



Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuus

Vaatimukset ja niiden toteutuminen

Veli-Pekka Kallberg | Tapio Ahonen

Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuus

Vaatimukset ja niiden toteutuminen

Veli-Pekka Kallberg & Tapio Ahonen



ISBN 978-951-38-8048-4 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 2242-122X (URL: <http://www.vt.fi/publications/index.jsp>)

VTT Technology 123

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)

Copyright © VTT 2013

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-2044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuus

Vaatimukset ja niiden toteutuminen

Detection distance of unprotected road-railway level crossings.

Veli-Pekka Kallberg & Tapio Ahonen. Espoo 2013. VTT Technology 123. 35 s. + liitt. 3 s.

Tiivistelmä

Tasoristeysten turvallinen ylittäminen edellyttää, että tienkäyttäjä voi havaita tasoristeysten niin ajoissa, että hän pystyy tarvittaessa pysäyttämään ajoneuvonsa ennen sitä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, ovatko varoituslaitteettomien tasoristeysten havaitsemisetäisyydet riittäviä säädösten, ohjeiden ja turvallisuuden näkökulmasta. Lisäksi selvitettiin, mitkä tekijät rajoittavat tasoristeysten havaittavuutta tienkäyttäjille, ja arvioitiin havaittavuuden parantamismahdollisuuksia.

Aineistona olivat kaikki vuosina 2006–2010 inventoidut 524 varoituslaitteetonta pääraiteiden tasoristeystä, jotka eivät olleet viljelys- tai huoltoteillä, laituripoluilla tai kevyen liikenteen väylillä ja joista oli tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon kuljettajan näkökulmasta kuvattua videoaineistoa. Kun molempia lähestymissuuntia tarkasteltiin erikseen, havaitsemisetäisyyttä tarkasteltiin 1 048 tapauksessa.

Olemassa olevat säädökset ja ohjeet koskevat vain uusia ja parannettavia tasoristeyskysymyksiä. Tässä tutkimuksessa sellaisia ei ollut lainkaan.

Asetuksen ja Liikenneviraston ohjeen mukaan tasoristeysten havaitsemisetäisyyden on oltava pitempi kuin tiekulkuneuvon pysähtymismatka tilanteessa, jossa kuljettajan reaktioaika on 1,7 s ja hidastuvuus jarrutuksessa 3 m/s^2 . Turvallisuuden kannalta olisi suositeltavaa, että etäisyyden laskenta perustuisi reaktioaikaan 2 s ja hidastuvuuteen 2 m/s^2 ainakin silloin, kun tasoristeystä edeltää alamäki tai havaitsemisetäisyys on helposti pidennettävissä. Varoituslaitteettomissa tasoristeyskysymyksissä mitoitusnopeuden on Liikenneviraston ohjeen mukaan oltava enintään 50 km/h. Sitä vastaava havaitsemisetäisyyden vaatimus on 55 m ja mitoitusnopeudella 30 km/h vastaavasti 26 m. Jos määrittäminen perustettaisiin reaktioaikaan 2 s ja hidastuvuuteen 2 m/s^2 , etäisyydet olisivat noin kolmanneksen pidempiä.

Varoituslaitteettoman tasoristeysten havaitsemisetäisyys arvioitiin riittämättömäksi 11–17 %:ssa tapauksista. Syynä oli tavallisesti tien kaarre, kasvillisuus (puiden rungot ja oksat, pensaat) tai tasoristeysmerkkien puuttuminen. Usein samanaikaisesti vaikutti kaksi tai kolme tekijää. Riittämättömäksi arvioitu havaitsemisetäisyys olisi tavallisesti suhteellisen helpoin toimenpitein parannettavissa riittävälle tasolle. Suurimmassa osassa tasoristeyskysymyksistä, joissa havaitsemisetäisyys oli pienempi kuin mitoitusnopeutta 50 km/h vastaava vaatimus, tieliikenteen nopeus arvioitiin selvästi pienemmäksi kuin 50 km/h.

Tutkimuksessa esitetään lukuisia ehdotuksia, jotka koskevat varoituslaitteettomien tasoristeyskysymysten havaitsemisetäisyyttä koskevien vaatimusten kehittämistä.

Avainsanat passive level crossing, safety, detection distance

Detection distance of unprotected road-railway level crossings

Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuus. Vaatimukset ja niiden toteutuminen.
Veli-Pekka Kallberg & Tapio Ahonen. Espoo 2013. VTT Technology 123. 35 p. + app. 3 p.

Abstract

Safe traversing of a railway level crossing requires that road users can observe it early enough to stop their vehicle in time if needed. This study focuses on the estimation of whether actual detection distances at passive level crossings are adequate from the viewpoint of existing regulations and safety. In addition, factors limiting the detection distance to below that required are analysed, and possibilities for corrective action are assessed.

The data consisted of 524 passive Finnish level crossings on main railway lines that were not on agriculture or service roads or footpaths, and for which video recordings describing the approach to the crossing from the viewpoint of car drivers were available from earlier studies conducted between 2006 and 2010. Because detection distances were analysed from both approach directions, the data includes 1 048 cases.

Existing regulations on detection distance concern only new and improved level crossings. There were no such level crossings in the current data.

The current regulations state that the minimal detection distance should be roughly the sum of the distance the vehicle travels during the reaction time of 1.7 seconds, and the distance needed to stop the vehicle when braking at constant deceleration of 3 m/s^2 . From a safety point of view the reaction time used in the calculation should rather be 2 seconds and the deceleration during braking 2 m/s^2 , at least in cases where approach to the crossing is downhill or it is fairly easy to extend detection distance. The dimensioning speed of the road vehicle should not exceed 50 km/h. At that speed the minimal detection distance according to current regulations would be 55 m, and for a speed of 30 km/h the detection distance would be 26 m. Using a reaction time of 2 s and deceleration of 2 m/s^2 would result in an increase of detection distance requirements by approximately one third.

In most cases where the observed detection distance was below 50 m, the speed of road vehicles was estimated to be considerably below 50 km/h. When the estimated speed of road traffic was taken into account, it was estimated that the observed detection distance of passive level crossings was not long enough for safety in 11–17% of cases. The factors limiting detection distance usually concerned the curve of the road, vegetation (tree trunks and branches, bushes) and the lack of level crossing signs. Typically, two or three limiting factors were present at the same time. Furthermore, it was estimated that less-than-adequate detection distances could fairly easily be extended in order to be safe from the drivers' viewpoint.

A number of recommendations are made for developing the requirements concerning detection distances of all existing railway-road level crossings.

Keywords passive level crossing, safety, detection distance

Esipuhe

Tämä varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuutta käsittelevä selvitys on tehty *Turvallinen liikenne 2025* -tutkimusohjelmassa (<http://www.vtt.fi/proj/tl2025>). Ohjelman nykyisiä jäseniä ovat

- A-Katsastus Oy
- Liikennevirasto
- Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
- Nokian Renkaat Oyj
- VTT.

Selvityksen vastuuhenkilö VTT:ssä oli Veli-Pekka Kallberg, joka myös kirjoitti julkaisun. Tapio Ahonen VTT:stä kokosi ja valmisteli tutkimusaineiston VTT:n aiemmin tekemien tasoristeysinventointien aineistoista. Juha Luoma ja Antti Seise VTT:stä esitarkastivat käsikirjoituksen. Julkaisun tekijät ovat kuitenkin vastuussa lopputuotoksesta.

Sisältö

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Esipuhe	5
1. Johdanto	7
1.1 Tausta.....	7
1.2 Tavoitteet	9
2. Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskevat säädökset ja ohjeet	10
3. Aineisto ja menetelmät	15
3.1 Aineiston valmistelu	15
3.2 Menetelmät.....	16
3.2.1 Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyden määrittäminen.....	16
3.2.2 Vaadittavan havaitsemisetäisyyden määrittäminen.....	18
3.2.3 Tasoristeyksen havaitsemista rajoittavien tekijöiden määrittäminen	19
4. Tulokset	20
4.1 Yleiskuva varoituslaitteettomien tasoristeysten ominaisuuksista.....	20
4.2 Havaitun ja vaaditun havaitsemisetäisyyden vertailu	23
4.3 Tasoristeyksen varoitusmerkit	25
4.4 Tasoristeyksen havaitsemista rajoittaneet tekijät	27
4.5 Tasoristeysten havaittavuuden parantamistoimenpiteet	28
5. Tulosten tarkastelu	30
Lähdeluettelo	35

Liite

Liite 1: Kuvia tasoristeysten havaittavuudesta ja sitä rajoittavista tekijöistä erilaisilla teillä

1. Johdanto

1.1 Tausta

Onnettomuustutkintakeskuksen (2011) mukaan Suomessa tapahtui 1 114 tasoristeysonnettomuutta vuosina 1991–2010. Niissä kuoli 191 ja loukkaantui vakavasti 97 henkilöä. Onnettomuuksista noin 80 % tapahtui varoituslaitteettomassa tasoristeyksessä. Niissä onnettomuuden syntyyn myötävaikutti tyypillisesti ajoneuvon kuljettajan havaintovirhe, eikä niihin yleensä liittynyt erityistä kuljettajan riskinottoa. Havaintovirheistä ei ole tarkempaa tietoa, mutta oletettavasti ne tarkoittivat yleensä sitä, että kuljettajan huomio oli kiinnittynyt muualle kuin tasoristeystä mahdollisesti lähestyvien junien tarkkailuun. Siitä ei ole tietoa, miten tasoristeyksen huono havaittavuus vaikeutti junan havaitsemista. Valtaosa varoituslaitteettomista tasoristeyksistä sijaitsee yksityisteillä, ja suurin osa myös kuolemaan johtaneista onnettomuuksista tapahtui yksityisteiden tasoristeyksissä. Lähes kaikissa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä on puutteita verrattuna ratateknisiin ohjeisiin.

Tutkimustensa perusteella Onnettomuustutkintakeskus (2011) antoi kymmenen suositusta varoituslaitteettomien tasoristeysten turvallisuuden parantamiseksi:

- S309 Tasoristeysturvallisuuden parantamiseksi tulisi laatia uusi strategia ja sen pohjalta konkreettinen rahoitusjärjestelyt sisältävä suunnitelma.
- S310 Yksittäisten tasoristeysten vaarallisuus tulisi arvioida uusilla tilastanalyysillä, jotta pystyttäisiin paremmin määrittämään tasoristeysten poisto- tai turvaamisjärjestys.
- S311 Tasoristeyksiä sekä niiden olosuhteita koskevat tietokannat tulisi yhdistää ja tietokanta tulisi pitää ajan tasalla.
- S312 Suomeen tulisi perustaa yksi yhteinen rautateitä koskeva onnettomuus- ja poikkeamatietokanta.
- S313 Maakuntien ja kuntien liikenneturvallisuuksuunnitelmissa tulisi ottaa huomioon myös tasoristeysturvallisuus.
- S314 Kuntien tulisi koulukuljetuksia suunnitellessaan parantaa turvallisuutta välttämällä varoituslaitteettomia tasoristeyksiä.

- S315 Tulisi laatia selkeät ohjeet tieliikenteen nopeusrajoituksista ja STOP-merkin käytöstä.
- S316 Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuutta parantavat keinot sekä niiden käyttöolosuhteet ja tekniset ominaisuudet tulisi määritellä.
- S317 Tienpitäjille tulisi laatia ohjeet tasoristeysasioista.
- S318 Veturien ja junayksiköiden keulan havaittavuutta tulisi parantaa.

Tämä tutkimus liittyy suositukseen S316 ja koskee varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuutta tienkäyttäjän näkökulmasta. Suosituksen perusteluissa Onnettomuustutkintakeskus kiinnittää huomiota siihen, että valtaosa tasaristeys-onnettomuuksista tapahtuu varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä ja että VTT:n aiemmissa tutkimuksissa tasoristeysten havaittavuuteen on kiinnitetty huomiota. Havaittavuutta parantavina keinoina Onnettomuustutkintakeskus mainitsee ohjeiden mukaisten tasoristeys- ja lähestymismerkkien käytön, merkkien näkyvyydestä ja kunnosta huolehtimisen sekä portaalien ja vastaavien käytön. (Onnettomuustutkintakeskus 2011.)

Varoituslaitteettomien tasoristeysten kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa tavallisin välitön riskitekijä oli tiekulkuneuvon kuljettajan havaintovirhe. Aineistosta ei käy tarkemmin ilmi, mitä havaitsemisvirhe koski. Voidaan kuitenkin olettaa, että se liittyi junan havaitsemiseen useammin kuin tasoristeysten havaitsemiseen. (Onnettomuustutkintakeskus 2011.) Kuljettajien voi kuitenkin odottaa kiinnittävän erityistä huomiota lähestyvien junien tarkkailuun vain, jos he ovat havainneet lähestyvänsä tasoristeystä.

Jotta tienkäyttäjä voisi tarvittaessa pysäyttää ajoneuvonsa ennen tasoristeystä, hänen on voitava havaita tasoristeys riittävän ajoissa. Asiaa koskevilla säädöksissä ja ohjeissa edellytetään, että tienkäyttäjän on voitava havaita tasoristeys viimeistään *pysähtymisnäkemän* etäisyydeltä. Pysähtymisnäkemä koostuu reaktioaikana kuljetusta matkasta ja jarrutuksen aikana kuljetusta matkasta. Näin ollen pysähtymisnäkemän pituus riippuu kolmesta tekijästä: ajoneuvon nopeudesta sen lähestyessä tasoristeystä, kuljettajan reaktioajasta sekä jarrutuksen aikaisesta hidastuvuudesta. Sama asia kaavana:

$$s = v_0 \cdot t_R + \frac{v_0^2}{2 \cdot a}, \quad (1)$$

- missä s on pysähtymisnäkemä
 v_0 on mitoitusnopeus eli nopeus, jolla ajoneuvo lähestyy tasoristeystä
 t_R on kuljettajan reaktioaika
 a on keskimääräinen hidastuvuus jarrutuksessa.

VTT on vuodesta 1999 alkaen järjestelmällisesti inventoinut tasoristeysten ominaisuuksia ns. INVE-projektissa Ratahallintokeskuksen (RHK) ja Liikenneviraston toimeksiannosta. Inventointien alkaessa Suomessa oli noin 5 200 tasoristeystä, joista noin 4 250 oli valtion radoilla. Vuoteen 2012 mennessä tasoristeysten lukumäärä oli vähentynyt noin 3 800:aan, joista valtion radoilla noin 3 100 tasoristeystä.

Niistä noin 2 400 eli melkein 80 % oli varoituslaitteettomia (Liikennevirasto 2012a). Inventoinnin tulokset ovat käytettävissä käytännöllisesti katsoen kaikista valtion päätösten tasoristeyksistä ja merkittävästä osasta muitakin valtion ratojen tasoristeyksiä.

Inventoinneissa tasoristeyksistä on kerätty kattavat tiedot, joihin sisältyy mm. runsaasti valokuvia. Vuosina 2006–2010 tehtiin inventointeihin sisältyy myös videokuvauksia, joista näkyy tasoristeyksen lähestyminen kuljettajan näkökulmasta. Sekä valokuva- että videoaineistoa on noin 500 varoituslaitteettomasta tasoristeyksestä. Tämän aineiston perusteella oli mahdollista tarkastella, miten kaukaa varoituslaitteettomat tasoristeykset ovat olleet kuljettajien havaittavissa ja mitkä tekijät haittaavat havaitsemista. Valokuva- ja videoaineiston perusteella oli myös mahdollista karkeasti arvioida nopeus, jota tietä pitkin tasoristeystä lähestyvät ajoneuvot eivät yleensä ylitä. Aineisto tarjosi siten mahdollisuuden arvioida, ovatko varoituslaitteettomat tasoristeykset niitä lähestyvien tiekulkuneuvojen kuljettajien havaittavissa niin ajoissa, että he voivat tarvittaessa pysäyttää ajoneuvonsa ennen tasoristeystä.

1.2 Tavoitteet

Tavoitteena oli selvittää, miten kaukaa tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon kuljettaja voi havaita varoituslaitteettomat tasoristeykset ja ovatko etäisyydet säästöjen, ohjeiden ja turvallisuuden näkökulmasta riittävät. Tavoitteena oli myös selvittää varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuutta rajoittavia tekijöitä ja arvioida havaittavuuden parantamismahdollisuuksia.

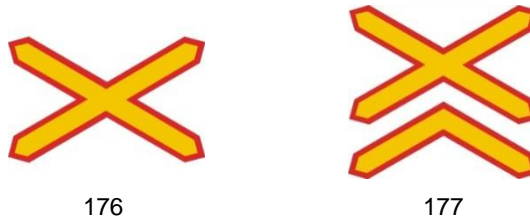
2. Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskevat säädökset ja ohjeet

Pysähtymisnäkemästä, joka vastaa vaadittavaa havaitsemisetäisyyttä, on seuraavia säädöksiä ja ohjeita:

- Liikenne- ja viestintäministeriön (2011) asetus näkemäalueista edellyttää, että vaadittava pysähtymisnäkemä riippuu mitoitusnopeudesta seuraavasti (suluissa mainittuja arvoja voidaan käyttää erityisistä syistä taajamaolosuhteissa):

mitoitusnopeus (km/h)	pysähtymisnäkemä (m)
≤ 30	25 (20)
40	35 (30)
50	55 (45)
60	75 (65)
70	95 (85)
80	120 (105)
90	150
100	180
110	220
120	260

- Asetuksessa pysähtymisnäkemällä tarkoitetaan etäisyyttä, jolta ajoneuvon kuljettajan on nähtävä *tasoristeysalue ja rautatien tasoristeysmerkki* (kuva 1) voidakseen *normaaliolosuhteissa* pysäyttää ajoneuvonsa ennen estettä. Koska asetus koskee paitsi tasoristeyskohteita myös maanteiden kaarteiden ja liittymien suunnittelua, pysähtymisnäkemät on määritetty myös suurille yli 60 km/h mitoitusnopeuksille, joita ei tasoristeyskohteissa sovelleta.



Kuva 1. Liikennemerkkit yksiraiteisen rautatien tasoristeys (176) ja kaksi- tai useampiraiteisen rautatien tasoristeys (177).

- Liikenneviraston (2012c) ohjeessa viitataan liikenne- ja viestintäministeriön näkemäasetukseen ja todetaan, että maanteillä pysähtymisnäkemän mitoitusnopeus on enintään joko 60 km/h (varoitulaitoksella varustettu tasoristeys) tai 50 km/h (ilman varoitulaitosta oleva tasoristeys). Mitoitusnopeutta 50 km/h vastaava pysähtymisnäkemä on 55 m (erityisistä syistä 45 m) ja mitoitusnopeutta 60 km/h vastaava pysähtymisnäkemä on 75 m (erityisistä syistä 65 m) (LMAn 4 §). Edellä olevia vaatimuksia on pyrittävä noudattamaan myös muiden väylien tasoristeyksissä.

Sekä asetus näkemäalueista että Liikenneviraston ohje koskevat vain uusia ja parannettavia rautatien tasoristeysmerkkejä. Valtaosalle varoitulaitteettomista tasoristeysmerkeistä ei näin ollen ole mitään tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskevia vaatimuksia.

Risteysmerkkejä 176 tai 177 (ks. kuva 1) käytetään aina rautatien tasoristeyksessä, ellei junasta varoiteta käsiohjauksella. Niissä tasoristeyksissä, jotka ovat tieliikenteen käytössä vain osan vuotta ja muun ajan ilman kantta, risteysmerkit on poistettava ja asennettava samanaikaisesti kannen kanssa. Tasoristeys on tällöin varustettava puomilla tai muulla esteellä. (Ratahallintokeskus 2004.)

Liikenneviraston ohjeessa ei oteta kantaa pienempien kuin 50 km/h mitoitusnopeuksien käyttöön tai niitä vastaaviin pysähtymisnäkemisiin. Ohjeessa ei myöskään puututa siihen, että useimmissa varoitulaitteettomissa tasoristeyksissä tien nopeusrajoitus on yleisrajoituksen mukainen 80 km/h, eli suurin sallittu nopeus on selvästi suurempi kuin nopeus, jolla tasoristeysmerkkiä oletetaan lähestyttävän. Tämän asian merkitys on luultavasti vähäinen, koska nopeusrajoituksen 80 km/h alaiset tiet, joilla on varoitulaitteeton tasoristeys, ovat tyypillisesti kapeita, mutkaisia, mäkisiä tai pinnaltaan niin epätasaisia, että yli 50 km/h nopeudet tasoristeystä lähestyttäessä ovat harvinaisia.

Jotta käytännöllisesti katsoen kaikki kuljettajat voisivat huonoissakin keliolosuhteissa tarvittaessa pysäyttää ajoneuvonsa ennen tasoristeystä, reaktioajan tulisi olla ainakin noin 2 s ja keskimääräisen hidastuvuuden jarrutuksessa enintään 2 m/s^2 (Kallberg 2009). Näkemäasetuksessa tai liikenne- ja viestintäministeriön ohjeessa ei mainita, millaisiin oletuksiin kuljettajien reaktioajasta tai ajoneuvon jarrutusaikaisesta hidastuvuudesta pysähtymismatkat perustuvat. Joka tapauksessa liikenne- ja viestintäministeriön asetuksessa tai Liikenneviraston ohjeissa annetut vaatimukset johtavat lyhyempiin pysähtymisnäkemisiin kuin edellä mainittu reaktioaika 2 s ja hidastuvuus 2 m/s^2 . Taulukko 1 osoittaa, että hyvin lähelle nä-

2. Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskevat säädökset ja ohjeet

kemäasetuksen mukaisia pysähtymismatkoja päästään olettamalla kaavassa 1 reaktioajaksi 1,7 s ja jarrutuksenaikaiseksi hidastuvuudeksi 3 m/s^2 .

Taulukko 1. Pysähtymisnäkemän eli tasoristeyksen vaadittavan havaitsemisetäisyyden vertailua. Toisen sarakkeen suluissa mainittuja arvoja voidaan käyttää erityisistä syistä taajamaolosuhteissa.

Mitoitusnopeus (km/h)	Näkemäasetuksen mukainen pysähtymisnäkemä (m)	Pysähtymisnäkemä (m) erilaisilla reaktioajan (t_R) ja jarrutuksenaikaisen hidastuvuuden (a) arvoilla	
		Vaatimustaso 1 $t_R = 1,7 \text{ s}$ ja $a = 3 \text{ m/s}^2$	Vaatimustaso 2 $t_R = 2 \text{ s}$ ja $a = 2 \text{ m/s}^2$
30	25 (20)	25,7	34,0
40	35 (30)	39,5	53,1
50	55 (45)	55,8	76,0
60	75 (65)	74,6	102,8
70	95 (85)	96,1	133,4
80	120 (105)	120,1	167,9

Koska varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä nopeusrajoitus on aina enintään 80 km/h, sitä suurempaa mitoitusnopeutta vastaavia pysähtymismatkoja ei käytännössä tarvita.

Mikä sitten on sopiva reaktioaika käytettäväksi tilanteessa, jossa kuljettaja lähestyy rautatietasoristeystä? Kuljettajien reaktioaikoja on tutkittu monenlaisissa tilanteissa, joista lähinnä osuvin lienee koe, jossa noin 50 km/h nopeudella maantieolosuhteissa ajavien kuljettajien oli määrä jarruttaa, kun he näkivät edessään tiellä noin 50 metrin päässä esteen (15 cm x 91 cm kokoinen levy suoraan ajolinjalla) (Olson & Sivak 1986, ks. esim. Häkkinen & Luoma 1991). Kuljettajien reaktioaika oli enimmillään noin 1,7 sekuntia, mutta tutkijat arvioivat, että koetilanteen takia kuljettajat olivat ilmeisesti olleet tavanomaista valppaampia ja toimineet nopeammin kuin yleensä. Näillä perusteilla tutkijat päätyivät suosittelemaan tien-suunnittelussa yleisesti käytettyä 2,5 s reaktioaikaa.

Reaktioaika 2 s on yhdenmukainen Suomessa ja muissa Pohjoismaissa tien-suunnittelussa taajamien ulkopuolella käytettävän reaktioajan kanssa. Ruotsissa ja Suomessa voidaan taajamissa käyttää lyhyempää, 1,5 s reaktioaikaa. Taajamissa tutkimusten mukaan noin 90 %:lla kuljettajista reaktioaika on enintään 1,5 s, kun jarruttaminen on selvästi tilanteen edellyttämä ratkaisu niin, ettei kuljettajan tarvitse harkita vaihtoehtoisia toimintoja (ns. yksinkertainen reaktioaika). Jos sen sijaan kuljettaja joutuu valitsemaan useammasta toimintavaihtoehdosta, reaktioaika kasvaa niin, että se on enintään 2,5 s noin 90 %:lla kuljettajista (ns. reaktioaika valintatilanteessa) (Herrsted 2012). Tasoristeyksiä lähestyttäessä tarvittava reaktioaika vastannee tyypillisesti yksinkertaista reaktioaikaa. Näin ollen 2 s reaktioaikaa voidaan pitää vähintäänkin riittävänä.

Varoituslaitteettomat tasoristeykset sijaitsevat tyypillisesti vähäliikenteisillä yksityisteillä¹, joiden päivittäisestä käyttäjästä vain pienelle osalle tie ei ole tuttu. Näin ollen valtaosa käyttäjistä tietää tasoristeyksestä ja heillä on mahdollisuus ennalta varautua tasoristeykseen saapumiseen. Tämä on omiaan lyhentämään reaktioaikaa, sillä tutkimusten mukaan reaktioaika lyhenee, kun kuljettaja voi valmistautua tilanteeseen (Herrsted 2012). Tämänkin puoltaa sitä, ettei yli 2 s reaktioaika välttämättä ole tarpeen tasoristeyksessä vaadittavan havaitsemisetäisyyden mitoituksessa.

Käytännössä on usein tulkinnanvaraista, missä kohdassa tasoristeystä lähestyvä kuljettaja voi tehdä riittävät havainnot voidakseen varmistua siitä, että on tulossa tasoristeykseen. Usein selvin merkki tasoristeyksen olemassaolosta ovat tasoristeysmerkit (kuva 1). Ne voivat kuitenkin olla kaukaa katsottuna puiden oksien tai muun kasvillisuuden peitossa ja tulla kuljettajan näkyviin vähitellen. Pitääkö merkin näkyä kokonaan vai esimerkiksi puoliiksi ennen kuin sen katsotaan olevan kuljettajan havaittavissa? Myös merkkien kunto ja niiden taustan maasto ja kasvillisuus voivat vaikuttaa havaittavuuteen. Näin ollen ei aina voi yksikäsitteisesti määrittää, täyttääkö havaitsemisetäisyyden vaatimukset vai ei.

Varoituslaitteettomien tasoristeyksen havaittavuutta voidaan edistää tielle ennen tasoristeystä asennettavilla liikennemerkeillä (kuva 2). Tiehallinnon (2003) ohjeiden mukaan merkkiä 171 käytetään kaikissa tien ja rautatien tasoristeyksissä, joissa ei ole puomeja. Merkkiä ei kuitenkaan käytetä tasoristeyksessä, jossa esiintyy junaliikennettä vain tilapäisesti. Tieliikenneasetuksen 13 §:n mukaan varoitusmerkit, joihin myös merkki 171 lukeutuu, sijoitetaan vähintään 150 ja enintään 250 metriä ennen vaarapaikkaa. Taajamassa ja erityisestä syystä muuallakin varoitusmerkki voidaan sijoittaa lähemmäksi vaarapaikkaa kuin edellä on säädetty.



Kuva 2. Liikennemerkit rautatien tasoristeys ilman puomeja (171) sekä rautatien tasoristeyksen lähestymismerkit (173, 174 ja 175).

Lähestymismerkit 173, 174 ja 175 sijoitetaan siten, että merkin punaiset poikkijuovat ovat tielle päin kaltevia ja alareunan korkeus on enintään yksi metri ajoradan pinnasta. Merkki 173 sijoitetaan merkin 171 alle samaan pylvääseen, merkki 174 noin 2/3 etäisyydelle ja merkki 175 noin 1/3 etäisyydelle tasoristeyksestä. (LMP 14 §.)

¹ Seise, A., Kallio, M. & Kallberg, V.-P. Taulukkoyleenveto vuosina 1999–2010 tehdyistä rautatietasoristeysten turvallisuustarkastuksista. VTT Transport Safety. Julkaisematon muistio.

2. Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskevat säädökset ja ohjeet

Rautatien tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskeviin vaatimuksiin liikenne- ja viestintäministeriön asetuksessa tai Liikenneviraston ohjeissa – joissa edellytetään, että kuljettajan on nähtävä tasoristeysalue ja rautatien tasoristeysmerkki – *liikennemerkeillä* 171 tai 173–175 ei ole vaikutusta. Muutkaan vihjeet tasoristeykseen saapumisesta, kuten sähköradan pylväiden tai portaalien näkyminen, eivät oikeuta tinkimään tasoristeysalueen ja tasoristeysmerkkien näkymistä koskevasta, asetuksen ja ohjeiden mukaisesta vaatimuksesta.

Yhteenvetona rautatietasoristeysten havaitsemisetäisyyksistä ja niiden määrittämistä todetaan seuraavaa:

- Sekä liikenne- ja viestintäministeriön näkemäasetuksen että Liikenneviraston ohjeen pysähtymisnäkemävaatimukset koskevat vain uusia ja parannettavia tasoristeyksiä.
- Valtaosaa olemassa olevista rautatietasoristeyksistä eivät koske mitkään havaitsemisetäisyyttä koskevat vaatimukset.
- Olemassa olevat havaitsemisetäisyyttä koskevat vaatimukset vastaavat liikemäin tilannetta, jossa tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon kuljettaja onnistuu tarvittaessa pysäyttämään ajoneuvonsa ennen tasoristeystä, jos a) hänen reaktioaikansa on enintään 1,7 s ja b) ajoneuvon keskimääräinen hidastuvuus jarrutuksessa on ainakin 3 m/s^2 .
- Olemassa olevat havaitsemisetäisyyttä koskevat vaatimukset eivät välttämättä riitä takaamaan turvallisuutta liukkailla keleillä, jolloin 3 m/s^2 hidastuvuutta ei voi jarrutuksessa saavuttaa.
- Tiellä mahdollisesti olevat tasoristeyksestä varoittavat liikennemerkit 171 ja 173–175 eivät vaikuta varoituslaitteettoman tasoristeyksen havaittavuutta koskeviin vaatimuksiin.
- Varoituslaitteettomat tasoristeykset ovat tyypillisesti vähäliikenteisillä yksityisteillä, joiden käyttäjistä valtaosalle tasoristeyksen sijainti on tiedossa. Tienkäyttäjät, joille tie on tuttu, voivat ennakoida tasoristeykseen saapumisen siinäkin tapauksessa, että tasoristeyksen havaittavuudessa on puutteita.
- Vaikka vain pieni osa varoituslaitteettomiin tasoristeyksiin saapuvista kuljettajista ei entuudestaan tiedä saapuvansa tasoristeykseen, heidän on voitava havaita tasoristeys riittävän kaukaa niin, että he voivat sovittaa lähestymisnopeutensa turvallisen ylittämisen edellyttämälle tasolle.

3. Aineisto ja menetelmät

3.1 Aineiston valmistelu

Tutkimusaineisto valittiin vuosina 2006–2010 inventoiduista tasoristeyksistä, joita ei ollut poistettu 31.12.2012 mennessä. Tällaisia tasoristeyksiä oli kaikkiaan 1 021. Aineisto valmisteltiin taulukossa 2 esitetyillä kriteereillä. Aineistosta karsittiin paitsi varoituslaitteelliset tasoristeykset, myös sellaiset vähäliikenteiset varoituslaitteetomat tasoristeykset, joita ”ulkopuoliset” eivät yleensä käytä (mm. pelto- ja huoltotiet) tai joissa ajonopeudet ovat niin alhaisia, että tasoristeys joka tapauksessa havaitaan riittävän ajoissa (vain maastoajokelpoiset). Jotta havaitsemisetaisyuden pituus voitiin kohtuullisella tarkkuudella määrittää, mukaan otettiin vain ne tasoristeykset, joista oli tasoristeystä lähestyvistä autosta otettua videokuvaa.

Taulukko 2. Tutkimusaineiston muodostaminen.

Inventoituja 2006-2010	Tasoristeyksiä	Lähestymissuuntia
	1021	2042
Poistetaan - varoituslaitteelliset tasoristeykset - sivuraiteiden tasoristeykset - viljelys- ja huoltoteiden, laituripolkujen sekä kevyen liikenteen väylien tasoristeykset - vain maastoajokelpoiset tasoristeykset	484	
Jäljelle jää	537	1074
Poistetaan tapaukset, joista ei ole videokuvaa	13	26
Jäljelle jää (tutkimusaineiston koko)	524	1048
Tasoristeysmerkit puuttuivat, eikä havaitsemisetaisyys siksi ollut riittävä	31	62
Havaitsemisetaisyys oli 50 m:n etäisyydeltä otetun valokuvan (ja tarvittaessa esim. kartan) perusteella selvästi riittävä, eikä sitä tarvinnut määrittää videokuvasta.	320 tasoristeyksessä molemmissa ja 92 tasoristeyksessä vain toisessa lähestymissuunnassa	732
Havaitsemisetaisyys ja lähestymisnopeus arvioitiin videoaineiston perusteella	81 tasoristeyksessä molemmissa ja 92 tasoristeyksessä vain toisessa lähestymissuunnassa	254

Aineistoon sisältyi 524 tasoristeystä ja 1 048 arviota havaitsemisetäisyydestä. 62 tapauksessa havaitsemisetäisyys oli riittämätön tasoristeysmerkkien puuttumisen takia.² Selvästi riittävä havaitsemisetäisyys oli 732 tapauksessa. Videoaineiston perusteella arvioitavaksi havaitsemisetäisyyden riittävyys ja siihen vaikuttava tieliikenteen lähestymisnopeus jäivät 254 tapauksessa.

Analyysit perustuvat kahteen aineistoon:

- *Koko aineistosta* (1 048 tapausta) määritettiin valokuvien ja videoiden perusteella, kuinka suuressa osassa näkemäasetuksen ja Liikenneviraston ohjeiden mukaiset vaatimukset havaitsemisetäisyydestä täyttyivät.
- *Videoaineistosta* (254 tapausta, osa koko aineistosta) tarkasteltiin, kuinka paljon ja mihin suuntaan havaittu näkemäetäisyys poikkesi vaaditusta. Myös suurin osa muista analyyseistä perustuu videoaineistoon, jossa oli muuta (valokuviiin perustuvaa) aineistoa tarkemmat tiedot tasoristeyksen havaittavuudesta ja siihen vaikuttavista seikoista.

3.2 Menetelmät

3.2.1 Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyden määrittäminen

Havaitsemisetäisyys määritettiin päivänvalossa ja hyvillä sääillä otettujen valokuvien ja videoiden perusteella, eikä siinä siis otettu huomioon sään ja valoisuuden (mukaan lukien auringon mahdollisesti aiheuttama häikäisy) vaikutuksia, jotka voivat ajoittain pienentää havaitsemisetäisyyttä. Menettely vastannee näkemäasetuksen mukaisia normaaliolosuhteita.

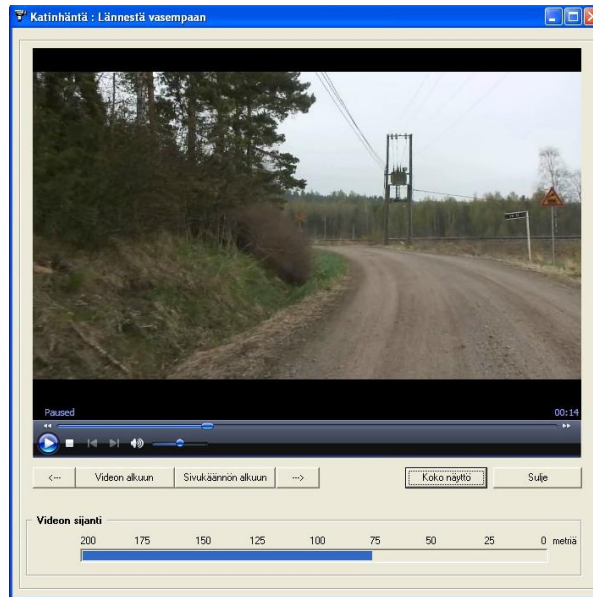
Tasoristeyksen havaitsemisetäisyys arvioitiin ensimmäisessä vaiheessa valokuvista, jotka oli otettu tieltä 50 metrin etäisyydeltä tasoristeyksestä. Jos tasoristeys oli selvästi havaittavissa 50 metrin etäisyydeltä otetusta valokuvasta, havaitsemisetäisyys arvioitiin riittäväksi. Tämä vastaa likimain näkemäasetuksen vaatimusta, jonka mukaan mitoitussnopeutta 50 km/h vastaava pysähtymisnäkemä on 55 metriä (ja erityisistä syistä taajamaolosuhteissa 45 m).

Tarkempaan analyysiin otettiin mukaan vain sellaiset lähestymissuunnat, joissa valokuvan perusteella oli aihetta epäillä näkemän riittävyttä: tasoristeys ja tasoristeysmerkki ei selvästi näkynyt kuvassa, tai kuvan perusteella oli aihetta epäillä, että näkyvyys tasoristeykseen olisi huonontunut merkittävästi, jos kuva olisi otettu hieman kauempaa. Suurin etäisyys, jolta tasoristeys oli havaittavissa, määritettiin videolta, joka kuvasi näkymää tasoristeykseen päin sitä lähestyvän auton kuljettajan näkökulmasta. Videoiden katselua varten kehitetyssä sovelluksessa kuvan saattoi pysäyttää haluttuun kohtaan ja kuljettajan etäisyys tasoristeyksestä näkyi

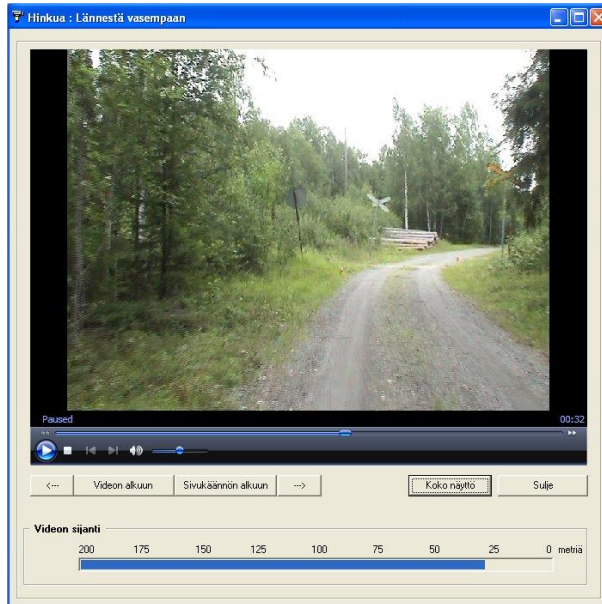
² Tasoristeysmerkit oli 94 %:ssa tasoristeyksistä. Merkkien kuntoa ei tässä tutkimuksessa arvioitu erikseen, mutta tasoristeysten inventoinneista aineiston kokoamisajanjaksona 2006–2010 saatujen kokemusten perusteella ne ovat usein väreiltään haalistuneita ja niiden heijastusominaisuudet ovat huonontuneet.

kuvan alapuolella olevassa palkissa (kuva 3). Tasoristeyksen arvioitiin olevan kuljettajan havaittavissa tietyltä etäisyydeltä, jos videokuvasta saattoi erottaa tasoristeysalueen ja rautatien tasoristeysmerkin (jos se oli tien molemmilla puolilla, yhden merkin näkyminen riitti). Vastaavalla tavalla vaadittava havaitsemisetasisyys määritellään näkemäasetuksessa. Siinä ei kuitenkaan oteta kantaa siihen, kuinka suuren osan merkistä on näytävä, jotta sen katsotaan olevan kuljettajan havaittavissa. Tässä tutkimuksessa pidettiin riittävänä, että merkistä arvioitiin näkyvän puolet (kuva 4).

Tasoristeyksien havaitsemisetasisydet arvioitiin viiden metrin tarkkuudella.



Kuva 3. Kuvankaappaus tasoristeystä lähestyvistä autosta kuvatusta videosta. Kuva esittää näkymää tasoristeykseen päin noin 75 metrin päästä tasoristeyksestä.

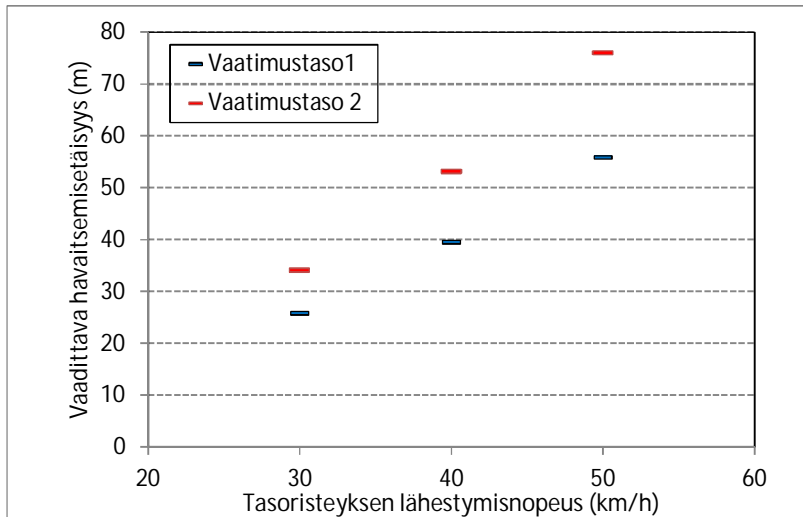


Kuva 4. Lähestymissuunnan tasoristeysmerkki on osittain oksan peitossa, kun etäisyys tasoristeukseen on vähän yli 25 metriä.

3.2.2 Vaadittavan havaitsemisetäisyyden määrittäminen

Tasoristeyksen vaadittava havaitsemisetäisyys riippuu nopeudesta, jolla tieliikenne lähestyy tasoristeystä (vrt. kaava 1). Lähestymisnopeutena pidettiin enintään 50 km/h, jota käytetään mitoitusnopeutena näkemäasetuksessa ja Liikenneviraston ohjeessa. Pienimpänä lähestymisnopeutena pidettiin 30 km/h, joka on myös pienin näkemäasetuksen mitoitusnopeus. Käytännössä jokaiselle lähestymissuunnalle määritettiin valokuva- ja videoaineiston perusteella lähestymisnopeudeksi 30, 40 tai 50 km/h. Arvioissa pyrittiin määrittämään nopeus, jolla valtaosa kuljettajista saattoi ilman mainittavaa epämukavuutta ajaa ko. tietä ottaen huomioon tien geometria ja kunto. Arvioissa ei kuitenkaan edellytetty, että kuljettajan olisi pitänyt ennakoita edessä oleva tasoristeys.

Kun lähestymissuunnan mitoitusnopeus oli arvioitu, laskettiin vaadittava havaitsemisetäisyys kahdella tavalla käyttäen kaavaa 1. Vaatimustasolla 1 reaktioaikana käytettiin näkemäasetuksen vaatimuksia eli reaktioaikaa 1,7 s ja keskimääräisenä hidastuvuutena jarrutuksen aikana 3 m/s^2 . Vaatimustasolla 2 reaktioaikana käytettiin 2 s ja hidastuvuutena jarrutuksessa 2 m/s^2 . Vaatimustasoja vastaavat havaitsemisetäisyydet lähestymisnopeuksille 30, 40 ja 50 km/h on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Eri lähestymisnopeuksia ja vaatimustasoja vastaavat tasoristeysten vaadittavat havaitsemisetaisyydet.

3.2.3 Tasoristeyksen havaitsemista rajoittavien tekijöiden määrittäminen

Tekijät, jotka ensisijaisesti rajoittivat tasoristeyksen havaitsemista sitä lähestyvältä ajoneuvosta, määritettiin videokuvasta. Kun oli määritetty suurin etäisyys, jolta tasoristeys on havaittavissa, videota kelattiin taaksepäin ja katsottiin kuvasta, mikä tai mitkä tekijät estävät tasoristeyksen havaitsemisen kauempaa.

4. Tulokset

4.1 Yleiskuva varoituslaitteettomien tasoristeysten ominaisuuksista

Aineistoon kuului 524 tasoristeystä 20 eri rataosalta. Melkein puolet tasoristeyksistä oli neljältä rataosalta: Äänekoski–Haapajärvi, Lahti–Loviisa, Huutokoski–Savonlinna ja Nurmes–Kontiomäki (taulukko 3).

Taulukko 3. Tutkimusaineiston tasoristeysten jakautuminen eri rataosille.

Rataosan nimi ja numero		Tasoristeysten lukumäärä aineistossa
Kouvola-Pieksämäki	231	6
Luumäki-Parikkala	241	1
Parikkala-Joensuu	711	4
Hyvinkää-Karjaa	141	36
Karjaa-Hanko	142	12
Oulu-Laurila	512	29
Tampere-Kokemäki	341	13
Kokemäki-Pori	344	11
Jyväskylä-Pieksämäki	632	5
Turku-Toijala	321	15
Pännäinen-Pietarsaari	415	8
Uimaharju-Lieksa	712	22
Orivesi-Haapamäki	371	26
Kokemäki-Rauma	342	12
Joussuu-Ilomantsi	722	33
Huutokoski-Savonlinna	741	48
Äänekoski-Haapajärvi	642	95
Lieksa-Nurmes	712	35
Lahti-Loviisa	252	66
Nurmes-Kontiomäki	712	47
Yhteensä		524

Tieluokka oli videoaineistossa vähäliikenteinen yksityistie 85 %:ssa tapauksista, joissa siis ympäristökijät mahdollisesti rajoittivat tasoristeyksen havaittavuutta tienkäyttäjille (taulukko 4). Vähäliikenteisten yksityisteiden ja metsäteiden lähestymissuunnista 76 (32 %) oli teillä, joilla arvioitiin olevan liikennettä vain kesäisin.

Taulukko 4. Tieluokka videoaineistossa.

Tieluokka	Videoilta määritetyt havaitsemisetäisyydet
Maantie	3
Katu	6
Liikenteellisesti merkittävä yksityistie	9
Vähäliikenteinen yksityistie	217
Metsätie	19
Yhteensä	254

Tasoristeystä lähestyvän tieliikenteen nopeudeksi arvioitiin 82 %:ssa tapauksista 30 km/h ja 14 %:ssa 40 km/h (taulukko 5). Näitä nopeusarvioita käytettiin, kun arvioitiin videoilta määritetyn havaitsemisetäisyyden riittävyttä. Kuvassa 6 havainnollistetaan arvioituja lähestymisnopeuksia erilaisilla teillä.

Taulukko 5. Tieliikenteen arvioitu tasoristeyksen lähestymisnopeus videoaineistossa.

Tieliikenteen arvioitu lähestymisnopeus (km/h)	Lähestymissuuntien lukumäärä
30	209
40	35
50	10
Yhteensä	254

Tasoristeyksen ennakkovaroitusmerkit olivat 20:ssä videoaineiston 254 tapauksesta.

4. Tulokset



30 km/h



40 km/h



50 km/h

Kuva 6. Esimerkkejä arvioidusta tasoristeyksen lähestymisnopeudesta erilaisilla teillä.

4.2 Havaitun ja vaaditun havaitsemisetäisyyden vertailu

Yksikään tarkastelluista tasoristeyksistä ei ollut sellainen uusi tai parannettu tasoristeys, joita liikenne- ja viestintäministeriön asetus näkemäalueista tai Liikenneviraston ohje (2012b) koskevat. Näin ollen niiden havaittavuutta eivät koskeneet mitkään sitovat vaatimukset. Seuraavassa kuitenkin tarkastellaan, miten todelliset havaitsemisetäisyydet suhtautuivat em. vaatimuksiin (vaatimustaso 1 ja 2).

Tasoristeys oli havaittavissa riittävän etäisyyden päästä vaatimustasosta riippuen 83–89 prosentissa tapauksista (taulukko 6). Vaatimusten kiristäminen edellyttäisi toimenpiteitä ainakin toisessa lähestymissuunnassa noin 5 %:ssa varoituslaitteettomista tasoristeyksistä. Kun varoituslaitteettomia tasoristeyksiä on Suomessa valtion radoilla noin 2 400, toimenpiteitä tarvittaisiin arviolta noin 100 tasoristeyksessä.

Taulukko 6. Tasoristeyksen havaitsemisetäisyyden riittävyys. Vaatimustasoja 1 ja 2 vastaavat havaitsemisetäisyydet on esitetty taulukossa 1 (s. 14).

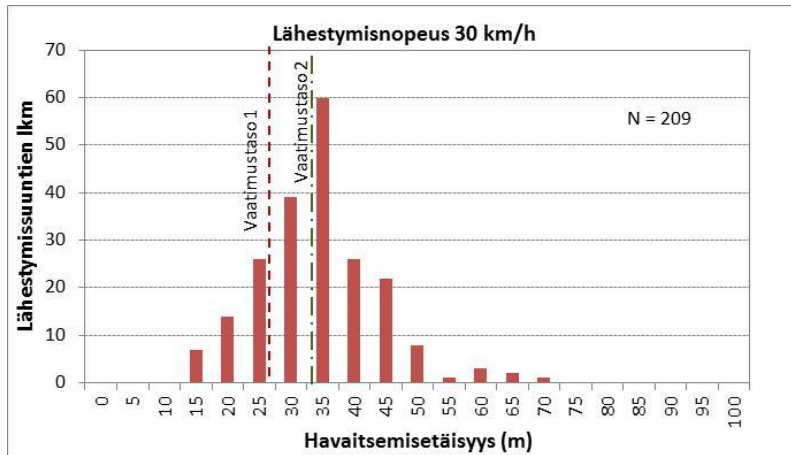
Havaitsemisetäisyyden riittävyys	Vaatimustaso			
	1		2	
	kpl	%	kpl	%
Riittämätön, koska ei tasoristeysmerkkejä	62	6	62	6
Riittämätön muuten	58	6	111	11
Riittävä	928	89	875	83
Yhteensä	1048	100	1048	100

Videoaineistosta arvioitiin havaitsemisetäisyydet taulukkoon 6 sisältyvissä 254 tapauksessa, joissa oli tieltä 50 metrin etäisyydeltä tasoristeykseen päin otetun valokuvan perusteella syytä epäillä etäisyyden riittävyyttä. Tässä aineistossa havaitsemisetäisyydet luonnollisesti painottuvat enintään 50 metrin havaitsemisetäisyyksiin ja havaitsemisetäisyydet ovat lyhyempiä teillä, joilla nopeudet ovat alhaisimpia (kuvat 7–9).

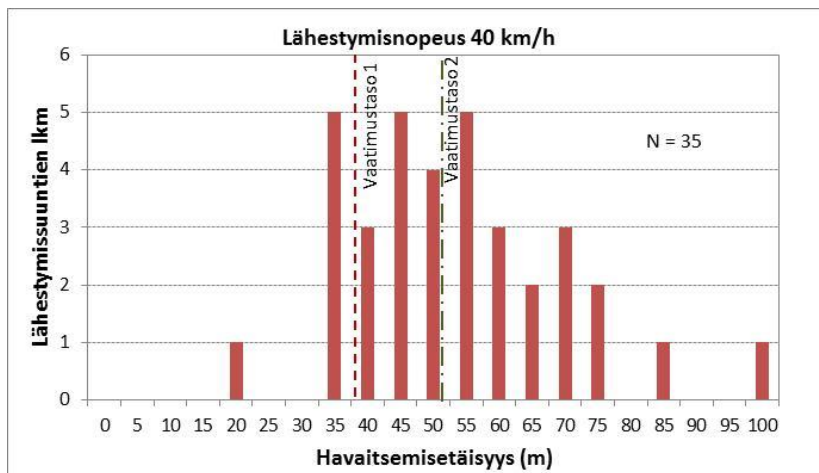
Kaikkiaan 794 tapauksessa havaitsemisetäisyys arvioitiin riittäväksi 50 metrin päästä otetun valokuvan perusteella. Näissä tapauksissa ei tutkittu, kuinka paljon vaadittua pitempi todellinen havaitsemisetäisyys oli, eikä sitä varten ollut tarvetta arvioida tiellä käytettävää ajonopeutta. Siksi ei voitu erikseen arvioida, kuinka suurella osalla tapauksista havaitsemisetäisyys oli riittävä eri nopeusalueen (30, 40 tai 50 km/h) teillä. Kuvista 7–9 kuitenkin näkyy, että lukumääräisesti eniten liian lyhyitä havaitsemisetäisyyksiä oli alhaisimman nopeustason (30 km/h) teillä, joihin valtaosa (209/254) videoaineistosta kuului.

Vaikka kuvat 7–9 kattavat vain 254 tapausta kaikista 1048:sta, niihin sisältyy valtaosa tapauksista, joissa havaitsemisetäisyys oli 50 metriä tai vähemmän. Poikkeuksen muodostavat 62 lähestymissuuntaa 31 tasoristeyksessä, joissa ei ollut tasoristeysmerkkejä ja joiden havaitsemisetäisyys pelkästään sillä perusteella katsottiin riittämättömäksi (ilman että havaitsemisetäisyyttä määritettiin valokuvista tai videoaineistosta).

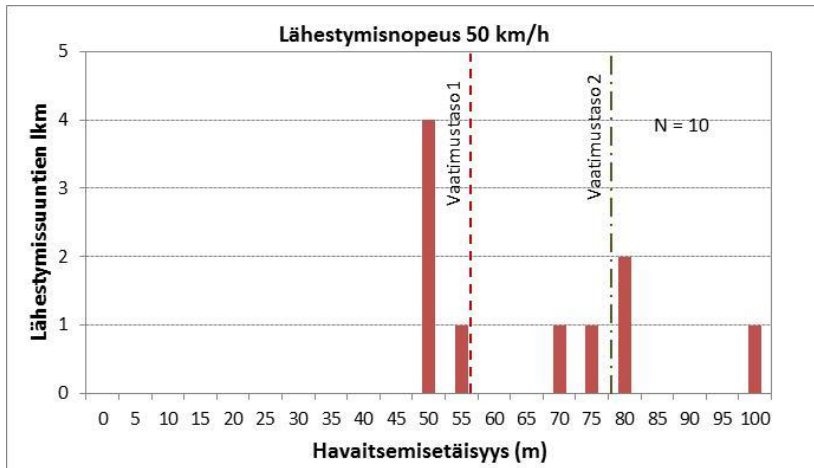
4. Tulokset



Kuva 7. Tasoristeysten havaitsemisetäisyydet ja niiden suhtautuminen vaatimuksiin videoaineiston tasoristeyksissä, joissa tieliikenteen arvioitu lähestymisnopeus oli 30 km/h.



Kuva 8. Tasoristeysten havaitsemisetäisyydet ja niiden suhtautuminen vaatimuksiin videoaineiston tasoristeyksissä, joissa tieliikenteen arvioitu lähestymisnopeus oli 40 km/h.



Kuva 9. Tasoristeysten havaitsemisetäisyydet ja niiden suhtautuminen vaatimuksiin videoaineiston tasoristeyksissä, joissa tieliikenteen arvioitu lähestymisnopeus oli 50 km/h.

4.3 Tasoristeuksen varoitusmerkit

Tasoristeuksen varoitusmerkeillä tarkoitetaan tässä liikennemerkkiä 171 rautatien tasoristeys ilman puomeja (kuva 10) sekä rautatien tasoristeuksen lähestymismerkkejä 173–175 (kuva 11). Videoaineistossa varoitusmerkki 171 oli 48 tapauksessa 254:stä. Niistä lähestymismerkki 173–175 oli 19 tapauksessa. Merkki 171 ilman merkkejä 173–175 oli siis 29 lähestymissuunnassa.



Kuva 10. Merkki 171 rautatien tasoristeys ilman puomeja Katinhännän tasoristeyksessä.

4. Tulokset



Kuva 11. Rautatien tasoristeyksen lähestymismerkki 175 Näyhälän tasoristeyksessä.

Merkkejä 171 sekä 173–175 käytettiin sitä yleisemmin mitä korkeampi liikenteen arvioitu nopeus oli (taulukko 7). Kun arvioitu nopeus oli 50 km/h, vain yhdessä tapauksessa kymmenestä ei ollut varoitusmerkkiä tasoristeyksestä. Nopeusalueella 30 km/h merkki 171 yksin tai yhdessä merkkien 173–175 kanssa oli vain 11 %:ssa tapauksista.

Taulukko 7. Tien varoitusmerkkien yleisyys liikenteen arvioitun nopeuden mukaan videoaineistossa.

Tien varoitusmerkit	Tieliikenteen arvioitu nopeus (km/h)			Yhteensä
	30	40	50	
Merkkit 171 sekä 173-175	11	4	4	19
Merkki 171	13	11	5	29
Ei em. Merkkejä	185	20	1	206
Yhteensä	209	35	10	254

Vain pieni osa merkeistä oli sellaisissa lähestymissuunnissa, joissa havaitsemisetäisyys oli pienempi kuin vaatimustasolla 1 edellytetään. Likimain kolmannes merkeistä 171 ja puolet merkeistä 173–175 oli lähestymissuunnissa, joissa havaitsemisetäisyys oli pienempi kuin vaatimustasolla 2 edellytetään (taulukko 8).

Taulukko 8. Rautatien tasoristeyksestä varoittavien merkkien 171 sekä 173–175 käyttö videoaineiston 254 tapauksessa.

Oliko havaitsemisetäisyys riittävä?	Vaatimustaso 1 (reaktioaika 1,7 s, hidastuvuus 3 m/s ²)		Vaatimustaso 2 (reaktioaika 2 s, hidastuvuus 2 m/s ²)	
	Merkki 171	Merkit 173-175	Merkki 171	Merkit 173-175
Kyllä	43	18	31	12
Ei	5	2	17	7

Voidaan ajatella, että sijoittamalla merkki 171 sopivalle etäisyydelle ennen tasoristeystä turvallisuutta voidaan edistää, koska merkki parantaa kuljettajien mahdollisuuksia valmistautua tasoristeykseen saapumiseen, vaikka se sinänsä ei paranna tasoristeyksen havaittavuutta. Ennakkovaroitusmerkeillä 173–175 saavutettava lisähyöty lienee vähäinen, jos ajonopeudet ovat alhaisia. Merkin 171 sopiva etäisyys tasoristeyksestä voisi olla 0,5–1 kertaa vaadittava tasoristeyksen havaitsemisetäisyys, jolloin kuljettaja voi nähdä merkin riittävän ajoissa ennen tasoristeystä mutta kuitenkin niin, että aika merkin havaitsemisesta tasoristeykseen saapumiseen ei muodostu niin pitkäksi, että merkin sanoma ehtii kuljettajalta unohtua.

4.4 Tasoristeyksen havaitsemista rajoittaneet tekijät

Tasoristeyksen näkyvyyttä tienkäyttäjälle rajoitti tavallisimmin tien kaarre tai kasvillisuus (pensaat, risukko, puiden rungot tai oksat) (taulukko 9).

Taulukko 9. Tasoristeyksen havaittavuutta sitä lähestyvän ajoneuvon kuljettajalle rajoittaneet tekijät videoaineiston 254 tapauksessa.

Havaitsemista rajoittava tekijä	Havaitsemisetäisyyttä koskeva vaatimus				Yhteensä
	Vaatimustaso 1		Vaatimustaso 2		
	Ei täyty (n = 56)	Täyttyy (n = 196)	Ei täyty (n = 111)	Täyttyy (n = 143)	
Tien vaakakaarre	48	147	89	106	195
Pensaat	38	93	60	71	131
Metsä, puiden rungot	30	80	53	57	110
Puiden oksat	14	59	29	44	73
Tien pystykaarre	4	6	5	5	10
Muu	0	6	5	1	6

Erikseen arvioitiin, voiko lumi talvella rajoittaa tasoristeyksen havaittavuutta enemmän kuin videoilta määritetyt kesäolosuhteissa vaikuttavat tekijät. Niissä tapauksissa, joissa tasoristeyksen havaitsemisetäisyys oli vaadittua lyhyempi, lumi

4. Tulokset

(aurausvallit) mahdollisesti huononsi tasoristeyksen havaittavuutta vain parissa tapauksessa.

Yleensä näkyvyyttä rajoitti kaksi tai kolme tekijää (taulukko 10), ja tavallisimmissa tekijöiden yhdistelmissä oli tien vaakakaarre (taulukko 11).

Taulukko 10. Näkyvyyttä rajoittaneiden tekijöiden lukumäärä videoaineistossa.

Näkyvyyttä rajoittavien tekijöiden lukumäärä	Tapaukset, joissa havaitsemisetäisyyttä koskeva vaatimus ei täyty		Koko aineisto
	Vaatimustaso 1	Vaatimustaso 2	
1	8	14	51
2	25	65	138
3	24	30	62
4	1	2	3
Yhteensä	58	111	254

Taulukko 11. Tavallisimmat tasoristeyksen havaittavuutta rajoittaneet useamman tekijän yhdistelmät lukumäärä videoaineistossa.

Tasoristeyksen havaittavuutta rajoittaneet tekijät	Tapaukset, joissa havaitsemisetäisyyttä koskeva vaatimus ei täyty		Koko aineisto (n = 254)
	Vaatimustaso 1 (n = 58)	Vaatimustaso 2 (n = 111)	
Kaarre ja pensaat	12	25	52
Kaarre ja metsä	9	24	46
Kaarre, metsä ja pensaat	14	18	42
Kaarre ja oksat	3	9	28
	38	76	168

4.5 Tasoristeysten havaittavuuden parantamistoimenpiteet

Tapauksissa, joissa havaitsemisetäisyys oli vaadittua lyhyempi, sen saavuttaminen arvioitiin kaikissa tapauksissa mahdolliseksi. Toimenpiteet koskivat puiden kaatoa, pensaiden raivausta ja oksien karsimista joko yksittäisinä toimenpiteinä tai kahden toimenpiteen yhdistelmänä (taulukko 12).

Taulukko 12. Toimenpiteet, joilla riittämättömäksi arvioitu havaitsemisetäisyyttä arvioitiin saatavan vaatimukset täyttäväksi.

Toimenpide	Tapaukset, joissa havaitsemisetäisyyttä koskeva vaatimus ei täyty	
	Vaatimustaso 1	Vaatimustaso 2
Puiden kaato	8	25
Oksien karsiminen	5	16
Pensaiden raivaus	20	34
Puiden kaato ja oksien karsiminen	6	8
Puiden kaato ja pensaiden raivaus	17	23
Oksien karsiminen ja pensaiden raivaus	2	5
Yhteensä	58	111

Toimenpiteiden yhteydessä arvioitiin myös niiden vaativuus asteikolla helppo/kohtalainen/vaikea. Helpoiksi arvioitiin noin puolet kaikista toimenpiteistä ja vaikeiksi 10–15 %. Helppoja toimenpiteitä olivat tyypillisesti pensaiden raivaus ja oksien karsinta sekä enintään muutaman ohutrunkoisen puun kaataminen. Vaikeiksi arvioitiin järeiden puiden kaadot ja pihapuihin kohdistuvat toimenpiteet. Yksi vaikeaksi arvioitu toimenpide koski puiden kaatamisen ohella maapenkan madaltamista.

Liitteessä 1 on havainnollistavia kuvia näkemistä rajoittavista tekijöistä.

5. Tulosten tarkastelu

Onnettomuustutkimuskeskus on muiden tasoristeysten turvallisuuden parantamiseen tähtäävien suositustensa ohessa ehdottanut, että varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuutta parantavat keinot sekä niiden käyttöolosuhteet ja tekniset ominaisuudet tulisi määritellä. Vaikka tasoristeysten huonon havaittavuuden vaikutuksesta onnettomuuksien syntyyn ei ole selkeää onnettomuustutkimuksiin perustuvaa näyttöä, etenkin niiden tienkäyttäjien, joille tasoristeys ei ole tuttu, tulisi voida havaita tasoristeys riittävän ajoissa oman turvallisuutensa takia.

Tutkimuksissa tarkasteltiin varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuutta niitä lähestyvien ajoneuvojen kuljettajien näkökulmasta. Aineistona olivat kaikki vuosina 2006–2010 inventoidut 524 varoituslaitteetonta pääraiteiden tasoristeystä, jotka eivät olleet viljelys- tai huoltoteillä, laituripoluilla tai kevyen liikenteen väylillä ja joista oli tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon kuljettajan näkökulmasta kuvattua videoaineistoa. Tarkastelussa tasoristeysten molempia lähestymissuuntia tarkasteltiin erikseen, joten tasoristeysten havaitsemisetäisyyttä tarkasteltiin 1 048 tapauksessa. Aineistoa oli eri puolilta Suomea 20 rataosalta.

Tasoristeysten havaitsemisetäisyyttä koskevat vaatimukset

Tasoristeysten havaitsemisetäisyyttä koskeva liikenne- ja viestintäministeriön asetus vuodelta 2011 ja Liikenneviraston ohje vuodelta 2012 koskevat vain uusia ja parannettuja tasoristeyskysymyksiä. Koska sellaisia ei aineistossa ollut lainkaan, tarkasteltujen tasoristeysten havaitsemisetäisyydelle ei ollut sitovia määräyksiä.

Liikenne- ja viestintäministeriön näkemäasetus edellyttää, että tasoristeys on voitava havaita etäisyydeltä, joka riippuu tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon oletetusta nopeudesta. Asetuksen näkemävaatimus vastaa likimain ajoneuvon pysähtymismatkan pituutta tilanteessa, jossa kuljettajan reaktioaika on 1,7 sekuntia ja jarrutuksen aikainen hidastuvuus on 3 m/s^2 (kaava 1). Näin määritellyn pysähtymismatkan on oltava lyhyempi kuin etäisyys, jolta kuljettaja voi havaita tasoristeysten.

Liikenneviraston ohjeessa viitataan em. asetukseen ja edellytetään lisäksi, että mitoitusnopeus varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä on enintään 50 km/h ja sitä vastaava pysähtymisnäkemä 55 m, erityisistä syistä 45 m. Asetuksessa tai Liikenneviraston ohjeessa ei oteta kantaa siihen, milloin on sallittua käyttää pienempää mitoitusnopeutta kuin 50 km/h.

Näkemäasetuksen taustalla olevat reaktioaika ja jarrutuksenaikaista hidastuvuutta koskevat vaatimukset eivät välttämättä täyty kaikissa tapauksissa: osalla kuljettajista reaktioaika voi olla pitempi kuin 1,7 s ja suurin mahdollinen hidastuvuus liukkailla talvikeleillä on pienempi kuin 3 m/s^2 . Liikenneturvallisuuden kannalta parempi olisi käyttää havaitsemisetäisyyden määrittämisessä pidempää reaktioaikaa ja pienempää jarrutuksenaikaista hidastuvuutta, esimerkiksi 2 s ja 2 m/s^2 . Näillä arvoilla mitoitusnopeutta 50 km/h vastaavaksi havaitsemisetäisyydeksi tulisi 55 m:n sijasta 76 m ja esimerkiksi mitoitusnopeutta 30 km/h vastaava havaitsemisetäisyys kasvaisi 26 m:stä 35 m:iin.

Havaitsemisetäisyydet ja arviot niiden riittävydestä tutkimusaineistossa

Tasoristeyksen havaitsemisetäisyydet määritettiin valokuva- ja videoaineistosta. Tieltä 50 m:n päästä tasoristeykseen päin otetun valokuvan perusteella suurimmassa osassa eli 794 tapauksesta 1048:sta voitiin arvioida etäisyys riittäväksi. Menettely vastasi siten likimain liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen ja Liikenneviraston ohjeen mitoitusnopeuden 50 km/h pysähtymisnäkemävaatimusta. Lopuissa 254 tapauksessa havaitsemisetäisyys arvioitiin videoilta, jotka kuvasivat tasoristeyksen lähestymistä auton kuljettajan näkökulmasta. Havaitsemisetäisyyden riittävyys videoaineiston 254 tasoristeyksessä selvitettiin arvioimalla ensin tiellä käytettävä ajonopeus joko 30, 40 tai 50 km/h:ksi ja laskemalla sitten havaitsemisetäisyysvaatimus kaavasta 1 kahdessa tapauksessa: vaatimustasolla 1 reaktioaikana käytettiin 1,7 s ja jarrutuksenaikaisena hidastuvuutena 3 m/s^2 ja vaatimustasolla 2 vastaavasti 2 s ja 2 m/s^2 .

Kaikkiaan 64 (6 %) tapauksessa 1024:stä havaitsemisetäisyys oli riittämätön tasoristeysmerkkien puuttumisen takia. Havaitsemisetäisyys oli lisäksi riittämätön 58 tapauksessa (6 %) vaatimustasolla 1 ja 111 tapauksessa (11 %) vaatimustasolla 2. Havaitsemisetäisyyden riittävyden arvioinnissa ei otettu huomioon tasoristeyksen varoitusmerkkejä (liikennemerkki 171 rautatien tasoristeys ilman puomeja sekä merkit 173–175 rautatien tasoristeyksen lähestymismerkit), koska niitä ei oteta huomioon näkemäasetuksessa tai Liikenneviraston ohjeissakaan.

Videoaineiston tasoristeyksissä, joissa tasoristeys siis oli havaittavissa vasta lähempää kuin 50 metrin päässä tasoristeyksestä, tien arvioitu ajonopeus oli 209 tapauksessa (82 %) 30 km/h, 35 tapauksessa (14 %) 40 km/h ja vain 10 tapauksessa (4 %) 50 km/h. Lyhyitä alle 50 m:n havaitsemisetäisyyksiä oli siis pääasiassa teillä, joilla ajetaan tien geometrian tai pinnan laadun takia hiljaa, tavallisesti selvästi alle 50 km/h.

Tasoristeyksen havaitsemista rajoittaneet tekijät ja havaitsemisetäisyyden parantamismahdollisuudet

Tapauksissa, joissa tasoristeyksen havaitsemisetäisyys arvioitiin liian lyhyeksi, näkemää rajoitti tavallisimmin tien kaarre, pensaat, puiden rungot tai puiden oksat. Yleensä rajoittavia tekijöitä oli kaksi tai kolme niin, että yhtenä tekijänä oli tien kaarre.

Kaikissa tapauksissa, joissa havaitsemisetäisyys arvioitiin liian lyhyeksi, sen pidentämistä vaatimuksia vastaavaksi pidettiin mahdollisena. Noin puolessa tapauksista tarpeelliset toimenpiteet arvioitiin helpoiksi, kuten pensaikon tai oksien raivaus, ja vain 10–15 %:ssa vaikeiksi, kuten järeiden puiden kaataminen, maapenkan maldattaminen tai pihalueelle kohdistuvat toimenpiteet.

Päätelmiä

1. Nykyiset havaitsemisetäisyyttä koskevat vaatimukset ja ohjeet koskevat vain uusia ja parannettavia tasoristeyksiä. Tarvitaan ohjeet, jotka kattavat kaikki olemassa olevat tasoristeykset.
2. Kaikkia tasoristeyksiä koskevien havaitsemisetäisyysvaatimusten mitoituksessa on otettava huomioon resurssien rajallisuus ja se, ettei tasoristeysten huono havaittavuus onnettomuustutkimusten perusteella välttämättä ole erityinen ongelma. Vaatimusten mitoituksessa on otettava huomioon, että tasoristeysten saattaminen vaatimusten edellyttämään kuntoon ei saisi viedä suhteettoman paljon resursseja muilta, tehokkaaksi tiedetyiltä tasoristeysten turvaamistoimenpiteiltä. Toisaalta kuljettajien on voitava havaita tasoristeys riittävän ajoissa voidakseen varmistua ylityksen turvallisuudesta. Lisäksi on huomattava, ettei havaittavuuden parantaminen esimerkiksi liikennemerkeillä olisi erityisen vaikeasti toteutettava tai kallis toimenpide.
3. Nykyisissä uusissa ja parannettavissa tasoristeyksiä koskevissa vaatimuksissa edellytetään, että tienkäyttäjä näkee sekä tasoristeysalueen että rautatien tasoristeysmerkin. Tasoristeysmerkit puuttuivat noin 6 %:ssa tämän tutkimuksen aineiston tasoristeyksistä.
4. Nykyiset uusia ja parannettavia tasoristeyksiä koskevat vaatimukset edellyttävät, että ajoneuvon pysähtymismatka on lyhyempi kuin tasoristeyksen havaitsemisetäisyys tilanteessa, jossa tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon kuljettajan reaktioaika on 1,7 s ja jarrutuksenaikainen hidastuvuus 3 m/s^2 . Etenkin talvikeleillä auton pysäyttäminen näin määritellyllä pysähtymismatkalla ei aina ole mahdollista. Suositeltavaa olisi pyrkiä havaitsemisetäisyyksiin, jotka vastaavat reaktioaikaa 2 s ja jarrutuksenaikaista hidastuvuutta 2 m/s^2 , ainakin talvella käytössä olevissa kohteissa, joissa tasoristeystä edeltää alamäki, ja kohteissa, joissa havaitsemisetäisyyden pidentäminen on suhteellisen helposti toteutettavissa. Vaatimusten tällainen tiukentaminen merkitsisi vaadittavien havaitsemisetäisyyksien kasvua noin kolmanneksella. Mitoitusnopeutta 50 km/h vastaava havaitsemisetäisyys kasvaisi 55 m :stä 76 m :iin ja mitoitusnopeudella 30 km/h vastaava muutos olisi 26 m :stä 34 m :iin.
5. Vaatimusten tiukentaminen edellä esitetyllä tavalla edellyttäisi havaitsemisetäisyyden pidentämistä ainakin toisessa lähestymissuunnassa noin 100 tasoristeyksessä.

6. Varoituslaitteettomia tasoristeyksiä on myös teillä, joita ei käytetä talvella. Niissä voidaan hyväksyä myös havaitsemisetäisyys, joka perustuu reaktioaikaan $1,7$ s ja jarrutuksenaikaiseen hidastuvuuteen 3 m/s^2 .
7. Tapauksissa, joissa tasoristeyksen havaitsemisetäisyys jää vaadittua pienemmäksi, koska tien oikealla puolella oleva tasoristeysmerkki (liikenne­merkki 176 tai 177) ei näy riittävän kauas (esimerkiksi tien kaartuessa oikealle), voidaan asentaa toinen tasoristeysmerkki tien vasemmalle puolelle. Silloin riittää, että edes toinen tasoristeysmerkistä näkyy.
8. Nykyisissä tasoristeysten havaittavuutta koskeissa määräyksissä ei ole otettu huomioon tasoristeyksen varoitusmerkkejä (merkki 171 rautatien tasoristeys ilman puomeja sekä rautatien tasoristeyksen lähestymismerkit 173–175). Ne kuitenkin auttavat kuljettajaa valmistautumaan tasoristeykseen saapumiseen. Niissä tapauksissa, joissa varoituslaitteettoman tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskeva vaatimus ei muuten täyty, sen voisi katsoa täyttyväksi, jos tielle asetetaan liikenne­merkki 171 rautatien tasoristeys ilman puomeja niin, että merkki on esimerkiksi $0,5$ – 1 kertaa vaaditun havaitsemisetäisyyden päässä tasoristeyksestä. Tarvittaessa merkin voi varustaa lisäkivellä, joka kertoo merkin etäisyyden tasoristeyksestä.
9. Nykyisissä ohjeissa havaitsemisetäisyys perustetaan tien mitoitusnopeuteen, joka ei kuitenkaan saa varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä olla suurempi kuin 50 km/h . Teille, joilla tätä suurempien nopeuksien käyttö ei osoita erityistä riskinottoa ja joilla ei ole enintään 50 km/h nopeusrajoitusta, nopeus olisi liikenne­merkeillä rajoitettava 50 km/h :iin.
10. Nykyisissä ohjeissa ei oteta kantaa siihen, millaisissa olosuhteissa voidaan käyttää pienempää kuin 50 km/h mitoitusnopeutta tasoristeyksen havaitsemisetäisyyttä koskevan vaatimuksen määrittämisessä. Vaatimusten tulisi perustua tiellä todellisuudessa käytettäviin nopeuksiin. Tämän tutkimuksen aineiston tapauksista, joissa tasoristeyksen havaitsemisetäisyys ei täyttänyt mitoitusnopeutta 50 km/h vastaavaa vaatimusta, valtaosa koski teitä, joilla tyypilliset nopeudet olivat selvästi alle 50 km/h . Tällaisissa tapauksissa tulisi voida käyttää pienempää, tien todellista nopeustasoa vastaavaa mitoitusnopeutta (30 tai 40 km/h). Tielle on tarvittaessa asetettava mitoitusnopeutta vastaava nopeusrajoitus (silloin jos on syytä epäillä, että merkittävä osa tasoristeystä lähestyvistä liikenteestä ylittää mitoitusnopeuden selvästi).
11. Jos tien geometriaa tai pinnan laatua muutetaan niin, että tiellä käytettävät nopeudet kasvavat, on varmistauduttava siitä, että havaitsemisetäisyydet ovat riittävät myös uusille nopeuksille.
12. Tasoristeysten havaittavuutta tienkäyttäjille rajoittivat tyypillisesti pensaat ja puiden oksat, joita raivaamalla havaitsemisetäisyyttä voitiin lähes aina ja suhteellisen helposti parantaa. Tasoristeyksissä, joissa nämä voivat huonontaa tasoristeyksen havaittavuutta, on huolehdittava niiden säännöllisestä raivaamisesta, tarvittaessa useamman kerran kasvukauden aikana.

13. Tasoristeysmerkkien kunnosta huolehtimalla tasoristeuksen havaittavuutta voidaan usein parantaa. Aiempien kokemusten perusteella tasoristeysmerkit ovat usein haalistuneita ja ne ovat menettäneet osan heijastuvuudestaan.
14. Tasoristeysten havaittavuutta voidaan joskus parantaa myös esimerkiksi portaaleilla, värikkäillä paaluilla ja ajoratamerkinnoilla. Ensisijaisesti havaittavuudesta olisi kuitenkin huolehdittava pitämällä tasoristeysmerkit kunnossa ja selvästi näkyvillä sekä tarvittaessa liikennemerkeillä (tasoristeys ilman puomeja, tasoristeuksen ennakkovaroitusmerkit). Muita, täydentäviä toimenpiteitä tulisi käyttää vain silloin, kun se on erityisen perusteltua. Muuten on vaarana, että lukuisien muiden, vain perinteiseen tapaan merkittyjen tasoristeysten huomioarvo tienkäyttäjille alenee ja niiden turvallisuus huononee enemmän kuin se paranee harvoissa tehostetusti merkityissä tasoristeyksissä.
15. Koska tasoristeysten huonon havaittavuuden vaikutusta onnettomuuksien syntyyn ei tunneta, ei ollut mahdollista arvioida luotettavasti, miten kaikkien varoituslaitteettomien tasoristeysten havaitsemisetaisyksien parantaminen edellä esitetyillä toimenpiteillä vaikuttaisi turvallisuuteen. Voidaan olettaa, että jos vaikutus olisi erityisen suuri, se olisi tullut esille Suomessa ja muualla tehdyissä onnettomuustutkimuksissa nykyistä selvemmin. Ylärajana vaikutuksille voidaan siksi pitää 5–10 %:n vähenemää onnettomuuksille. Se vastaa 1–3 tasoristeysonnettomuutta ja 0,5–1 kuollutta tai vakavasti loukkaantunutta vuodessa. Vaikutus voi olla pienempikin.

Lähdeluettelo

- Herrsted, L. 2012. Nordic Human Factors Guidelines. Reaktionstid, Bremsreaktionstid og Beslutningsreaktionstid, Litteratusstudium – Sammenfatning. Trafitec, Lyngby. <http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/12/Nordic-Human-Factors-Guidelines-Reaktionstid.pdf> (viitattu 24.6.2013).
- Häkkinen, S. & Luoma, J. 1991. Liikennepsykologia. Otatieta, Espoo.
- Kallberg, V.-P. 2009. Tasoristeyksien turvallisuutta koskevat tekniset ohjeet. Tutkimusraportti VTT-R-11053-08. VTT, Espoo.
- Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista (LMp) 14 §. (5.5.1994/384).
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2011. Asetus näkemäalueista. Annettu Helsingissä 25 päivänä tammikuuta 2011.
- Liikennevirasto. 2012a. Suomen rautatietilasto 2012. Liikenneviraston tilastoja 4-2012. Liikennevirasto, Helsinki.
- Liikennevirasto. 2012b. Tasoristeysten turvallisuuden parantamisen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 4/2012. Liikennevirasto, Helsinki.
- Liikennevirasto. 2012c. Tiensuunnittelu tasoristeyksessä. Liikenneviraston ohjeita 3/2012. Liikennevirasto, Helsinki.
- Olson, P.L. & Sivak, M. 1986. Perception-response time to unexpected roadway hazards. Human Factors 28(1), 91–96.
- Onnettomuustutkintakeskus. 2011. Teematutkinta tasoristeysonnettomuuksista. Tutkintaselostus S1/211R. Onnettomuustutkintakeskus, Helsinki.
- Ratahallintokeskus. 2004. Ratatekniset määräykset ja ohjeet, osa 9 Tasoristeykset. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_9_tasoristeykset.pdf. Ratahallintokeskus, Helsinki.
- Tiehallinto. 2003. Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä. Tiehallinto, Helsinki.

Liite 1: Kuvia tasoristeysten havaittavuudesta ja sitä rajoittavista tekijöistä erilaisilla teillä



Kaarre ja pensaita



Kaarre ja pieniä puita



Suuria puita ja lähestymismerkit



Suora tie,
pensaikkoa



Kaarre ja
suuria puita



Mäki



Kaarre ja
maapenger



Pihan pensai-
ta ja tasoris-
teysmerkki
myös tien
vasemmalla
puolella



Tasoristeys
näky, mutta
katoaa näky-
vistä kun
mennään
läemmäksi

Nimeke	Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuus Vaatimukset ja niiden toteutuminen
Tekijä(t)	Veli-Pekka Kallberg & Tapio Ahonen
Tiivistelmä	<p>Tasoristeysten turvallinen ylittäminen edellyttää, että tienkäyttäjä voi havaita tasoristeysten niin ajoissa, että hän pystyy tarvittaessa pysäyttämään ajoneuvonsa ennen sitä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, ovatko varoituslaitteettomien tasoristeysten havaitsemisetäisyydet riittäviä säädösten, ohjeiden ja turvallisuuden näkökulmasta. Lisäksi selvitettiin, mitkä tekijät rajoittavat tasoristeysten havaittavuutta tienkäyttäjille, ja arvioitiin havaittavuuden parantamismahdollisuuksia.</p> <p>Aineistona olivat kaikki vuosina 2006–2010 inventoidut 524 varoituslaitteetonta pääraiteiden tasoristeystä, jotka eivät olleet viljelys- tai huoltoteillä, laituripoluilla tai kevyen liikenteen väylillä ja joista oli tasoristeystä lähestyvän ajoneuvon kuljettajan näkökulmasta kuvattua videoaineistoa. Kun molempia lähestymissuuntia tarkasteltiin erikseen, havaitsemisetäisyyttä tarkasteltiin 1 048 tapauksessa.</p> <p>Olemassa olevat säädökset ja ohjeet koskevat vain uusia ja parannettavia tasoristeystyksiä. Tässä tutkimuksessa sellaisia ei ollut lainkaan.</p> <p>Asetuksen ja Liikenneviraston ohjeen mukaan tasoristeysten havaitsemisetäisyyden on oltava pitempi kuin tiekulkuneuvon pysähtymismatka tilanteessa, jossa kuljettajan reaktioaika on 1,7 s ja hidastuvuus jarrutuksessa 3 m/s^2. Turvallisuuden kannalta olisi suositeltavaa, että etäisyyden laskenta perustuisi reaktioaikaan 2 s ja hidastuvuuteen 2 m/s^2 ainakin silloin, kun tasoristeystä edeltää alamäki tai havaitsemisetäisyys on helposti pidennettävissä. Varoituslaitteettomissa tasoristeyksissä mitoitusnopeuden on Liikenneviraston ohjeen mukaan oltava enintään 50 km/h. Sitä vastaava havaitsemisetäisyyden vaatimus on 55 m ja mitoitusnopeudella 30 km/h vastaavasti 26 m. Jos määritys perustettaisiin reaktioaikaan 2 s ja hidastuvuuteen 2 m/s^2, etäisyydet olisivat noin kolmanneksen pidempiä.</p> <p>Varoituslaitteettoman tasoristeysten havaitsemisetäisyys arvioitiin riittämättömäksi 11–17 %:ssa tapauksista. Syynä oli tavallisesti tien kaarre, kasvillisuus (puiden rungot ja oksat, pensaat) tai tasoristeysmerkkien puuttuminen. Usein samanaikaisesti vaikutti kaksi tai kolme tekijää. Riittämättömäksi arvioitu havaitsemisetäisyys olisi tavallisesti suhteellisen helpoin toimenpitein parannettavissa riittävälle tasolle. Suurimmassa osaa tasoristeyksistä, joissa havaitsemisetäisyys oli pienempi kuin mitoitusnopeutta 50 km/h vastaava vaatimus, tieliikenteen nopeus arvioitiin selvästi pienemmäksi kuin 50 km/h.</p> <p>Tutkimuksessa esitetään lukuisia ehdotuksia, jotka koskevat varoituslaitteettomien tasoristeysten havaitsemisetäisyyttä koskevien vaatimusten kehittämistä.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8048-4 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN 2242-122X (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)
Julkaisu-aika	Syyskuu 2013
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	35 s. + liitt. 3 s.
Projektin nimi	
Toimeksiantajat	
Avainsanat	Passive level crossing, safety, detection distance
Julkaisija	VTT PL 1000, 02044 VTT, Puh. 020 722 111

Title	Detection distance of unprotected road-railway level crossings
Author(s)	Veli-Pekka Kallberg & Tapio Ahonen
Abstract	<p>Safe traversing of a railway level crossing requires that road users can observe it early enough to stop their vehicle in time if needed. This study focuses on the estimation of whether actual detection distances at passive level crossings are adequate from the viewpoint of existing regulations and safety. In addition, factors limiting the detection distance to below that required are analysed, and possibilities for corrective action are assessed.</p> <p>The data consisted of 524 passive Finnish level crossings on main railway lines that were not on agriculture or service roads or footpaths, and for which video recordings describing the approach to the crossing from the viewpoint of car drivers were available from earlier studies conducted between 2006 and 2010. Because detection distances were analysed from both approach directions, the data includes 1 048 cases.</p> <p>Existing regulations on detection distance concern only new and improved level crossings. There were no such level crossings in the current data.</p> <p>The current regulations state that the minimal detection distance should be roughly the sum of the distance the vehicle travels during the reaction time of 1.7 seconds, and the distance needed to stop the vehicle when braking at constant deceleration of 3 m/s^2. From a safety point of view the reaction time used in the calculation should rather be 2 seconds and the deceleration during braking 2 m/s^2, at least in cases where approach to the crossing is downhill or it is fairly easy to extend detection distance. The dimensioning speed of the road vehicle should not exceed 50 km/h. At that speed the minimal detection distance according to current regulations would be 55 m, and for a speed of 30 km/h the detection distance would be 26 m. Using a reaction time of 2 s and deceleration of 2 m/s^2 would result in an increase of detection distance requirements by approximately one third.</p> <p>In most cases where the observed detection distance was below 50 m, the speed of road vehicles was estimated to be considerably below 50 km/h. When the estimated speed of road traffic was taken into account, it was estimated that the observed detection distance of passive level crossings was not long enough for safety in 11–17% of cases. The factors limiting detection distance usually concerned the curve of the road, vegetation (tree trunks and branches, bushes) and the lack of level crossing signs. Typically, two or three limiting factors were present at the same time. Furthermore, it was estimated that less-than-adequate detection distances could fairly easily be extended in order to be safe from the drivers' viewpoint.</p> <p>A number of recommendations are made for developing the requirements concerning detection distances of all existing railway-road level crossings.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8048-4 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN 2242-122X (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)
Date	September 2012
Language	English, Finnish abstract
Pages	35 p. + app. 3 p.
Name of the project	
Commissioned by	
Keywords	Passive level crossing, safety, detection distance
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111

Varoituslaitteettomien tasoristeysten havaittavuus

Vaatimukset ja niiden toteutuminen

ISBN 978-951-38-8048-4 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkajulkaisu)

