitenkin lyhyemmät kuin tieliikenteen nopeutta 20 km/h ja viiden sekunnin turvamarginaalia vastaavat lähestymisnäkemät liikenteen C taulukossa.

Näitä kriteereitä vastaavat näkemät on esitetty taulukossa 11. Siitä nähdään esimerkiksi, että kun kiskoliikenteen nopeus on 100 km/h ja tasoristeystä edeltää 1 %:n ylämäki odotustasanteen matkalla, stop-merkkiä ehdotetaan käytettäväksi, yleisessä tasoristeyksessä, jos näkemä kahdeksan metrin päästä on ainakin 584 metriä mutta 20 metrin päästä alle 384 metriä.

On huomattava, että taulukon 11 mukaiset kahdeksan metrin näkemät N_8 sisältävät kolmen sekunnin turvamarginaalin. Nopeutta 20 km/h vastaavat lähestymisnäkemät N_{L20} on kuitenkin laskettu käyttäen turvamarginaalina viittä sekuntia. Suurempaa turvamarginaalia perustellaan sillä, että tienkäyttäjät voivat lähestyä tasoristeystä myös pienemmällä nopeudella kuin 20 km/h, jolloin tasoristeyksen ylitysaika kasvaa. Toinen syy pidemmälle turvamarginaalille on, että lähestymisnäkemän N_{L20} määrittämispaikka on pyöristetty 20,5 metristä 20 metriin.

Vaikka taulukon 11 kriteerit stop-merkin käytölle täytyisivät, merkkiä ei pidä käyttää, jos tulosuunnassa ei ole ohjeiden mukaista odotustasannetta. Stop-merkkiä saa silloin käyttää vain, jos tien pituuskaltevuus ei ole suurempi kuin 1,5 % yleisessä tasoristeyksessä 33 metrin matkalla ja rajoitetun liikenteen tasoristeyksessä 20 metrin matkalla (Kallberg 2008). Stop-merkki voidaan tasoristeyksen olosuhteista riippuen asentaa molempiin tai vain toiseen lähestymissuuntaan.

Jos tasoristeyksen lähellä on teiden risteys, jonka toimintaa ja turvallisuutta tasoristeyksen stop-merkit voivat häiritä, merkkien asentaminen on harkittava tapauskohtaisesti, vaikka muut sen käytölle asetetut ehdot täytyisivätkin. Kun stop-merkkiä käytetään, sen on näytävä tienkäyttäjille ainakin taso-

7. Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä tasoristeyksissä koskeva ehdotus

risteyksen havaitsemisetaisyydeltä (taulukko 8). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää stop-merkistä varoitavaa ennakkovaroitusmerkkiä.

Stop-merkki pitää asentaa tasoristeykseen niin, että merkin kohdalle pysähtyvien ajoneuvojen kuljettajat ovat pysähtymispaikassa enintään kahdeksan metrin päässä lähimmästä kiskosta. Ajoneuvojen keula pysähtymispaikassa ei kuitenkaan saisi olla kolmea metriä lähempänä lähintä kiskoa. Rautatie-tasoristeyksessä ajoneuvo on aina pysäytettävä stop-merkin kohdalle, toisin kuin teiden risteyksessä, jossa ajoneuvo on pysäytettävä pysäytysviivan kohdalle tai, missä pysäytysviivaa ei ole, sellaiseen kohtaan, josta on mahdollisimman hyvä näkemä risteävälle tielle (Calonius & Reini 2008).

Taulukko 11. Näkemiä koskevat kriteerit stop-merkin käytölle varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä.

Kiskoliikenteen nopeus (km/h)	Tien pituus- kaltevuus (%)	8 metrin näkemä N_8 vähintään (m)		Nopeutta 20 km/h vastaava lähestymisnäkemä N_{L20} 20 metrin päästä lähimmästä kiskosta pienempi kuin (m)	
		Yleinen tasoristeys	Rajoitetun liikenteen tasoristeys ¹	Yleinen tasoristeys	Rajoitetun liikenteen tasoristeys ¹
30	< 0 %	159	108	115	95
	0...+1,5 %	175	117		
50	< 0 %	264	179	192	159
	0...+1,5 %	292	195		
80	< 0 %	423	287	307	254
	0...+1,5 %	467	312		
100	< 0 %	529	359	384	318
	0...+1,5 %	584	389		
120	< 0 %	634	431	461	381
	0...+1,5 %	701	467		
140	< 0 %	740	502	537	445
	0...+1,5 %	818	545		

¹Tarkoittaa tasoristeyksiä, joista saa kulkea vain ajoneuvoilla, joilta tasoristeyksen ylitys paikaltaan lähtien ei kestä kauemmin kuin 12 metriä pitkältä kuorma-autolta (esim. henkilöautot ja perävaunulliset traktorit).

20 km/h nopeusrajoitus

Varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä ehdotetaan käytettäväksi 20 km/h -nopeusrajoitusta, erityisesti silloin, kun

- näkemät 20 metrin etäisyydellä (tieliikenteen nopeutta 20 km/h vastaava havaitsemisnäkemä 20,5 m pyöristettynä) lähimmästä kiskosta ovat niin pitkät, että tasoristeyksen voi turvallisesti ylittää nopeudella 20 km/h nopeutta muuttamatta ja
- näkemät 30 metrin etäisyydellä (tieliikenteen nopeutta 30 km/h vastaava havaitsemisnäkemä 31 m pyöristettynä) lähimmästä kiskosta ovat niin lyhyet, että tasoristeystä ei voi turvallisesti ylittää nopeudella 30 km/h.

7. Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä tasoristeyksissä koskeva ehdotus

Tällä perusteella määritetyt näkemävaatimukset nopeusrajoituksen 20 km/h käytölle on esitetty taulukossa 12. Näkemät on saatu pyöristämällä liitteen C tieliikenteen nopeuksia 20 ja 30 km/h ja viiden sekunnin turvamarginaalia vastaavista arvoista. Esimerkiksi silloin, kun kiskoliikenteen nopeus on 100 km/h, nopeusrajoitusta 20 km/h ehdotetaan käytettäväksi yleisessä tasoristeyksessä, jos näkemä radan suuntaan on 20 m:n etäisyydeltä lähimmästä kiskosta ainakin 390 m (384 m pyöristettynä) ja 30 m:n etäisyydeltä enintään 340 m (338 m pyöristettynä).

Taulukko 12. Suositellut näkemävaatimukset nopeusrajoituksen 20 km/h käytölle tasoristeyksissä.

Kiskoliikenteen nopeus (km/h)	Nopeutta 20 km/h vastaava lähestymisnäkemä N_{L20} 20 metrin päästä lähimmästä kiskosta suurempi kuin (m)		Nopeutta 30 km/h vastaava lähestymisnäkemä N_{L30} 30 metrin päästä lähimmästä kiskosta pienempi kuin (m)	
	Yleinen tasoristeys	Rajoitetun liikenteen tasoristeys ¹	Yleinen tasoristeys	Rajoitetun liikenteen tasoristeys ¹
30	120	100	100	90
50	190	160	170	150
80	310	260	270	240
100	390	320	340	300
120	460	380	410	350
140	540	450	480	410

¹Tarkoittaa tasoristeyskäytäviä, joista saa kulkea vain ajoneuvoilla, joilta tasoristeyskäytävän ylitys paikaltaan lähtien ei kestä kauemmin kuin 12 metriä pitkältä kuorma-autolta (esim. henkilöautot ja perävaunulliset traktorit).

20 km/h nopeusrajoitus voidaan tasoristeyskäytävän olosuhteista riippuen asettaa molempiin tai vain toiseen lähestymissuuntaan. 20 km/h nopeusrajoituksen asettaminen ei vaikuta tasoristeyskäytävän vaadittaviin havaitsemisnäkemävaatimuksiin tai kahdeksan metrin näkemävaatimuksiin. Nopeusrajoitusmerkki on asetettava tiellä yleisesti käytettävistä nopeuksista riippuen niin kauas tasoristeyskäytävästä, että kuljettajat ehtivät hyvin hiljentää nopeuden 20 km:iin/h ennen kuin ajoneuvo on 20 metrin päässä lähimmästä kiskosta.

Suosituksen toimeenpano

Sekä stop-merkin että 20 km/h -nopeusrajoituksen käytössä pitäisi mahdollisimman nopeasti päästä yhtenäiseen käytäntöön. Sellaiset olemassa olevat stop-merkit, jotka eivät täytä suosituksen ehtoja, tulee poistaa. Toisaalta ehdot täytettäviin tasoristeyskäytäviin, joissa merkkejä ei vielä ole, ne tulee asentaa mahdollisimman pian.

8. Ehdotus stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen vaikutuksia selvittäviksi kenttäkokeiksi

Kenttäkokeella voitaisiin selvittää stop-merkkien vaikutusta tienkäyttäjien käyttäytymiseen sekä tasoristeysonnettomuuksiin. Seuraavassa esitetään alustavia hahmotelmia tällaisten tutkimusten toteutuksesta.

Stop-merkkien vaikutusta liikennekäyttäytymiseen voitaisiin selvittää esimerkiksi 5–10 tasoristeyksessä ennen–jälkeen-tutkimuksella, jossa mitattaisiin tasoristeystä lähestyvien moottoriajoneuvojen nopeuksia sekä kuljettajien katsomista radan suuntaan. Nopeusmittauksissa voisi käyttää laitteistoa, joka automaattisesti mittaisi ja tallentaisi nopeudet esimerkiksi 10, 30 ja 50 metriä ennen lähintä kiskoä. Kuljettajien katseen suuntaamista voisi selvittää videokuvauksilla, jotka kuvaisivat kuljettajien pään kääntämistä heidän lähestyessään tasoristeystä. Tuloksena saataisiin tietoa stop-merkin vaikutuksesta ajonopeuksiin ja aikaan, joka kuljettajilla on käytettävissä tasoristeystä lähestyvän junan havaitsemiseen, sekä tasoristeystä lähestyvien kuljettajien katsomisista radan suuntaan. Käyttäytymismuutosten perusteella voitaisiin arvioida stop-merkkien vaikutusta tasoristeysonnettomuuksiin.

Edellytykset sellaiselle kenttäkokeelle, jolla selvitetäisiin stop-merkkien vaikutusta tasoristeysonnettomuuksiin ennen–jälkeen-tutkimuksella onnettomuustilastojen perusteella, eivät ainakaan lyhyellä aikavälillä ole kovin hyvät. Tähän vaikuttaa erityisesti onnettomuuksien harvinaisuus, minkä vuoksi tilastollisesti merkittäviä tuloksia olisi hankala saada, vaikka stop-merkin käyttöä merkittävästi lisättäisiinkin. Lisäksi vaikutusten selvittämiseen tarvittaisiin suurehko vertailuaineisto tasoristeyksistä, jotka olisivat stop-merkkiä lukuun ottamatta likimain samanlaisia kuin stop-merkilliset tasoristeykset, eikä tällaista vertailuaineistoa välttämättä ole saatavilla.

Stop-merkin vaikutuksia onnettomuuksiin voitaisiin yrittää selvittää myös tilastollisilla malleilla, joissa stop-merkki olisi yksi onnettomuuksien lukumäärää selittävä tekijä. Stop-merkkien turvallisuusvaikutusta ei kuitenkaan välttämättä onnistuttaisi erottamaan muiden tekijöiden vaikutuksista, koska malleihin selittäviksi tulevat muuttujat ilmeisesti korreloivat keskenään enemmän tai vähemmän. Malleihin ei myöskään välttämättä saataisi mukaan kaikkia merkittäviä selittäjiä.

Edellä esitetyn perusteella luontevin ja käyttökelpoisin tapa edetä stop-merkin turvallisuusvaikutusten tutkimisessa olisi sen selvittäminen, miten luvussa 7 esitettyjen kriteerien mukaisesti asennettavat stop-merkit vaikuttavat kuljettajien käyttäytymiseen. 20 km/h -nopeusrajoituksen vaikutusta voisi selvittää ennen–jälkeen-tutkimuksella, jossa mitattaisiin tasoristeystä lähestyvien moottoriajoneuvojen

8. Ehdotus stop-merkin ja 20 km/h
-nopeusrajoituksen vaikutuksia selvittäviksi kenttäkokeiksi

nopeuksia esimerkiksi 5–10 tasoristeyksessä. Tulokseksi saataisiin tiedot stop-merkin vaikutuksesta ajonopeuksiin ja aikaan, joka kuljettajilla on käytettävissä tasoristeystä lähestyvän junan havaitsemiseen, sekä tasoristeystä lähestyvien kuljettajien katsomisista radan suuntaan. Käyttäytymismuutosten perusteella voitaisiin arvioida vaikutusta tasoristeysjonnettomuuksiin. Tutkimukset tehtäisiin tasoristeyksissä, joihin asetettaisiin 20 km/h -nopeusrajoitus aiemmin esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Jos stop-merkkiä tai 20 km/h -nopeusrajoitusta haluttaisiin käyttää laajemmin kuin luvussa 7 on ehdotettu, olisi vaikutuksia ensin selvitettävä kenttäkokeilla. Niissä tutkittaisiin ehdotettua löyhemmin kriteerein asennettujen stop-merkkien ja 20 km/h -nopeusrajoituksen vaikutuksia kuljettajien käyttäytymiseen esimerkiksi 5–10 tasoristeyksessä. Huomiota tulisi kiinnittää etenkin stop-merkin noudattamiseen ja lähestymisnopeuksiin mutta myös kuljettajien katseen suuntaamiseen.

9. Yhteenveto

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää stop-merkin vaikutusta erilaisten tasoristeysten turvallisuuteen sekä kehittää kriteereitä stop-merkin ja 20 km/h nopeusrajoituksen käytölle suomalaisissa tasoristeyksissä.

Stop-merkin vaikutus liikennekäyttäytymiseen

Suomessa ja ulkomailla – lähinnä Yhdysvalloissa – tehdyissä tutkimuksissa stop-merkkien käyttöä on perusteltu etenkin sillä, että pysähtyminen ennen tasoristeystä antaa tienkulkuneuvojen kuljettajille enemmän aikaa lähestyvien junien havaitsemiseen. Tutkimuksissa on havaittu, että pysähtyneen ajoneuvon kuljettajat katsovat muita useammin radan suuntaan. Toisaalta stop-merkkejä noudatetaan rautatietasoristeyksissä huomattavasti huonommin kuin teiden risteyksissä. Puolet tai jopa vielä useampi kuljettajista laiminlyö pysähtymisen. Kuitenkin myös ne kuljettajat, jotka eivät pysähdy, usein hiljentävät selvästi nopeuttaan, mikä myös lisää radan tarkkailuun käytettävissä olevaa aikaa.

Yksi syy tasoristeysten stop-merkkien huonoon noudattamiseen on ilmeisesti se, että junan samanaikainen tulo tasoristeykseen on selvästi harvinaisempi tapahtuma kuin auton saapuminen risteävää tietä teiden tasoristeykseen. Kun tasoristeystä ylittävät kuljettajat näkevät junia vain harvoin, pysähtyminen alkaa tuntua turhalta. Toinen syy huonoon noudattamiseen voi olla se, että stop-merkkejä saattaa joskus olla myös tasoristeyksissä, joiden turvallisuudesta ylittämistä kuljettajat voivat varmistua jo hyvissä ajoin ennen tasoristeykseen saapumista, eikä turvallinen ylittäminen edellytä pysähtymistä. Kolmas stop-merkkien noudattamista mahdollisesti huonontava asia on se, että merkkien käyttö ei ole järjestelmällistä: kahdesta samankaltaisesta tasoristeyksestä toisessa on stop-merkki ja toisessa ei.

Stop-merkin vaikutus tasoristeysonnettomuuksiin

Stop-merkkien vaikutuksista tasoristeysonnettomuuksiin on tehty etenkin Yhdysvalloissa useita tutkimuksia, joiden tulokset kuitenkin vaihtelevat ja ovat keskenään ristiriitaisia. Tulosten vaihtelua selittävät erot tutkimusmenetelmissä ja se, että stop-merkin käyttöä tasoristeyksissä koskevat ohjeet Yhdysvalloissa ovat vaihdelleet eri aikoina ja eri osissa maata. Vaikka stop-merkkien vaikutusta onnettomuuksiin ei voida kovin tarkasti päätellä aiheesta aiemmin tehtyjen tutkimusten perusteella, tuloksissa on viitteitä siitä, että tietyissä olosuhteissa merkit voivat vähentää tasoristeysonnettomuuksia liki 30 %. Voidaan myös päätellä, että stop-merkin turvallisuusvaikutus riippuu etenkin tasoristeysten näkemäolosuhteista, junien nopeudesta, tien pituuskaltevuudesta tasoristeysten läheisyydessä sekä tieliikenteen koostumuksesta.

9. Yhteenveto

Stop-merkin käyttö on nähtävä paitsi yksittäisten tasoristeysten turvallisuustoimenpiteenä, myös järjestelmätason toimenpiteenä, jolla voidaan yhtenäistää tasoristeysten merkintää ja opastaa tienkäyttäjiä oikeaan, yhdenmukaiseen käyttäytymiseen.

Stop-merkin käyttö suomalaisissa tasoristeyksissä

Suomessa stop-merkkejä voidaan tasoristeyksissä käyttää turvallisuuden parantamiseksi. Sen tarkempia ohjeita stop-merkin käytöstä ei ole. Yleensä stop-merkkien asentaminen kuuluu tienpitäjälle. Yksityisillä teillä radanpitäjä voi asentaa merkit tienpitäjän luvalla.

INVE-projektissa kerättyjen tietojen mukaan stop-merkki on 356 suomalaisessa tasoristeyksessä eli noin 14 %:ssa tasoristeyksistä, joissa eli ole puomi- tai valo- ja äänivaroituslaitetta. Merkkien käyttö vaihtelee rataosuuksittain niin, että enimmillään ne on asennettu yli 30 %:iin varoituslaitteettomista tasoristeyksistä; toisaalta on paljon rataosuuksia, joiden varoituslaitteettomista tasoristeyksistä alle 10 %:ssa on stop-merkit. Stop-merkkien käyttö on yleisintä yleisillä teillä ja vilkkailla yksityisteillä, joiden liikennemäärä on yli 50 ajoneuvoa vuorokaudessa ja nopeusrajoitus enintään 50 km/h. Stop-merkillisistä tasoristeyksistä huomattavassa osassa kahdeksan metrin näkemät ovat selvästi RHK:n tasoristeysnäkemisiä koskevissa ohjeissa mainittuja lyhyempiä. Tällaisissa tasoristeyksissä stop-merkin käytöstä saatava turvallisuushyöty on kyseenalainen, koska pysähtyminen ennen tasoristeystä lisää radan ylitykseen tarvittavaa aikaa, joka muun muassa ajoneuvotyypistä riippuen voi jäädä lyhyemmäksi kuin aika, joka lähestyvältä junalta kuluu matkaan näkemäalueen rajalta tasoristeykseen.

Onnettomuudet stop-merkillisissä tasoristeyksissä

Tasoristeyksissä tapahtui vuosina 2002–2008 yhteensä 378 onnettomuutta, joista 312 sattui varoituslaitteettomassa tasoristeyksessä. Niistä 68 tapahtui stop-merkillisessä tasoristeyksessä, 49 pääradoilla ja 19 sivuradoilla. Stop-merkillisten risteysten osuus pää ratojen varoituslaitteettomista onnettomuuksien tapahtumapaikoista oli 29 %, eli noin kaksi kertaa niin suuri kuin stop-merkillisten risteysten osuus pää ratojen varoituslaitteettomista tasoristeyksistä (14 %). Suuri osuus selittyy paljolti stop-merkillisten tasoristeysten muita suuremmalla liikennemäärällä. Kun onnettomuusmäärät suhteutettiin tien ja radan liikennemääriin (niiden tulon neliöjuureen), onnettomuusriski stop-merkillisissä tasoristeyksissä arvioitiin noin 20 % muiden varoituslaitteettomien tasoristeysten riskiä pienemmäksi.

Stop-merkillisissä ja muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä tapahtuneiden onnettomuuksien tapahtumapaikat eivät merkittävästi poikenneet toisistaan radan nopeusrajoituksen, radan liikennemäärän tai raiteiden lukumäärän suhteen. Stop-merkillisistä onnettomuuksien tapahtumapaikoista keskimääräistä suurempi osuus oli yleisellä tiellä tai vilkkaalla yksityisteillä, jonka liikennemäärä oli ainakin 50 ajoneuvoa vuorokaudessa. Erot näkemissä stop-merkillisten ja muiden varoituslaitteettomien onnettomuuspaikkojen välillä olivat melko pieniä.

Stop-merkillisten tasoristeysten osuus onnettomuuksien uhreista oli samaa suuruusluokkaa kuin niiden osuus onnettomuuksista, joten stop-merkillä ei ollut vaikutusta onnettomuuksien vakavuuteen.

Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä koskevan ehdotuksen perusteet

Stop-merkin käytön kriteereitä harkittaessa lähtökohtana on yleinen varoituslaitteettomia tasoristeyskoskeva vaatimus. Sen mukaan tienkäyttäjän tasoristeysten ylittämiseen tarvitseman ajan on oltava lyhyempi kuin aika, joka lähestyvältä junalta kuluu tasoristeykseen saapumiseen kaukaisimmasta kohdasta, jossa tienkäyttäjä voi junan havaita ylityspäätöstä tehdessään. Ylitysjan riittävydestä huoleh-

ditaan Suomessa RHK:n ohjeilla, jotka koskevat tieltä radan suuntaan vaadittavia näkemiä kahdeksan metrin päästä lähimmästä kiskosta. Jos näkemät ovat ohjeiden mukaiset, tasoristeyksen ehtii turvallisesti ylittämään ajoneuvolla, joka ylityksen alkaessa on pysähtyneenä niin, että kuljettaja on kahdeksan metrin päässä lähimmästä kiskosta.

Etenkin tien pituuskaltevuudesta ja tiekulkuneuvon ominaisuuksista riippuen RHK:n kahdeksan metrin näkemävaatimukseen sisältyy usein huomattava turvamarginaali. Tässä raportissa esitettävässä stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttöä koskevassa ehdotuksessa näkemävaatimukset on määritetty RHK:n ohjeesta riippumatta niin, että niissä otetaan huomioon tien pituuskaltevuus ja ajoneuvotyyppi. Näin määritellyt näkemävaatimukset ovat yleisissä tasoristeyksissä noin 12 % lyhyemmät kuin RHK:n ohjeessa. Rajoitetun liikenteen tasoristeyksissä, joissa tarvittava ylitysaika on mitoitettu vastaamaan 12 metrin pituista kuorma-autoa, tarvittavat näkemät ovat vieläkin lyhyempiä. RHK:n yleiset tasoristeysten näkemiä koskevat ohjeet ovat kuitenkin edelleen voimassa.

Toinen keskeinen vaatimus koskee tasoristeyksen havaittavuutta. Kuljettajien on voitava nähdä tasoristeys tai siinä olevat merkit (tasoristeysmerkki, stop-merkki) niin etäältä, että ajoneuvon pysäyttäminen ennen tasoristeystä on tarvittaessa mahdollista. Jos tämä ehto ei täyty stop-merkillisessä tasoristeyksessä, on käytettävä stop-merkistä varoittavaa ennakkovaroitusmerkkiä.

Stop-merkin noudattamisen kannalta on tärkeää, että merkkiä käytetään vain paikoissa, joissa se on tienkäyttäjien näkökulmasta ymmärrettävää. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että käyttö rajataan vain paikkoihin, joissa pysähtyminen ennen rataa parantaa merkittävästi kuljettajien mahdollisuuksia havaita lähestyvät junat. Merkkiä ei tule käyttää ilman erityistä syytä tasoristeyksissä tai lähestymissuunnissa, joissa ylityksen turvallisuudesta voi varmistua jo hyvissä ajoin ennen tasoristeykseen tuloa ja joissa turvallinen ylitys on mahdollista esimerkiksi nopeudella 20–30 km/h.

Nopeusrajoituksen 20 km/h käyttö on perusteltua silloin, kun tasoristeytyksen turvallinen ylittäminen ei edellytä pysähtymistä (ja stop-merkin käyttöä). Käytännössä näkemien tieltä radan suuntaan on silloin oltava hyvät jo selvästi kahdeksan metrin etäisyyttä kauempaa, mutta ei kuitenkaan niin kaukaa, että turvallinen ylitys on mahdollinen selvästi suuremmalla nopeudella kuin 20 km/h.

Nopeusrajoitus tai stop-merkki ei yleensä ole tarpeellinen, jos näkemät tieltä radan suuntaan ovat riittävän pitkät vaadittavalta tasoristeyksen havaitsemisetäisyydeltä eli paikasta, josta kuljettaja tarvittaessa vielä juuri ja juuri ehtii pysäyttämään ajoneuvonsa ennen tasoristeystä. Vaadittava tasoristeyksen havaitsemisetäisyys riippuu liikenteen nopeudesta. Esimerkiksi Uudessa-Seelannissa suositellaan käytettäväksi nopeutta, jonka enintään 15 % liikenteestä ylittää, tai nopeusrajoituksen nopeutta lisättyinä 10 %:lla.

Stop-merkin käyttöä koskeva ehdotus

Stop-merkkiä ehdotetaan käytettäväksi varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä, joissa näkemät radan suuntaan kahdeksan metrin etäisyydeltä lähimmästä kiskosta riittävät takaamaan turvallisen ylitysmahdollisuuden ajoneuvolle, joka lähtee liikkeelle tasoristeyksen edestä, ja joissa näkemät 20 metrin etäisyydeltä lähimmästä kiskosta ovat lyhyemmät kuin tieliikenteen nopeutta 20 km/h vastaavat lähestymisnäkemät. Jälkimmäinen ehto tarkoittaa sitä, etteivät näkemät 20 metrin päästä lähimmästä kiskosta ole niin hyvät, että nopeudella 20 km/h kulkevan ajoneuvon kuljettaja voisi varmistua tasoristeyksen ylittämisen turvallisuudesta nopeutta muuttamatta. Näkemiä koskevat kriteerit stop-merkin käytölle on esitetty taulukossa 11. Stop-merkkiä ei kuitenkaan yleensä tule käyttää, jos tulosuunnassa ei

9. Yhteenveto

ole ratateknisten ohjeiden mukaista odotustasannetta tai tasoristeyksen lähellä on teiden risteys, jonka toimintaa ja turvallisuutta stop-merkit voivat haitata.

Kun stop-merkkiä käytetään, sen on näyttävä tienkäyttäjille ainakin tasoristeyksen havaitsemisetäisyydeltä. Muutoin on käytettävä stop-merkistä varoittavaa ennakkovaroitusmerkkiä. Tieliikenneasetuksen mukaan ajoneuvo on rautatietasoristeyksessä aina pysäytettävä stop-merkin kohdalle. Stop-merkki pitää asentaa tasoristeykseen niin, että merkin kohdalle pysähtyvien ajoneuvojen kuljettajat ovat pysähtymispaikassa enintään kahdeksan metrin päässä lähimmästä kiskosta. Ajoneuvojen keula pysähtymispaikassa ei kuitenkaan saisi olla kolmea metriä lähempänä lähintä kiskoja. Stop-merkki voidaan tasoristeyksen olosuhteista riippuen asentaa molempiin tai vain toiseen lähestymissuuntaan.

20 km/h nopeusrajoituksen käyttöä koskeva ehdotus

Nopeusrajoitusta 20 km/h ehdotetaan käytettäväksi varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä silloin, kun näkemät 20 metrin etäisyydellä lähimmästä kiskosta ovat niin hyvät, että tasoristeyksen voi turvallisesti ylittää tällä nopeudella. Samoin näkemien 30 metrin etäisyydellä lähimmästä kiskosta on oltava niin lyhyet, ettei tasoristeystä voi turvallisesti ylittää 30 km/h tai suuremmalla nopeudella. Näitä ehtoja vastaavat näkemien pituudet on esitetty taulukossa 12.

Nopeusrajoitusmerkki on asetettava tiellä yleisesti käytettävistä nopeuksista riippuen niin kauas tasoristeyksestä, että kuljettajat ehtivät hyvin hiljentää nopeuden 20 km:iin/h ennen kuin ajoneuvo on 20 metrin päässä lähimmästä kiskosta. 20 km/h -nopeusrajoitus voidaan tasoristeyksen olosuhteista riippuen asettaa molempiin tai vain toiseen lähestymissuuntaan.

Ehdotusten toimeenpano ja jatkotoimenpiteet

Sekä stop-merkin että 20 km/h -nopeusrajoituksen käytössä tasoristeyksissä pitäisi mahdollisimman nopeasti päästä yhtenäiseen käytäntöön. Sellaiset olemassa olevat stop-merkit, jotka eivät täytä edellä ehdotettuja kriteereitä, tulee poistaa. Toisaalta merkit on asennettava mahdollisimman pian sellaisiin ehdot täyttäviin tasoristeyksiin, joissa niitä ei vielä ole.

Jotta toimenpiteiden vaikutuksia onnettomuuksiin voitaisiin tutkia, on tärkeää, että tiedot stop-merkkien asentamisen ja 20 km/h -rajoitusten asettamisen ajankohdista ja muista samassa yhteydessä mahdollisesti tehtävistä toimenpiteistä tallennetaan myöhempää käyttöä varten.

Stop-merkin ja 20 km/h -rajoituksen vaikutuksia selvittävät kenttäkokeet

Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen vaikutuksia ehdotetaan tutkittaviksi 5–10 tasoristeyksessä tehtävillä ennen–jälkeen-tutkimuksilla. Niiden avulla selvitetään etenkin vaikutuksia stop-merkin noudattamiseen, moottoriajoneuvojen lähestymisnopeuksiin, junan havaitsemiseen käytettävissä olevaan aikaan sekä kuljettajien katsomiseen radan suuntaan. Käyttäytymismuutosten perusteella voidaan arvioida vaikutuksia onnettomuuksiin. Tutkimukset tulisi tehdä tasoristeyksissä, joihin asetetaan stop-merkit ja 20 km/h -nopeusrajoitus edellä esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Lähdeluettelo

- Bezkorovainy, G. & Holsinger, R. (1966). The Use of Stop Signs at Railroad Crossings. *Traffic Engineering*, Vol. 37(2), s. 54–59.
- Britton, M. 2004. Collisions at passive level crossings in Victoria on railway lines with low train frequencies and proposed risk controls with the re-introduction of passenger services. 8th International Level Crossing Symposium and Managing Trespass Seminar.
- Caird J.K., Creaser J.I., Edwards, C.J. & Dewar, R.E. 2002. A Human Factors Analysis of Highway-Railway Grade Crossing Accidents in Canada. Transport Canada. Publication TP 13938E.
- Calonius, P. & Reini, M. (toim.). 2008. Tieliikennelait 2008. Helsinki. Talentum Media Oy. s. 43.
- Gou, M. & Bellavigna-Ladoux, O. 2003. Impact of Heavy Vehicles on Crossing Safety. Development of an Adapted Design Tool. Transport Canada. TP 14172E.
- Kallberg, V.-P. 2008. Tasoristeyksien turvallisuutta koskevat tekniset ohjeet. VTT:n tutkimusraportti VTT-R-11053-08.
- Kulmala, R. & Vilhonen, S. 1984. Stop-merkin vaikutukset liikennekäyttäytymiseen ja -turvallisuuteen rautatien tasoristeyksissä. *Liikenneturva*, tutkimusosaston julkaisuja 68/1984.
- Lee, J., Nam, D. & Moon, D. 2004. A zero-inflated accident frequency model of highway-rail grade crossings in Korea. Proceedings of the Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, D.C.
- Lerner, N.D., Llaneras, R.E., Mcgee, H.W. & Stephens, D.E., 2002. *Traffic-Control Devices for Passive Railroad-Highway Grade Crossings*. NCHRP Report 470, Transportation Research Board, National Academy Press, Washington, D.C.
- Millegan, H., Yan, X., Richards, S. & Han, L.D. 2009. Evaluation of Effectiveness of Stop-Sign Treatment at Highway-Railroad Grade Crossings. TRB 88th Annual Meeting Compendium of Papers DVD. Paper No. 09-0806.
- National Transportation Safety Board. 1998. Safety at Passive Grade Crossings, Vol. 1: Analysis. Washington, D.C. PB98-917004, NTSB/SS-98/02.
- NZ Transport Agency. 2008. Traffic control devices manual. Part 9 Level crossings.
- Ogden, B. D., 2007. Railroad-Highway Grade Crossing Handbook – Revised Second Edition 2007. U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration. Report No. FHWA-SA-07-010.
- Oh, J., Washington, S.P. & Nam, D. 2006. Accident prediction model for railway-highway interfaces. *Accident Analysis and Prevention* 38 (2006), Issue 2, s. 346–356.
- Onnettomuustutkintakeskus. 2005. Turvallisuusselvitys tasoristeysonnettomuuksista. Helsinki. Tutkintaselostus S 1/2005 R.
- Paniati, J.P. & Baxter, J.R. 2006. Guidance for Use of YIELD or STOP Signs with the Crossbuck Sign at Passive Highway-Rail Grade Crossings. US Department of Transportation. Federal High-

Lähdeluettelo

- way Administration. Memorandum. http://mutcd.fhwa.dot.gov/resources/policy/yieldstop_guidememo/guidmemoyieldorstop.pdf (haettu 2.6.2009).
- Park, Y.-J.P. 2007. Estimating Effectiveness of Countermeasures Based on Multiple Sources: Application to Highway-Railway Grade Crossings. A thesis presented to the University of Waterloo. Waterloo, Ontario, Canada. s. 40.
- Poutanen, M. & Luoma, J. 2009. Vartioimattoman tasoristeyksen ylitys. Autonkuljettajien käsitykset ja riskin kokeminen. Espoo. VTT Tiedotteita 2474. 24 s. + liitt. 7 s.
- Pöyry, J. 1978. Tienkäyttäjien toiminta rautatien tasoristeyksessä. Espoo 1978. Teknillinen korkeakoulu, Rakennusinsinööriosasto, diplomityö. 56 s. + liitt. 17 s.
- Ratahallintokeskus. 2004. Ratatekniset ohjeet, osa 9 Tasoristeykset.
- Raub, R.A. 2006. Examination of Highway-Rail Grade Crossing Collisions Over 10 Years in Seven Midwestern States. Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, Apr. 2006.
- Raub, R.A. 2007. Examination of Vehicle Crashes Nationally at Highway-Rail Grade Crossings. http://www.oregonite.org/2007D6/paper_review/D7_28_Raub_paper.pdf (haettu 20.7.2009).
- Raub, R.A. 2009. Examination of Highway-Rail Grade Crossing Collisions Nationally from 1998 to 2007. TRB 88th Annual Meeting Compendium of Papers DVD. Paper No. 09-0708.
- Räsänen, M. & Alppivuori, J-P. 2004. Portaalin vaikutus ajonopeuksiin Kyläjoentien vartioimattomassa tasoristeyksessä. VTT, Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, Tutkimusraportti RTE603/04. 20 s.
- Saccomanno, F., Park, Peter Y-J. & Fu, L. 2007. Estimating countermeasure effects for reducing collisions at highway–railway grade crossings. *Accident Analysis and Prevention* 39 (2007), Issue 2, s. 406–416.
- Sanders, J. H., McGee, H.W. & Yoo, C.S. 1978. Safety features of stop signs at rail-highway grade crossings. Federal Highway Administration. Report No. FHWA-RD-78-40.
- Washington, S. & Oh, J. 2006. Bayesian methodology incorporating expert judgment for ranking countermeasure effectiveness under uncertainty: Example applied to at grade railroad crossings in Korea. *Accident Analysis and Prevention* 38 (2006), s. 234–247.
- Yeh, M. & Multer, J. 2008. Driver Behavior at Highway-Railroad Grade Crossings: A Literature Review from 1990–2006. U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration. DOT/FRA/ORD-0803.

Liite A: Stop-merkin käyttö varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä rataosuuksittain

Aineistossa ei ole mukana kevyen liikenteen väyliä eikä laituripolkuja. Luvut ovat peräisin INVE-projektin vuosina 2000–2008 kerätyistä tiedosta, eivätkä siten täysin vastaa vuoden 2009 tilannetta.

Rataosa	Stopmerkit				Yht. lkm
	Ei ole		On		
	lkm	%	lkm	%	
Seinäjäki-Ylivieska	3	42,9	4	57,1	7
Tornio-Röyttä	2	50,0	2	50,0	4
Kouvola-Kotka	1	50,0	1	50,0	2
Niirala-Säkäniemi	5	55,6	4	44,4	9
Haapamäki-Jyväskylä	15	60,0	10	40,0	25
Jyväskylä-Pieksämäki ¹	3	60,0	2	40,0	5
Ylivieska-Oulu	8	61,5	5	38,5	13
Seinäjäki-Vaasa-Vaasan satama	20	62,5	12	37,5	32
Tuomioja-Raaha	10	62,5	6	37,5	16
Joensuu-Uimaharju	21	63,6	12	36,4	33
Hyvinkää-Karjaa ¹	31	67,4	15	32,6	46
Orivesi-Haapamäki ¹	19	67,9	9	32,1	28
Oulu-Kontiomäki	52	68,4	24	31,6	76
Haapamäki-Seinäjäki	40	69,0	18	31,0	58
Oulu-Laurila	44	71,0	18	29,0	62
Iisalmi-Kontiomäki	16	72,7	6	27,3	22
Kouvola-Pieksämäki	22	73,3	8	26,7	30
Savonlinna-Parikkala	24	80,0	6	20,0	30
Lahti-Loviisan satama	90	80,4	22	19,6	112
Lahti-Heinola	29	80,6	7	19,4	36
Kontiomäki-Vartius	21	80,8	5	19,2	26
Iisalmi-Ylivieska	117	81,8	26	18,2	143
Kokemäki-Rauma ¹	15	83,3	3	16,7	18
Pesiökylä-Ämmänsaari	5	83,3	1	16,7	6
Parikkala-Joensuu	63	84,0	12	16,0	75
Luumäki-Parikkala	17	85,0	3	15,0	20
Karjaa-Hanko ¹	12	85,7	2	14,3	14
Huutokoski-Viinijärvi	56	86,2	9	13,8	65
Joensuu-Ilomantsi	36	87,8	5	12,2	41
Lieksa-Nurmes-Kontiomäki	103	88,0	14	12,0	117
Seinäjäki-Kaskinen	112	88,2	15	11,8	127
Tampere-Kokemäki	23	88,5	3	11,5	26
Joensuu-Viinijärvi-Sysmäjärvi	24	88,9	3	11,1	27
Jyväskylä-Äänekoski	34	89,5	4	10,5	38
Kontiomäki-Pesiökylä	26	89,7	3	10,3	29
Vuokatti-Lahnaslampi	9	90,0	1	10,0	10
Pieksämäki-Kuopio-Iisalmi	48	90,6	5	9,4	53
Rovaniemi-Kemijärvi	23	92,0	2	8,0	25
Siilinjärvi-Sysmäjärvi	78	92,9	6	7,1	84
Huutokoski-Savonlinna	52	92,9	4	7,1	56
Turku-Uusikaupunki-Hangonsaari	89	93,7	6	6,3	95
Toijala-Turku ¹	15	93,7	1	6,3	16
Laurila-Rovaniemi	103	94,5	6	5,5	109
Äänekoski-Haapajärvi	138	94,5	8	5,5	146
Toijala-Valkeakoski	24	96,0	1	4,0	25
Laurila-Kolari	250	97,7	6	2,3	256
Kokemäki-Pori	25	100,0	0	0,0	25
Pori-Mäntyluoto	18	100,0	0	0,0	18
Pieksämäki-Huutokoski	9	100,0	0	0,0	9
Kemijärvi-Isokylä	4	100,0	0	0,0	4
Helsinki - Karjaa	3	100,0	0	0,0	3
Raisio-Naantali	3	100,0	0	0,0	3
Orivesi-Jämsä	3	100,0	0	0,0	3
Luumäki-Vainikkala	2	100,0	0	0,0	2
Kouvola-Kuusankoski	2	100,0	0	0,0	2
Imatra-Imatrankoski	2	100,0	0	0,0	2
Tornio-Tornio raja	2	100,0	0	0,0	2
Kouvola-Luumäki	1	100,0	0	0,0	1
Karjaa-Turku	1	100,0	0	0,0	1
Yhteensä	2023	85,7	345	14,3	2368

¹Luvut ovat viimeisimpien vuonna 2008 tehtyjen INVE-projektin päivitysten mukaisia. Raportin luvussa 4 esitetyt tiedot ovat kuitenkin pääosin aiempien inventointien mukaisia. Sen vuoksi taulukon alimman rivin lukumäärät ovat erilaisia kuin luvussa 4.

Liite B: Stop-merkillisissä tasoristeyksissä vuosina 2002–2008 tapahtuneet onnettomuudet

Vuosi	Rataosa	Rataosan numero	Tasoristeyksen nimi	Ajoneuvo	Kuvaus	Kuolleet	Vakavasti loukkaantuneet	Lievästi loukkaantuneet
2005	Hyvinkää-Karjaa	141	Metsäkorventie	Kuorma-auto	Pysähtymättä stop-merkin takaa eteen		1	
2006	Hyvinkää-Karjaa	141	Metsäkorventie	Pakettiauto	2 loukk			
2007	Hyvinkää-Karjaa	141	Korpi	Henkilöauto	Auto lännestä, seisoj tr:ssä?	1	1	
2003	Karjaa-Hanko	142	Vesterby I	Kauhakuorm				
2007	Kouvola-Pieksämäki	231	Rämälä	Henkilöauto	Vain peltivaurioita			
2008	Kouvola-Pieksämäki	231	Leppäaho	Henkilöauto	Soitti itse apua, junassa ei huomattu			1
2003	Lappeenranta-Mustola	244	Partekintie	Rekka-auto	Veturi suistui kiskoilta		2	1
2007	Lappeenranta-Mustola	244	Partekintie	Rekka-auto	Vain peltivaurioita			
2002	Lahti-Heinola	251	Suurijärvi	Kuorma-auto				1
2005	Lahti-Heinola	251	Urheilupuisto	Henkilöauto				
2006	Lahti-Heinola	251	Kuusakoski Oy	Henkilöauto	1 loukk			
2002	Lahti-Loviisan satama	252	Varvi	Henkilöauto				
2004	Lahti-Loviisan satama	252	Kuggom	Pakettiauto	Veturin kylkeen			
2004	Lahti-Loviisan satama	252	Haddom	Henkilöauto				
2006	Lahti-Loviisan satama	252	Antinkyläntie	Henkilöauto	Peltivaurioita			
2008	Lahti-Loviisan satama	252	Virenoja 1	Henkilöauto	Ei henkilövahinkoja, autosta keula romuksi			
2008	Lahti-Loviisan satama	252	Huhtanen, Villintie	Kuorma-auto	Juna osui osaksi ATU:un pysäht. auton perään			
2002	Toijala-Turku	321	Niittykulma	Pakettiauto	Auto radalla, kulj loukkaantui		1	
2002	Turku-Uusikaupunki	332	Pahaniemi	Kuorma-auto	Aura-auto			
2008	Turku-Uusikaupunki	332	Hietämäki	Pakettiauto	Koulutaksi, kuljettaja loukk.			1
2005	Kokemäki-Rauma	342	Ilmoitusuo	Henkilöauto	Junan kylkeen			
2008	Mäntyluoto-Tahkoluoto	349	Kirrintie	Rekka-auto	Puoliperävaunuun vaurioita			
2007	Jämsä-Kaipola	363	Syrjälä	Kuorma-auto	Juna 45 km/h, kulj loukkaantui			1
2008	Jämsä-Kaipola	363	Syrjälä	Henkilöauto	Jarrutuksesta huolimatta liukui eteen			
2003	Orivesi-Haapamäki	371	Oripohja	Henkilöauto				
2006	Orivesi-Haapamäki	371	Kukkasniemi	Pakettiauto	Peltivaurioita			
2007	Orivesi-Haapamäki	371	Mäkelänrinne	Henkilöauto	Vain peltivaurioita, auto luisui kylkeen vas.			
2005	Vilppula-Mänttä	373	Heinämäentie	Henkilöauto	Veturin rappu osui auton etuosaan			
2007	Vilppula-Mänttä	373	Heinämäentie	Pakettiauto	Vain peltivaurioita, suuri nopeus			
2005	Seinäjoki-Ylivieska	412	Suonperä	Kuorma-auto	Karjankuljetusauto eteen, Sm3 suuret vauriot		2	
2004	Haapamäki-Seinäjoki	421	Kömi	Kuorma-auto				
2006	Haapamäki-Seinäjoki	421	Heusa	Pakettiauto	2 loukk, auto romuna			
2002	Seinäjoki-Vaasa	431	Sutela	Traktori				
2006	Seinäjoki-Vaasa	431	Haapoja	Henkilöauto	Auto romuksi			
2003	Seinäjoki-Kaskinen	441	Saha	Pakettiauto	Pakettiauto junan kylkeen			
2005	Seinäjoki-Kaskinen	441	Survoneva II	Pakettiauto	Kuljettaja loukkaantui lievästi			1
2006	Seinäjoki-Kaskinen	441	Lahoo	Henkilöauto	1 loukk			
2008	Seinäjoki-Kaskinen	441	Lahoo	Henkilöauto	Kaksi henkilöä tarkastukseen sairaalaan			2
2008	Seinäjoki-Kaskinen	441	Kakkuri	Henkilöauto	H-auto alle, auton kuljettaja loukkaantui			1
2005	Iisalmi-Ylivieska	451	Roivala	Henkilöauto				1
2007	Iisalmi-Ylivieska	451	Pohja	Henkilöauto	Kiskobussi	1	1	
2007	Iisalmi-Ylivieska	451	Pahaoja	Henkilöauto	2 kuollutta, kiskobussi			
2007	Ylivieska-Oulu	511	Perälä	Henkilöauto	Auto lännestä		1	
2006	Tuomioja-Raahe	514	Kaara	Henkilöauto	Peltivaurioita			
2005	Tornio-Röyttä	520	Öferberg	Henkilöauto				
2003	Laurila-Kolari	521	Järkkälä	Pakettiauto			1	
2005	Laurila-Kolari	521	Laitala	Henkilöauto	Junan kylkeen vasemmalta			
2004	Laurila-Rovaniemi	541	Koivu	Henkilöauto	K-a ja jakeluauto, ja ei ehtinyt yli		1	
2007	Pesiökylä-Ämmänsaari	555	Teollisuustie	Henkilöauto	Kuljettaja loukkaantui			1
2005	Jyväskylä-Haapajärvi	642	Teollisuuskatu	Henkilöauto				
2006	Jyväskylä-Haapajärvi	642	Teollisuuskatu	Henkilöauto	Peltivaurioita			
2007	Jyväskylä-Haapajärvi	642	Saviniemi I	Henkilöauto	4 hlöä, ei vakavia loukk.			4
2008	Siilinjärvi-Viinijärvi	651	Ahonkylä1	Kuorma-auto	K-auto palasiksi, vetureihin ja rataan vaurioita			1
2003	Joensuu-Kontiomäki	712	Enso-Quitzeit)	Kuorma-auto	Jokipirtin majatalo			
2008	Joensuu-Viinijärvi	731	Huikuri	Mopo	Jäi alle ja kuoli		1	
2005	Savonlinna-Parikkala	741	Kosonen (Kasi)	Henkilöauto	Auto vasemmalta			
2007	Säkaniemi-Niirala	751	Okkula	Henkilöauto	Juna hipaisi auton peräkärnyä			

Jatkuu...

Liite B: Stop-merkillisissä tasoristeyksissä vuosina 2002–2008 tapahtuneet onnettomuudet

Vuosi	Rataosa	Rataosan numero	Tasoristeyksen nimi	Ajoneuvo	Kuvaus	Kuolleet	Vakavasti loukkaantuneet	Lievästi loukkaantuneet
2007	Säkäniemi-Niirala	751	Okkula	Henkilöauto	Juna hipaisi auton peräkärnyä			
2007	Heinola-tehdas	HA	Tehtaantie	Henkilöauto	Pv tuli Heinolasta päin			1
2005	Joutseno	JTS	Puupiha	Henkilöauto	Ohitti stopin ja pysähtyi kiskoille			
2007	Joutsenon tehdasrata	JTS	Hongistontie	Henkilöauto	Kulj loukkaantui lievästi			1
2008	Mäntyluoto	MN	Aseman vieressä	Rekka-auto	Dv12 osui perävaunuun ja suistui			
2005	Mussalo	MSS	r874-r880	Henkilöauto				
2004	Ylivieska	YV	Tulolantie	Kuorma-auto	Päivystäjä töytäisi kuorma-autoa			
2004	Ylivieska	YV	Tulolantie	Henkilöauto	Törmäsi ensimmäiseen vaunuun			
2005	Ylivieska	YV	Ratakatu	Henkilöauto	Pysähtyi ensin ja jatkoi heti eteen			
2005	Ylivieska	YV	Tulolantie	Henkilöauto	Auto työnnettävien vaunujen eteen			
2006	Ylivieska	YV	Tulolantie	Kuorma-auto	Peltivaurioita			
2006	Ylivieska	YV	Ratakatu	Henkilöauto	Peltivaurioita			

Tekijä(t) Veli-Pekka Kallberg		
Nimeke Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö tasoristeyksissä		
Tiivistelmä Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tielle asetettavan stop-merkin vaikutusta erilaisten tasoristeysten turvallisuuteen sekä kehittää kriteereitä stop-merkin ja sen vaihtoehtona käytettävän 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle suomalaisissa tasoristeyksissä. Aiempien tutkimusten perusteella rautatietasoristeysten stop-merkit lisäävät kuljettajien turvallista käyttäytymistä, vaikka niitä noudatetaankin huonommin kuin tieliikenteen risteyksissä. Aiempien tutkimusten onnettomuusvaikutuksia koskevat tulokset ovat vaihtelevia mutta viittaavat siihen suuntaan, että tietyissä olosuhteissa onnettomuudet voivat vähentyä jopa 30 %. Suomessa stop-merkin käytölle ei ole selkeitä ohjeita. Stop-merkki on noin 350 tasoristeyksessä eli noin 14 %:ssa varoituslaitteettomista tasoristeyksistä, ja merkin käyttö vaihtelee rataosuksittain. Suomessa stop-merkillisissä tasoristeyksissä on tien ja radan liikennemääriin suhteutettuna tapahtunut noin 20 % vähemmän onnettomuuksia kuin muissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä. Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käytölle valmisteltiin tutkimuksessa suositukset, joissa tärkeimpinä kriteereinä olivat näkemät tieltä radan suuntaan 8, 20 ja 30 metrin etäisyydeltä lähimmästä kiskosta. Suositusten mukaan stop-merkkiä tulee käyttää vain tasoristeyksissä ja lähestymissuunnissa, joissa tasoristeuksen turvallinen ylittäminen edellyttää pysähtymistä tai ainakin selvästi alle 20 km/h -nopeutta. Nopeusrajoitusta 20 km/h puolestaan ehdotetaan käytettäväksi stop-merkin sijasta silloin, kun turvallinen ylittäminen on näkemien puitteissa mahdollista nopeudella 20–30 km/h mutta ei suuremmilla nopeuksilla. Suosituksissa korostetaan toimenpiteiden järjestelmällistä täytäntöönpanoa niin, että stop-merkkiä ja 20 km/h -nopeusrajoitusta käytetään niissä ja vain niissä tasoristeyksissä ja lähestymissuunnissa, joissa käytön kriteerit täyttyvät.		
ISBN 978-951-38-7551-0 (nid.) 978-951-38-7552-7 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinumero 36192
Julkaisuaika Joulukuu 2009	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 48 s. + liitt. 4 s.
Projektin nimi Stop-merkin ja 20 km/h -nopeusrajoituksen käyttö tasoristeyksissä		Toimeksiantaja(t) Ratahallintokeskus
Avainsanat Level crossing, stop sign, speed limit, safety		Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4520 Faksi 020 722 4374



Series title, number and
report code of publication

VTT Research Notes 2519
VTT-TIED-2519

Author(s) Veli-Pekka Kallberg		
Title Use of stop sign and 20 km/h speed limit at road-railway level crossings		
Abstract <p>The aim of this study was to find out the effects of stop signs on the safety of railway level crossings and define criteria for the implementation of stop signs or alternatively 20 km/h speed limit at level crossings. According to previous studies stop signs have positive effects on driver behaviour, even though drivers' compliance to the signs is poorer than at road junctions. Previous results concerning the effects on accidents are inconsistent, but suggest that at favourable conditions stop signs can re-duce accidents as much as 30%.</p> <p>In Finland clear guidelines for the use of stop sign at level crossings are lacking. Presently stop signs exist at about 350 level crossings, which correspond to 14% of all level crossings without active warning devices, such as barriers or warning lights and bells. When adjusted for traffic volumes on the road and railway accidents occurred at level crossings with stop signs about 20% less frequently than at other passive level crossings. Recommendations were prepared for the use of stop signs at road-railway level crossings, based mainly on sight distances from the road to the railways, at the distances of 8, 20 and 30 meters from the nearest rail. According to the recommendations stop signs should be used only at level crossings where safe traversing of the level crossing necessitates stopping or at least lower than 20 km/h approach speed. Speed limit of 20 km/h should be used instead of a stop sign when safe traversing is possible at approach speed 20–30 km/h, but not at greater speed. It is empha-sised that the recommendations should be implemented systematically so that stop signs and 20 km/h speed limit are used at and only at road-railway level crossings and approach directions where the above mentioned criteria are fulfilled.</p>		
ISBN 978-951-38-7551-0 (soft back ed.) 978-951-38-7552-7 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back ed.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Project number 36192
Date December 2009	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 48 p. + app. 4 p.
Name of project Stop-merkin ja 20 km/h nopeusrajoituksen käyttö taseoristeyksissä		Commissioned by The Finnish Rail Administration
Keywords Level crossing, stop sign, speed limit, safety		Publisher VTT Technical Research Centre of Finland P. O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4520 Fax +358 20 722 4374

Raportissa luodaan katsaus aiempiin tutkimuksiin stop-merkin vaikutuksista rautatietasoristeyksissä, selvitetään stop-merkin käyttöä suomalaisissa tasoristeyksissä ja verrataan stop-merkillisissä ja muissa tasoristeyksissä tapahtuneita onnettomuuksia. Lisäksi esitetään ehdotus stop-merkin ja sen vaihtoehtona 20 km/h -nopeusrajoituksen käytön kriteereiksi rautatietasoristeyksissä.