

TIETYÖMAIDEN LIIKENNETUR- VALLISUUS

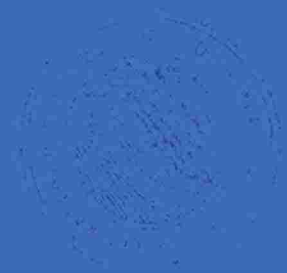
TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
LIIKENNETOIMISTO

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
LIIKENNELABORATORIO

TVH 741965

HELSINKI 1981

08 TIE-



81 747

TIETYÖMAIDEN LIIKENNETURVALLISUUS

Tie- ja vesirakennushallitus

Liikennetoimisto

Teknillinen korkeakoulu

Liikennelaboratorio

Helsinki 1981

ISBN-951-46-4668-1

ALKUSANAT

Tietyömaat vaikuttavat usein mm. liikenteen sujuvuuteen ja tienkohdan onnettomuuslukuihin. Käytettävissä ei yleensä ole korvaavia yhteyksiä, joille liikenne voitaisiin siirtää, vaan joudutaan tilapäisjärjestelyihin yhteyksien ylläpitämiseksi.

Liikenneturvallisuuden ja liikenteen sujuvuudenkin kannalta on tärkeää, että tietyömaista aiheutuvat häiriöt ja järjestelyt hoidetaan siten, että niistä on mahdollisimman vähän haittaa liikenteelle ja niin, että myös työturvallisuus on taattu.

Tässä raportissa on tarkasteltu sekä tietyömaiden liikenneturvallisuutta että niillä tehtyjä liikennejärjestelyjä. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää liikenneonnettomuuksien tapahtumista, seurauksia ja niiden yhteyksiä liikennejärjestelyihin. Tutkimuksen on tehnyt TVH:n liikennetoimiston toimeksiannosta dipl.ins. Aleksander Borodavkin Helsingin Teknillisestä korkeakoulusta. TVH:n puolelta työtä on valvonut dipl.ins. Matti Roine ja teknillisen korkeakoulun puolesta professori Sulevi Lyly ja tekn.lis. Matti Pursula.

Yli-insinööri Kirill Härkänen

ALKUSANAT		sivu
SISÄLLYSLUETTELO		I
TIIVISTELMÄ		III
SVENSKT SAMMANDRAG		VI
ENGLISH SUMMARY		IX
0.	JOHDANTO	1
1.	TIETYÖMAIDEN LIIKENTEENOHJAUKSEN PERIAATTEITA	2
	1.1 Etukäteisinformaation antaminen	2
	1.2 Tienvarsi-informaatiolle asetettavat vaatimukset	2
	1.3 Liikenteenohjauslaitteiden käytössä huomioon otettavia seikkoja	3
	1.4 Liikenteen ohjaus tietyöalueen eri osissa	4
	1.5 Tutkimustuloksia liikenteenohjauslaitteiden tehokkuudesta	6
2.	TIETYÖMAIDEN LIIKENNEONNETTOMUUKSIEN KEHITYS	8
	2.1 Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien määrä	8
	2.2 Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien vakavuus	9
	2.3 Onnettomuuslukujen suhde rakennus- ja kunnossapitotoimintaan	10
3.	TIETYÖMAIDEN LIIKENNEONNETTOMUUKSIEN ONNETTOMUUSOLOSUHTEET JA ERITYISPIIRTEET V. 1975...78	13
	3.1 Aikavaihtelu ja valoisuusolosuhteet	13
	3.2 Onnettomuuksien tapahtumapaikka ja luonne	13

	sivu
4. TIETYÖMAILLA V. 1978 TAPAHTUNEET LIIKENNE- ONNETTOMUUDET	15
4.1 Tarkastelutavasta	15
4.2 Onnettomuudet työn laadultaan eri- laisilla tietyömailla	15
4.3 Tietyömaiden onnettomuustiheys- ja -astearvio	17
4.4 Onnettomuudet erilaisissa liiken- teenjärjestelyolosuhteissa	18
4.5 Onnettomuudet eri nopeusrajoitus- alueilla	20
4.6 Onnettomuudet kestoltaan ja pituu- deltaan erilaisilla työmailla	22
4.7 Työmaa-ajoneuvojen ja -koneiden osallisuus	23
5. TIETYÖMAIDEN LIIKENNEONNETTOMUUDET TVL:n ERI PIIREISSÄ	26
5.1 Onnettomuuksien piireittäinen jakau- tuminen v. 1975...78	26
5.2 Onnettomuudet erilaatuisilla työ- mailla eri piireissä v. 1978	27
5.3 Tietyömaiden liikenneonnettomuudet suhteessa tietyötoimintaan eri pii- reissä v. 1978	28
6. PÄÄTELMÄT	31
KIRJALLISUUS- JA LÄHDELUETTELO	32

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa käsitellään tietyömaiden liikenneonnettomuuksien määrän kehitystä ja niiden ominaispiirteitä sekä tietyömaiden liikenteen ohjauksen perusteita TVH:n hoidossa olevilla yleisillä teillä. Onnettomuuksien yleistarkastelut perustuvat vuosina 1975...78 yleisillä teillä tapahtuneisiin 843:een poliisin ilmoittamaan liikenneonnettomuuteen. Vuoden 1978 liikenneonnettomuudet on käsitelty tarkemmin poliisin tekemän tieliikenneonnettomuusilmoituksen tienpitäjän lomakkeen perusteella, jolloin onnettomuustiedot on pyritty yhdistämään työmaita koskeviin tietoihin.

Tietyömailla tapahtuneiden liikenneonnettomuuksien osuus kaikista yleisten teiden onnettomuuksista on vuosittain vaihdellut 1,7...3,8 % välillä. Onnettomuuksien määrä on laskenut vuodesta 1972 alkaen, jolloin tapahtui 431 onnettomuutta, aina vuoteen 1977, jolloin tapahtui 164 onnettomuutta. Vuonna 1978 onnettomuusmäärä oli 212, mutta kasvu johtuneesta tilastoinnista eikä ehkä niinkään onnettomuuksien lisääntymisestä. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien määrä on pienentynyt myös suhteessa vuosittaisiin määrärahoihin ja valmistuneiden tietyökohteiden pituuteen. Onnettomuuksissa kuoli vuosina 1975...78 yhteensä 31 henkilöä ja loukkaantui 492 henkilöä. Tietyömaiden liikenneonnettomuudet eivät keskimääräiseltä vakavuudeltaan - henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien osuudella mitattuna - eronneet tilastollisesti vuosina 1975...78 kaikista yleisten teiden onnettomuuksista.

Tietyömaiden liikenneonnettomuuksista tapahtui huomattava osa (36 %) kesäkuukausina, jolloin sekä tietyömaiden määrä että teiden liikennemäärät ovat suurimmillaan. Tietyötoiminnan kausivaihtelusta ei tosin ollut saatavissa tarkkoja tietoja. Erityisen paljon henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia tapahtui kesäkuussa. Tietyömailla tapahtui klo 7-16 välisenä aikana suurempi osuus onnettomuuksista kuin kaikilla yleisillä teillä. Myös tuntijakautumien huiput sijoittuivat eri aikaan.

Tietyömaiden liikenneonnettomuuksista tapahtui päivänvalossa suurempi osuus kuin kaikista yleisten teiden onnettomuuksista, mikä johtunee tietöiden painottumisesta kesäaikaan.

Vuoden 1978 tietyömaiden liikenneonnettomuuksista tapahtui tienrakennustyömailla 28 kpl (13 %), tienparannustyömailla 116 kpl (55 %), uudelleenpäällystystyömailla 23 kpl (11 %), kunnossapitotyömailla 34 kpl (16 %) ja muilla työmailla 11 kpl (5 %).

Tietyömaiden kesto- ja ajosuoritetietojen puuttuessa ei voitu tarkasti vertailla tietyömaiden ja kaikkien yleisten teiden liikenneonnettomuusastetta ja -tiheyttä. Ulkomaiset tutkimukset osoittavat, että tietyömailla tapahtuu lähes aina onnettomuuksia enemmän kuin samoilla teillä ennen ja jälkeen tietyön. Tämän selvityksen perusteella voidaan arvioida, että myös Suomessa etenkin päällystystyömailla tapahtuu onnettomuuksia enemmän kuin vastaavilla teillä normaalisti.

Tietyömaan olemassaolo ja työn käynnissä olo (mikäli se häiritsee liikennettä) näyttää vaikuttavan onnettomuuksien luonteeseen. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksissa on erittäin merkittävästi enemmän ajoja esteeseen ajoradalla, peruutusonnettomuuksia sekä onnettomuusluokaltaan ja -tyypiltään ns. muita onnettomuuksia kuin kaikkien yleisten teiden onnettomuuksien vastaavissa jakautumissa.

Työn laadultaan ja liikennejärjestelyltään erilaisten tietyömaiden liikenneturvallisuusongelmat ovat painottuneet eri tavalla. Kiertotiejärjestelyn yhteydessä tapahtuneista onnettomuuksista suuri osa on pimeän ajan yksittäisonnettomuuksia. Kaistojen sulkemisen yhteydessä taas tapahtuu enemmän peräänajoja, ajoja esteeseen ajoradalla, peruutusonnettomuuksia ja ns. muita onnettomuuksia kuin muiden liikenteen järjestelyjen yhteydessä. Näistä suurin osa tapahtuu päivällä työaikana.

Nykyistä huolellisempi liikenteen järjestelyn ja ohjauksen toteutus liikenneturvallisuuden parantamiseksi tarvitaan nähtävästi myös lyhytaikaisilla lyhyillä työmailla.

Tietyömaan ajoneuvo oli osallisena n. 15 %:ssa vuoden 1978 tietyömaiden liikenneonnettomuuksista. Kuorma-auto oli tietyömaiden onnettomuuksissa osallisena useammin kuin kaikissa yleisten teiden onnettomuuksissa.

Vertailtaessa eri tie- ja vesirakennuspiirejä voidaan todeta, että vuosina 1975...78 tapahtui Turun ja Vaasan piireissä määrällisesti eniten tietyömaiden liikenneonnettomuuksia.

TRAFIKSÄKERHETEN PÅ VÄGARBETSPLATSER

SAMMANDRAG

I denna rapport behandlas utvecklingen av antalet trafikolyckor på vägarbetsplatser och deras särdrag samt grunderna för trafikdirigeringen vid vägarbetsplatser på allmänna vägar som underhålls av väg- och vattenbyggnadsstyrelsen. Den allmänna översikten av olyckorna baserar sig på de av polisen anmälda 843 olyckorna som inträffade på allmänna vägar åren 1975-78. Trafikolyckorna år 1978 har granskats mera ingående på basen av polisens rapporter om vägtrafikolyckor, varvid man strävat till att förena olycksuppgifterna med uppgifterna om vägarbetsplatserna.

Andelen trafikolyckor på vägarbetsplatser av samtliga olyckor på allmänna vägar har varierat årligen mellan 1,7 och 3,8 %. Olyckornas antal har minskat från och med år 1972 då 431 olyckor inträffade, ända till år 1977 då 164 olyckor inträffade. År 1978 var antalet olyckor 212, men tillväxten torde kanske inte i så hög grad bero på en ökning i antalet olyckor utan främst på de effektiverade statistikföringen. Antalet olyckor på vägarbetsplatser har också minskat i förhållande till de årliga anslagen och längden på de färdigställda vägarbetsobjekten. I olyckorna omkom åren 1975-78 sammanlagt 31 personer och skadades 492 personer. Till sin genomsnittliga svårighetsgrad avvek trafikolyckorna på vägarbetsplatserna inte statistiskt åren 1975-78 från samtliga olyckor på allmänna vägar - mätt i andelen olyckor med personskador.

En betydande andel (36 %) av trafikolyckorna på vägarbetsplatserna inträffade under sommarmånaderna, varvid både antalet vägarbetsplatser och trafikmängderna på vägarna är som störst. Noggranna uppgifter om de månatliga variationerna i vägarbetsverksamheten stod visserligen inte tillbuds. Speciellt många olyckor med personskador inträffade i juni. På vägarbetsplatserna inträffade mellan kl. 7-16 en större andel av olyckorna än på samtliga allmänna vägar. Även maximipunkterna i timför-

delningarna fördelades på olika tidpunkter.

Av trafikolyckorna på vägarbetsplatserna inträffade en större andel i dagsljus än av samtliga olyckor på allmänna vägar, vilket torde ha sin förklaring i att tyngdpunkten i vägarbetena ligger på sommaren.

Av trafikolyckorna på vägarbetsplatserna år 1978 inträffade 28 st (13 %) på vägbyggnadsplatser, 116 st (55 %) på vägförbättringsplatser, 23 st (11 %) på ombeläggningsplatser, 34 st (16 %) på underhållsplatser och 11 st (5 %) på övriga arbetsplatser.

I avsaknad av uppgifter om vägarbetsplatsernas varaktighet ävensom fordonskilometrarna, kunde man inte exakt jämföra trafikolycksgraden och -tätheten på vägarbetsplatser och samtliga allmänna vägar. Ur utländska undersökningar framgår, att det nästan alltid inträffar flere olyckor på vägarbetsplatser än på samma vägar före och efter vägarbetet. Man kan på basen av denna utredning uppskatta, att det även i Finland i synnerhet på vägbeläggningsplatser inträffar flere olyckor än på motsvarande vägar under normala förhållanden.

Förekomsten av vägarbetsplatser och pågående arbeten (ifall de medför störningar för trafiken) tycks inverka på olyckstypen. Fördelningen av trafikolyckorna på vägarbetsplatser uppvisar betydligt fler olyckor till följd av törnande mot hinder på körbanan samt backningsolyckor och olyckor av sk. annan klass och typ, än motsvarande fördelningar av olyckor på samtliga allmänna vägar.

Trafiksäkerhetsproblemen vid vägarbetsplatserna varierar alltefter arbetets art och trafikregleringarna. Största delen av olyckorna i samband med omvägsregleringar utgörs av singleolyckor i mörker. I samband med avspärrande av körfält inträffar däremot fler upphinnandeolyckor, törnanden mot hinder på körbanan, backningsolyckor och s.k. övriga olyckor än i samband med andra trafikregleringar. Största delen av dessa inträffar på dagen under arbetstid.

Även på kortvariga och till omfattningen korta arbetsplatser förefaller det att behövas omsorgsfullare reglering och dirigering av trafiken för förbättring av trafiksäkerheten än vad som nu är fallet.

Vägarbetsplatsfordonen var delaktiga i ca 15 % av trafikolyckorna på vägarbetsplatserna år 1978. Lastbilen var oftare delaktig i olyckorna på vägarbetsplatserna än i samtliga olyckor på allmänna vägar.

Vid jämförelse mellan de olika väg- och vattenbyggnadsdistrikten kan det konstateras, att det under åren 1975-78 inträffade mest trafikolyckor på vägarbetsplatserna i Åbo och Vasa distrikt.

THE TRAFFIC SAFETY ON ROAD WORKING SITES

SUMMARY

This report treats the development of the number of traffic accidents on road working sites and their special features, as well as the basis of traffic control on the road working sites on public roads kept up by the Roads and Waterways Administration. The general survey of the accidents has been based on the 843 police-reported accidents on public roads in 1975-78. The traffic accidents in 1978 have been studied more thoroughly on the basis of the traffic accident reports by the police, and the aim has been to combine the accident data with the data concerning road working sites.

The share of traffic accidents on road working sites of all accidents on public roads has been varying between 1,7 and 3,8 % each year. The number of accidents has dropped as from 1972 when 431 accidents occurred up to 1977 when 164 accidents occurred. By 1978 there were 212 accidents, but the increase is very likely due to the fact that the compiling of statistics has increased in efficiency, and not because of a growth in the accident rate. The number of accidents on road working sites has also dropped in relation to the yearly appropriations and the length of the completed road works. Altogether 31 persons were killed and 492 injured in accidents in 1975-78. As for the average degree of seriousness, the traffic accidents on road working sites did not deviate statistically in 1975-78 from all traffic accidents on public roads - calculated as per the share of accidents with personal injuries.

A considerable share i.e. 36 % of the traffic accidents on road working sites occurred during the summer months, when both the number of road working sites and the traffic volumes on roads are at their highest. Accurate data on the monthly variations in the road working activities were however not available. There were particularly many accidents with personal injuries in June. A larger share of the accidents on road working sites occurred between 7 a.m. and 4 p.m. than on all public roads.

Nor did the peaks in the distribution of hours coincide.

A larger share of the traffic accidents on road working sites occurred in daylight than of all accidents on public roads, which could be explained by the fact that the greater part of road works are performed during the summer months.

Of all traffic accidents on road working sites in 1978, 28 (13 %) occurred on road construction sites, 116 (55 %) on road improvement sites, 23 (11 %) on repavement sites, 34 (16 %) on maintenance sites and 11 (5 %) on other working sites.

Lacking information on the duration of road works as well as vehicle mileages, it was not possible to compare precisely the accident rate and density of road working sites and all public roads. Foreign studies show that there are nearly always more accidents on road working sites than on the same roads before and after the road work. It can be estimated on the basis of this study that there occur also in Finland particularly on road pavement sites more accidents than on corresponding roads under normal circumstances.

The presence of road working sites and work in progress, in case it interferes with traffic, seems to affect the type of accident. The distribution of traffic accidents on road working sites show that there are much more accidents due to vehicles crashing into obstacles on the carriageway, accidents involving reversing vehicles and accidents of other classes and types than what is indicated by corresponding distributions of accidents on all public roads.

The traffic safety problems on road working sites vary according to the type of work as well as traffic arrangements. Most of the accidents in conjunction with detour arrangements are single accidents in the dark. In conjunction with the blocking of traffic lanes on the other hand, there are more rear-end collisions, crashings into obstacles on the carriageway, accidents involving reversing vehicles and other accidents than in conjunction with other traffic arrangements. Most of these occur

by day during working hours.

It is apparent that more attention needs to be paid to the arrangements and control of traffic on short-term road working sites as well, in order to improve the traffic safety.

Vehicles from road working sites were involved in approx. 15 % of the road accidents on road working sites in 1978. The lorry was more often involved in accidents on road working sites than in all accidents on public roads.

A comparison between the different road and waterway districts indicates that in 1975-78 there were most traffic accidents on the road working sites in the districts of Turku and Vaasa.

0. JOHDANTO

Tietöiden yhteydessä joudutaan usein normaaleista olosuhteista poikkeaviin liikennejärjestelyihin. Siksi tietyömaan liikennenympäristö asettaa tienkäyttäjälle erikoisvaatimuksia ja mikäli tilanne ei vastaa tienkäyttäjän odotuksia, voi seurauksena olla vaaratilanne tai jopa onnettomuus.

Tietyömaiden liikenneturvallisuutta voidaan parantaa lähinnä kehittämällä työnaikaisia liikennejärjestelyjä. Kehitystyö vaatii lähtötiedoikseen tutkimustuloksia tietyömaiden liikenneonnettomuuksien tapahtumisolosuhteista ja syistä, erilaisten liikennejärjestelyiden tehokkuudesta, niiden vaikutuksista tienkäyttäjiin jne. Tässä lyhennelmässä¹⁾ kuvatulla selvityksellä onkin pyritty tuottamaan tietoa tietyömaiden liikenneturvallisuuden parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden suunnitteluun.

1) Lyhennelmän perustana on ollut diplomityö:
Aleksander Borodavkin "Tutkimus tietyömaiden liikenneonnettomuuksista", TKK, 1980

1. TIETYÖMAIDEN LIIKENTEENOHJAUKSEN PERIAATTEITA

1.1 Etukäteisinformaation antaminen

Tietöistä tulisi tiedottaa tienkäyttäjille etukäteen. Etukäteisinformaatio tulee kysymykseen erityisesti suurehkojen töiden tai merkittävien teiden osalta. Riippuen tien liikenteellisestä merkityksestä ja tienkäyttäjien matkojen tarkoituksesta ovat tiedottamisen kohderyhmät erilaiset.

Yhdysvalloissa on v. 1976 tutkittu eri tiedotusvälineiden käyttöä ja niiden vaikutuksen tehokkuutta. Tiedotusvälineistä käytetyimpiä olivat päivälehdet, radio ja TV, tehokkaimpia taas olivat ilmoitustaulut, ovelta ovelle tiedottaminen ja henkilökohtaiset kirjeet /9/.

1.2 Tienvarsi-informaatiolle asetettavat vaatimukset

Tienkäyttäjän informointi tiellä tulee ihmisen rajoitetun tiedon vastaanotto-, käsittely- ja muistikyvyn vuoksi järjestää seuraavasti /9/:

- Tiedonannon tulisi käsittää vain tienkäyttäjän päätöksentekoon kyseisessä tilanteessa tarvitseman tiedon.
- Tietoa, joka vaatii erityyppistä päätöksentekoa ei tulisi välittää tienkäyttäjälle kerralla, vaan se on annettava sopivin aikaväleihin /14/.
- Aikaväli tiedonannon ja siinä esitetyn vaatimuksen ajankohdaiseksi tulemisen välillä ei saisi olla liian pitkä.
- Tiedonantoa, joka vaatii tienkäyttäjältä välitöntä toimintaa, ei tulisi antaa liian aikaisin. Ts. tiedon tulee vastata todellista tilannetta ja olla luotettavaa /4, 15, 30, 35/.
- Tiedon on oltava helposti havaittavaa ja tulkittavaa erilaisissa ympäristöolosuhteissa (vrt. kaupunkiympäristö-pitkä moottoritie) /14, 15, 35/.

Informaation tarkoituksena on /9/:

- Herättää aikaisessa vaiheessa tienkäyttäjän tarkkaavaisuus

edessä olevan tietyön johdosta, niin että hän voi paremmin vastaanottaa tulevia tiedonantoja /35/.

- Antaa tienkäyttäjälle tietoja ja aikaa päättää reitinvalinnasta sekä tietoja liikenteen ohjauksesta tietyön ohi ja tietoja työmaiden erikoisolosuhteista, jotka vaativat erikoista tarkkaavaisuutta ja varovaisuutta /15/.
- Vähentää tienkäyttäjän epävarmuutta siitä, mitä vaatimuksia hänelle tullaan asettamaan /14, 15/.

Informaatio tulisi antaa pääasiassa visuaalisin keinoin. Radio sopii tiedottamiseen vaikeista tilanteista, kuten ruuhkista yms. /30, 35/.

1.3 Liikenteenohjauslaitteiden käytössä huomioon otettavia seikkoja

Liikenteen ohjauslaitteille asetettujen vaatimusten toteutumiseen käytännössä voidaan vaikuttaa /30/:

- Suunnittelulla - koko, kontrasti, väri, muoto ja valaiseminen tai heijastava pinta vaikuttavat sanoman selkeyteen, toiminta-ajan riittävyteen ja ohjausjärjestelmän kunnioittamiseen.
- Sijoittamalla laitteet ajajan näkökentässä tavalla, joka antaa hänelle aikaa reagoida tarkoituksenmukaisesti.
- Asentamalla käytettävät ohjauslaitteet sellaisissa liikenneolosuhteissa, joita tienkäyttäjät aikaisemmin ovat kohdanneet samanlaisen merkinnän jälkeen.
- Korkeatasoisella laitteiden hoidolla ja kunnossapidolla, jotta järjestelmä herättäisi kunnioitusta ja huomiota.

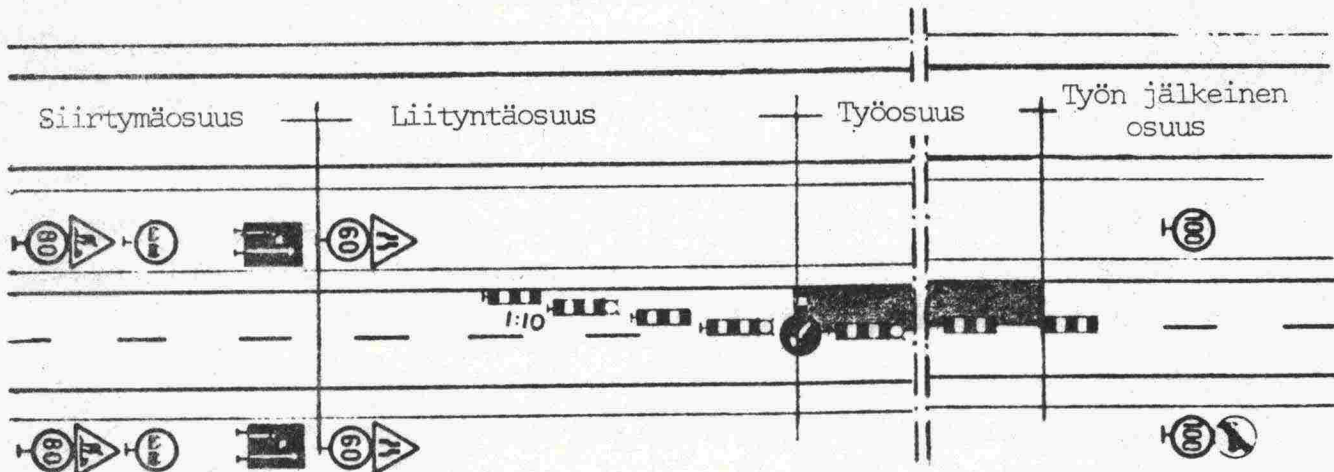
Ohjauslaitteiden käytössä tulisi lisäksi ottaa huomioon, että:

- Kaikki tarpeettomat vanhat ohjauslaitteet, jotka olivat tiellä ennen töitä, tulisi poistaa tai peittää /4, 26, 30, 35/.
- Väliaikaisten ohjauslaitteiden tulisi kestää liikenteen vaikutusta - tuulta, tärinää, imua jne - mutta niiden on oltava myös tarpeeksi kevyitä onnettomuustilanteiden ja kunnossapidon kannalta /15, 30/.

- Kun työ saatetaan loppuun tai keskeytetään ja tie avataan kokonaisuudessaan liikenteelle, tulisi kaikki tarpeettomiksi käyneet ohjauslaitteet poistaa /4, 26, 30/.
- Asennuksen ja siirron olisi tapahduttava nopeasti ja huolellisesti ja työn olisi oltava hyvin valvottua. Työmaalla tulisi olla ohjauslaitteita varastossa vaurion tai muutoksen varalta /30/.
- Yhdenmukaisuus helpottaa merkinnän tunnistamista ja ymmärtämistä.

1.4 Liikenteen ohjaus tietyöalueen eri osissa

Tietyöalueen eri osat asettavat erilaisia vaatimuksia tienkäyttäjille ja siten myös liikenteen ohjaukselle. Liikenteen ohjauksen kannalta voidaan tietyöalue jakaa siirtymäosuuteen, liityntäosuuteen, työosuuteen ja työn jälkeiseen osuuteen (kuva 1)



Kuva 1. Tietyöalueen jakautuminen osiin.

Siirtymäosuuden alkuun tulee sijoittaa varoitusmerkit tietyöstä. Mikäli liikennettä ohjataan muille teille, tulisi tästä antaa varoitus ja reittitietoa. Osuuden loppupuolelle voidaan asentaa lukuisia liikenteenohjausmerkkejä riippuen tien laadusta, nopeusrajoituksen käytöstä ja tienkäyttäjiltä vaadittavista toimenpiteistä. Tärkeintä on tilanteeseen sopivan nopeusrajoituksen löytäminen ja riittävän tiedon antaminen liikenteen ohjauksesta työkohteen ohi. Merkkien asentamisessa on otettava huomioon käytettävät nopeudet. Tietoa tulisi antaa mm. /9/:

- mahdollisesti kapenevasta ajoradasta
- suljetuista ajoradoista tai kaistoista
- työn vaatimasta sivusiirtymästä
- mahdollisesta liikenteen erottelusta

Liityntäosuus on se alue, missä tienkäyttäjät joutuvat jarruttamaan, vaihtamaan kaistaa ja kiertämään työkohdetta. Mitoituksen ja ohjauslaitteiden tulisi tällöin vastata käytettäviä nopeuksia. Tämä koskee erityisesti linjausta kaistojen sulkemis- ja keskikaistan ylityskohdissa sekä lyhyitä kiertoteitä.

Periaatteina voidaan mainita mm:

- Kaistan sulkemiskohta tai työkohteen kiertotien alku ei saisi sijaita näköesteen (kuten kaartein) takana /3/.
- Kaistan päättyminen ja ajoradan sivusiirtymä eivät saisi seurata toisiaan välittömästi /4/.
- Jyrkkiä kaarteita ja suurta sivukaltevuutta tulisi välttää ja kaarrekohdat olisi rakennettava loiviksi ja tasaisiksi /3/.
- Väliaikaisten merkintöjen tulisi olla helposti erottuvia, mm. ajoratamaalaukset voitaisiin suorittaa jollakin erityisesti tähän tarkoitukseen varattavalla värillä /30/.
- Mikäli käytössä on ns. "ruuhkakaista", jolle ohjataan eri ajankohtina eri suuntien liikenne, tulee tämän merkinnässä olla erittäin huolellinen /26/.

Kaistojen kavennuskohtien ja sivusiirtymäosuuksien vinouden tulee TVH:n ohjeiden mukaan olla 1:10. Eräissä muissa maissa näiden kohtien linjaus mitoitetaan käytettävien nopeuksien mukaan. Mikäli linjausta ei saada käytettäviä nopeuksia vastaavaksi ja nopeuksia rajoitetaan, olisi hyvä seurata nopeusrajoituksen noudattamista.

Työosuudella on kiinnitettävä erityistä huomiota työntekijöiden suojaamiseen. Tähän käytetään tavallisesti sulkuaitoja, -puomeja, -pylväitä ja -kartioita. Esteitä ei kuitenkaan saisi olla enempää kuin on välttämätöntä ja ne tulisi sijoittaa kohtiin missä niitä todella tarvitaan /4/.

Työnjälkeisellä osuudella olisi geometrisessä suunnittelussa oltava yhtä tarkka kuin liityntäosuudella. Normaalit liikenneolosuhteet palautuvat vasta jonkin matkan päässä työkohteesta, ja siksi työn päättymisen olisi tultava selvästi ilmi. Tämä koskee myös mahdollisen pitkän kiertotien päättymisosuutta.

Yöllä olisi käytettävä valaistuja tai heijastavia liikennemerkejä, ajoradan kavennukset ja sulkulaitteet olisi varustettava lyhdyin ja mikäli mahdollista tulisi tie valaista.

Tärkeintä on, että tienkäyttäjää saa yölläkin liikenteenohjauksesta riittävästi tietoa kyllin ajoissa ja että tien linjaus työkohteen ohi on selkeä ja näkyvä.

1.5 Tutkimustuloksia liikenteenohjauslaitteiden tehokkuudesta

Kuluneen vuosikymmenen aikana on ulkomailla suoritettu lukuisia tutkimuksia eri ohjauslaitteiden tehokkuudesta. Lähinnä on tutkittu miten ne vähentävät nopeuksia, konfliktitilanteita ja edistävät liikenteen sujuvuutta.

Oranssin väristen merkkien on todettu soveltuvan käytettäväksi parhaiten (USA -74). Eri kokoiset merkit vaikuttavat liikenteen nopeuksien pienemiseen eri lailla, niiden sijaintikorkeudella ei sen sijaan ole selvää vaikutusta (USA -76). Erityisen "valaistun nuolen" (optinen näyttö) käyttö sivusiirtymän alussa pienentää ajoneuvojen nopeuksia, lyhentää jonoja ja vähentää konfliktien määrää (USA -76). Nämä vähennykset ovat kuitenkin pieniä /35/.

Optisen ohjauksen avulla kapeneva ajorata vähentää nopeuksia päiväsaikaan, mutta ei yöaikaan (L-Saksa -72). Liikenteen nopeuden ollessa suuri voidaan ajoradalle maalata poikittaisia raitoja tai asentaa tärinäraitoja, joiden on todettu vaikuttavan nopeuksien pienemiseen (mm. Ruotsi -76), pienemmillä nopeuksilla voidaan tehdä myös kuoppia /35/.

Ajoradalle asetettujen työmaakäyttöön suunniteltujen kumimattojen tai "melupeltien" on todettu alentavan nopeudet jopa 10 ...15 kilometriin tunnissa, mutta ne ovat hankalia käytössä ja aiheuttavat liikenteen ruuhkautumista (Ruotsi -78...-79) /16/.

Annettaessa tehokas varoitus (suurikokoinen liikennemerkki) kaistan päättymisestä tapahtuu kaistanvaihto huomattavasti aikaisemmin kuin ilman varoitusta. Sulkuaitojen sijoittaminen kaivannetun ajoradan molemmin puolin vähentää ajoneuvojen nopeuksia tuntuvasti. Uuden suuremman sulkukartion on todettu vähentävän ajoneuvojen nopeuksia verrattuna vanhoihin sulkupylväisiin ja -kartioihin. Suurempien sulkukartioiden sijoittaminen niin, että joka toinen tai joka kolmas on hieman muita ulompana tehostaa vielä tätä vaikutusta (Ruotsi -78...-79) /16/.

Pimeässä on liikenteen ohjauksessa parempi käyttää kiinteää kuin vilkkuvaa valoa, sillä havaintojen teko on tällöin helpompaa (USA -72) /35/. Suomessa taas käytetään keltaista vilkkua, jolloin itse valo ehkä on helpoimmin havaittavissa.

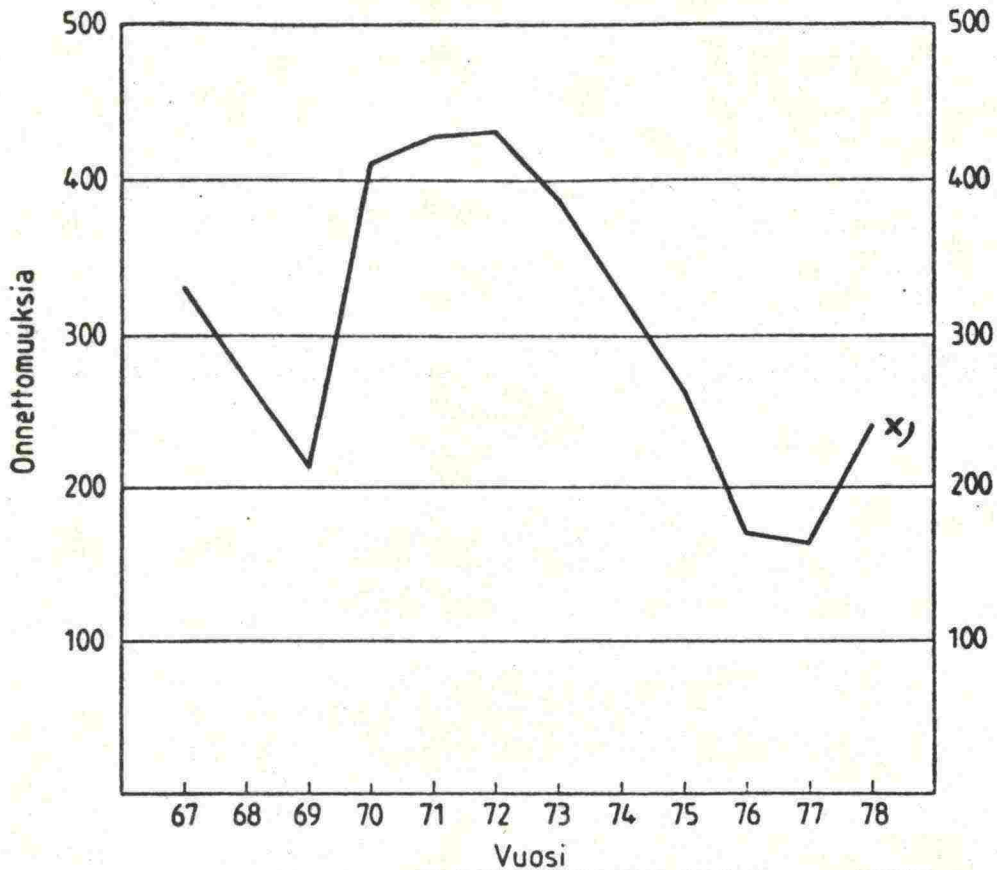
2. TIETYÖMAIDEN LIIKENNEONNETTOMUUKSIEN KEHITYS

2.1 Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien määrä

Tietyömaa-alueilla on vuosien 1967...78 välisenä aikana maasamme tapahtunut yhteensä 3647 TVH:n tilastoimaa poliisin ilmoittamaa liikenneonnettomuutta. Huippuvuoden 1972 jälkeen on ollut havaittavissa selvä tietyömaaonnettomuuksien määrän lasku aina vuoteen 1978, jolloin määrä jälleen kasvoi (taulukko 1, kuva 2). Onnettomuusmäärän kasvu v. 1978 saattaa kuitenkin johtua vain tilastoinnissa tapahtuneista muutoksista. Onnettomuusmäärän suhteellinen osuus kaikista yleisillä teillä tapahtuneista liikenneonnettomuuksista noudattaa samaa kehityssuuntaa. Vaihtelut johtunevat ensisijassa tietöiden määrän ja luonteen erilaisuudesta vuosittain, mutta onnettomuusmäärään näyttävät vaikuttavan myös monet muut tekijät.

Taulukko 1. Liikenneonnettomuudet tietyömailla ja niiden osuus yleisten teiden onnettomuuksista v. 1967...78.

Vuosi	Tietyömaiden onnettomuudet	Osuus yleisten teiden onnettomuuksista (%)
1967	332	2,5
1968	275	2,2
1969	217	1,8
1970	410	3,3
1971	427	3,4
1972	431	3,8
1973	388	3,3
1974	324	3,2
1975	265	2,4
1976	171	1,8
1977	164	1,7
1978	243	2,0



Kuva 2. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien kehitys v. 1967... 78. (x)-muutoksia tilastoinnissa)

Verrattaessa Suomea muihin maihin voidaan todeta, että esimerkiksi Ruotsissa tapahtuu absoluuttisesti vähemmän tietyömaanonnettomuuksia kuin meillä.

2.2 Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien vakavuus

Vuosien 1975...78 välisenä aikana tietyömaiden liikenneonnettomuuksissa kuoli 31 henkilöä ja loukkaantui 492 henkilöä. Tänä aikana tapahtuneista onnettomuuksista johti kuolemaan 28 kpl (3,3 %), loukkaantumiseen 303 kpl (36 %) ja aineellisiin vahinkoihin 512 kpl (60,7 %) (taulukko 2).

Taulukko 2. Tietyömaiden liikenneonnettomuudet vakavuuden mukaan ja onnettomuuksien uhrien määrä vuosina 1975 ...78.

Vuosi	Onnettomuudet				Uhrit	
	Kuolemaanjohtaneet	Loukkaantumiseenjohtaneet	Aineellisiin vahinkoihinjohtaneet	Kaikki onnettomuudet	Kuolleet	Loukkaantuneet
1975	8	96	161	265	9	167
1976	6	72	93	171	8	117
1977	6	60	98	164	6	87
1978	8	75	160	243	8	121
Yhteensä	28	303	512	843	31	492
%	3,3	36,0	60,7	100,0		

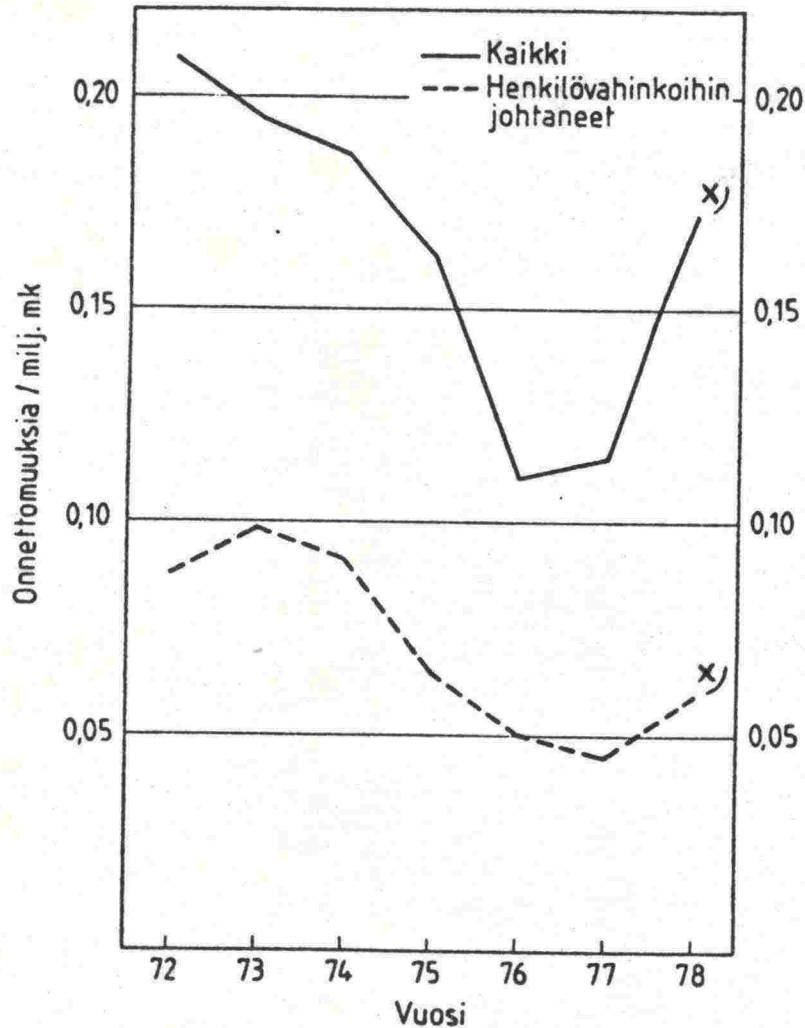
Työmaanonnettomuuksissa kuoli keskimäärin 0,037 henkilöä onnettomuutta kohti ja loukkaantui 0,584 henkilöä onnettomuutta kohti, ajoneuvoja vaurioitui keskimäärin 1,5 kpl. Kaikissa yleisten teiden onnettomuuksissa kuoli onnettomuutta kohti 0,049 henkilöä, loukkaantui 0,619 henkilöä ja ajoneuvoja vaurioitui keskimäärin 1,41 kpl.

Henkilövahinko-onnettomuuksien osuus tietyömaiden liikenneonnettomuuksista on v. 1967...78 välisenä aikana vaihdellut 34,2 %:sta v. 1978 50,2 %:iin v. 1973.

2.3 Onnettomuuslukujen suhde rakennus- ja kunnossapitotoimintaan

TVH:n yleisten teiden rakennus- ja kunnossapitomäärärahojen reaaliarvo on vähentynyt jatkuvasti vuosien 1972...78 aikana. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien määrän pienenemisellä ei kuitenkaan näytä välttämättä olevan yhteyttä määrärahojen pienenemiseen. Kun TVH:n vuosien 1972...78 yleisten teiden rakennus- ja kunnossapitomäärärahat korjataan (tienrakennuskustannusindeksillä) v. 1978 tasolle ja vuosittaiset tietyömaiden onnettomuusmäärät suhteutetaan niihin, on saatu suhdeluku eri

vuosina hyvin erilainen (kuva 3). Tarkastelussa ei ole voitu ottaa huomioon kunnossapitomäärärahojen osuuden kasvun vaikutusta.



Kuva 3. Tietyömaa-onnettomuudet vuosina 1972...78 yleisten teiden kustannusindeksillä korjattuihin rakennus- ja kunnossapitomäärärahoihin suhteutettuina. (x)-muutoksia tilastoinnissa)

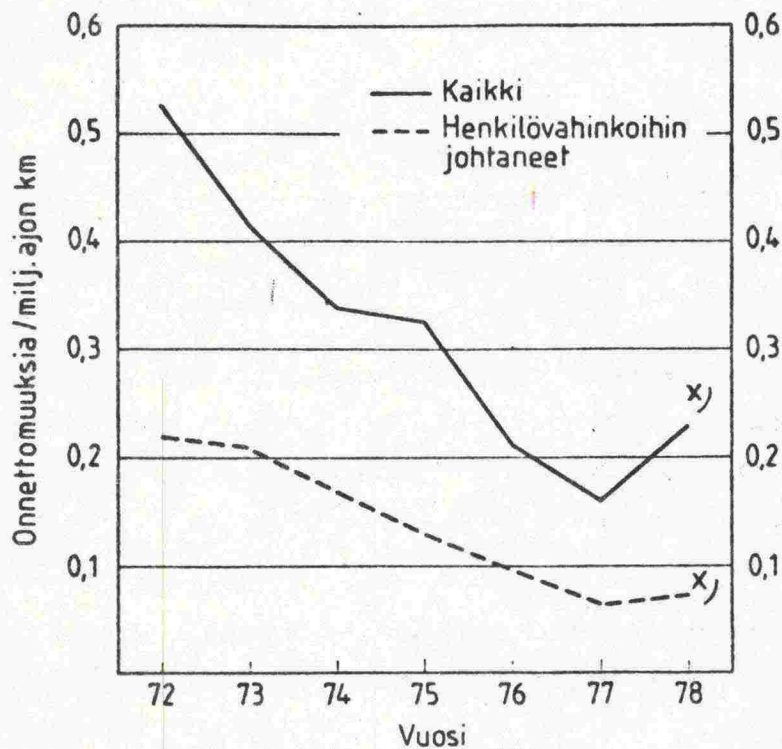
Rakennus- ja kunnossapitotoiminnan mittana voidaan käyttää myös vuosittain valmistuneiden rakennus- ja päällystyskohteiden pituuksia.

Suhteutettaessa onnettomuuksien määrä valmistuneiden työkohteiden pituuksiin eri vuosina havaitaan suhteen vaihtelevan samansuuntaisesti kuin onnettomuuksien ja määrärahojen suhteen.

Kaikkien työmaaonnettomuuksien osalta suhde on suurin v. 1972 - 0,103 - ja v. 1977 pienin - 0,038. Henkilövahinkojen kohdalla valmistunutta työkohdekilometriä kohti onnettomuuksia tapahtui eniten v. 1973 - 0,045 ja vähiten v. 1977 - 0,015.

Tarkasteluun voidaan karkealla tasolla ottaa mukaan liikenteellinen tekijä suhteuttamalla onnettomuuksien määrä jokaisen tarkasteluvuoden keskimääräisen vuotuisen liikennemäärän (koko suorite/koko tieverkko) ja valmistuneiden tietyökohteiden pituuden tuloon. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksia tapahtui vuosina 1972...78 0,16:sta 0,52:een onnettomuutta edellä esitetyllä tavalla laskettua ajoneuvokilometriä kohti. Tässäkin tarkastelussa huippuvuosi oli 1972 (kuva 4).

Vaikka ylläolevat tarkastelut eivät kerro todellisen onnettomuustiheyden ja -asteen kehitystä tietyömailla, voidaan pitää myönteisenä sitä seikkaa, että esitetyt vuosittaiset suhteelliset onnettomuusluvut ovat jatkuvasti pienentyneet.



Kuva 4. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien määrä maan keskimääräisen liik.määrän perusteella laskettua ajon.km kohti. (X) - muutoksia tilastoinnissa)

3. TIETYÖMAIDEN LIIKENNEONNETTOMUUKSIEN ONNETTOMUUSOLO-
SUHTEET JA ERITYISPIIRTEET V. 1975...78

3.1 Aikavaihtelu ja valoisuusolosuhteet

Tietyömaiden liikenneonnettomuuksia tapahtui kesä-elokuun aikana suhteellisesti enemmän kuin kaikkien yleisten teiden onnettomuuksia, mikä johtunee tietyötoiminnan ja liikenteen vilkastumisesta. Henkilövahinkoihin johtaneista onnettomuuksista tapahtui kesä-elokuussa n. 43 %. Kesäkuussa tapahtuneita henkilövahinko-onnettomuuksia oli erityisen paljon, 16,6 %, sillä kaikkien yleisten teiden henkilövahinko-onnettomuuksista vain 10,2 % tapahtui kesäkuussa.

Perjantaina, keskiviikkona ja lauantaina tapahtui tietyömailla enemmän liikenneonnettomuuksia kuin muina päivinä. Lauantaina ja sunnuntaina tapahtui tietyömailla suhteellisesti hieman vähemmän onnettomuuksia kuin kaikilla yleisillä teillä.

Tietyömaiden ja kaikkien yleisten teiden liikenneonnettomuuksien tuntijakautumien huiput sijoittuvat eri aikaan. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksia tapahtui eniten klo 14-15 välisenä aikana.

Työaikana (ark. 7-16) tapahtui tietyömailla 52...63 % arkipäivien kokonaisuonnettomuusmäärästä. Viikonloppuna (pe 16 - ma 7) tapahtui kuitenkin n. 35 % ja työajan ulkopuolella yhteensä n. 52 % kaikista tietyömaiden onnettomuuksista.

Tietyömaiden onnettomuuksia tapahtuu päivänvalossa suhteellisesti enemmän ja muunlaisissa valoisuusolosuhteissa suhteellisesti vähemmän kuin kaikkien yleisten teiden onnettomuuksia. Tämän syitä lienevät töiden käynnissäolo valoisaan aikaan, tietöiden painottuminen kesäaikaan ja työkohteiden normaalia parempi valaistus pimeällä.

3.2 Onnettomuuksien tapahtumapaikka ja luonne

Tietyömaiden liikenneonnettomuuksista tapahtui moottori- ja moottoriliikenneteillä 1,3 %, valtateillä 20,6 %, kantateillä 21 %, muilla maanteillä 43,3 % ja paikallisteillä 13,8 %.

Liittymissä tapahtui 36,6 %, tasoristeyksissä 0,3 % ja silloilla 2,7 % onnettomuuksista. Linjaonnettomuudet muodostivat 59,5 % onnettomuusmäärästä.

Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien suurimpia onnettomuusluokkia olivat ns. muut onnettomuudet (28,5 %) ja yksittäisonnettomuudet (26,8 %). Pienimpiä luokkia olivat ohitusonnettomuudet (1,1 %) ja eläinonnettomuudet (2,4 %). Tietyömailla tapahtui suhteellisesti enemmän ns. muita onnettomuuksia ja suhteellisesti vähemmän kääntymis-, ohitus-, risteämis- ja eläinonnettomuuksia kuin kaikilla yleisillä teillä. Kaikista tietyömaiden liikenneonnettomuuksista oli ajoja esteeseen ajoradalla 5,9 %, peruutusonnettomuuksia 4,6 % ja ns. muita onnettomuuksia (koodi 99) peräti 24,4 %. Henkilövahinkoihin johtaneissa tietyömaiden onnettomuuksissa vastaavat osuudet ovat 3,3 %, 1,2 % ja 39 %. Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuustyyppikoodittainen vertailu osoittaa, että työmailla tapahtuu suhteellisesti enemmän tämäntyyppisiä onnettomuuksia kuin kaikilla yleisillä teillä.

Alkoholionnettomuuksien osuus tietyömaiden liikenneonnettomuuksista ei eroa olennaisesti näiden onnettomuuksien osuudesta kaikkien yleisten teiden onnettomuuksista.

Tietyömailla on kuorma-auto ollut osallisena onnettomuuksissa useammin ja eläin harvemmin kuin kaikkien yleisten teiden onnettomuuksissa.

4. TIETYÖMAILLA V. 1978 TAPAHTUNEET LIIKENNEONNETTOMUUDET

4.1 Tarkastelutavasta

Tietyömaiden onnettomuuksia vuodelta 1978 tarkasteltiin erikseen tieliikenneonnettomuuden ilmoituslomakkeelta saatujen työmaatietojen, työn laadun ja tilastoitujen onnettomuusolosuhteiden samanaikaista analysointia varten.

Vuoden 1978 243:sta tilastoidusta liikenneonnettomuudesta tapahtui tarkistusten mukaan tietyöalueilla todellisuudessa vain 212.

Monien työmaaolosuhteita kuvaavien tekijöiden arvioiminen on ollut vaikeata. Tuloksia tulkittaessa on myös otettava huomioon, että kyseessä on pieni aineisto yhden vuoden ajalta, mikä suuresti vaikeuttaa varmojen johtopäätösten tekoa.

Tässä tarkastelussa ei ole selvitetty tietyömaiden tarkkaa onnettomuustiheyttä eikä -astetta.

4.2 Onnettomuudet työn laadultaan erilaisilla tietyömailla

Tietyömaat, joilla tapahtui liikenneonnettomuuksia, jaettiin viiteen pääluokkaan - tienrakennus-, tienparannus-, uudelleenpäällystys-, kunnossapito- ja muihin työmaihin. Suurin osa onnettomuuksista, 54,7 %, tapahtui tienparannustyömailla. Muiden työmaiden osuudet vaihtelivat 5,2...16 %:n välillä (taulukko 3).

Taulukko 3. Onnettomuuksien määrä erilaatuisilla työmailla v. 1978 koko maassa.

Työmaan laatu	Onnettomuudet		
	kpl	Pääloukat kpl	%
Tienrakennustyömaa, erittelemätön	16	-	
Tien rakentaminen 2-ajorataiseksi	12	28	13,2
Tienparannustyömaa, erittelemätön	83		
Liittymän parantaminen	5		
Sillan, alikäytävän tai eritasoliittymän rakentaminen tai parantaminen	16		
Tiehen liittyvien alueiden tai varusteiden rakentaminen tai parantaminen	2		
Kevyen liikenteen väylän rakentaminen tai parantaminen	10	116	54,7
Uudelleenpäällystystyömaa, erittelemätön	23	23	10,9
Kunnossapitotyömaa, erittelemätön	3		
Tien pinnan tai rakenteen korjaus	13		
Rumputyö	5		
Sillan korjaus	6		
Tiehen liittyvien alueiden tai tien varusteiden korjaus	6		
Liikkuva kunnossapitokone	1	34	16
Muu työmaa, erittelemätön	9		
PLL:n tai kunnan työmaa	2	11	5,2
Yhteensä	212	212	100,0

Seurauksiltaan vakavimpia olivat tienrakennus- ja kunnossapitotyömaiden onnettomuudet. Kunnossapitotyömaan liikenneonnettomuus johti muiden työmaiden onnettomuuksia useammin henkilövahinkoon, mutta tienparannustyömaiden onnettomuuksissa uhrien määrä onnettomuutta kohti oli suuri (taulukko 4).

Taulukko 4. Onnettomuuksien vakavuus työmaan laadun mukaan.

Tietyömaan laatu	Onnettomuudet				Uhrin			
	Kuolemaan johtaneet	Loukkaant. johtaneet	Henk. vah.- onnett. osuus	Kaikki onnettomuudet	Kuolleet	Kuolleita onnett. kohti	Loukkaantuneet	Loukkaant. onnett. kohti
Rakennustyömaa	1	9	0,36	28	1	0,04	20	0,71
Parannustyömaa	3	30	0,28	116	3	0,03	49	0,42
Päällystystyömaa	1	7	0,35	23	1	0,04	8	0,35
Kunnossapitotyömaa	1	12	0,38	34	1	0,03	18	0,53
Muu työmaa		2	0,18	11			2	0,18
Yhteensä	6	60	0,31	212	6	0,03	97	0,46

Työaikana (ark. 7-16) tapahtui suhteellisesti eniten onnettomuuksia uudelleenpäällystys- ja kunnossapitotyömailla, viikonloppuisin taas tienrakennus- ja tienparannustyömailla. Tämä selittyy sillä, että viimeksimainittujen työmaiden liikennejärjestelyt ovat myös viikonloppuisin voimassa useammin kuin ensiksi mainittujen.

Pimeän ajan onnettomuuksia oli suhteellisesti eniten (27... 28 %) tienrakennus- ja tienparannustyömaiden onnettomuuksissa. Kaikki uudelleenpäällystystyömaiden onnettomuudet tapahtuivat päivänvalossa.

Erityyppisistä onnettomuuksista yksittäisonnettomuus on tyyppillisin tienparannus- ja kunnossapitotyömailla, joilla tapahtui yhteensä yli 80 % näistä onnettomuuksista. Samaan suuntaan ajavien ajoneuvojen yhteenajoja taas tapahtui suhteellisesti eniten tienrakennus-, uudelleenpäällystys- ja kunnossapitotyömailla. Merkittävin onnettomuustyyppi oli kaikilla työmailla muu onnettomuus (koodi 99). Ajot esteeseen ajoradalla sattuivat yhtä onnettomuutta lukuunottamatta tienparannus- ja kunnossapitotyömailla. Kunnossapitotyömailla näitä onnettomuuksia oli suhteellisesti eniten.

4.3 Tietyömaiden onnettomuustiheys- ja -astearvio

Tietyömaiden liikenneturvallisuuden vertailemiseksi tilanteeseen kaikilla yleisillä teillä on seuraavassa pyritty arvioi-

maan tietyömaiden onnettomuustiheyttä ja -astetta v. 1978. Arviolaskelma on tehty tilastojulkaisuista saatujen tietojen ja eräiden v. 1978 tietyömaiden keskimääräisten kestojen ja pituuksien perusteella. Tarkastelussa ovat mukana vain tienrakennus-, tienparannus- ja päällystystyömaiden onnettomuudet (taulukko 5).

Taulukko 5. Tietyömaiden onnettomuustiheys- ja astearvio.

Työmaan laatu	Koko vuotinen pituus km	Onnettomuuksia	Suorite 10 ⁸ ajon km		Onnettomuustiheys ann / km	Onnettomuusaste ann / 10 ⁸ ajon km	
			Yl. teiden keskim. liik. m	Onnettomuuden keskim. liik. m		Suoritearvio a)	Suoritearvio b)
Tienrakennus- ja parannustyömaat	421,7	144	1,041	4,494	0,34	138,3	32,0
Päällystystyömaat	29,4	23	0,185	0,376	0,78	124,3	61,2
Yhteensä	451,1	167	1,226	4,870	0,37	136,2	34,3
Yleiset tiet v. 1978	Maottori- ja moottoriliikennetiet				1,46	36,7	
	Valtatiet				0,60	58,0	
	Kantatiet				0,35	61,5	
	Muut maantiet				0,15	73,1	
	Paikalliset				0,07	85,6	
	Yhteensä				0,16	67,6	

Onnettomuustiheys näyttää tietyömailla olevan suurempi kuin yleisillä teillä keskimäärin. Koska ainakin osa tienrakennus- ja tienparannustyömaista on suljettu liikenteeltä, on tietyömaiden onnettomuusastekin todellisuudessa todennäköisesti suurempi kuin kaikilla yleisillä teillä keskimäärin. Päällystystyömäärät näyttävät olevan muita työmaita vaarallisempia. Niiden onnettomuustiheys ja -aste näyttäisivät myös olevan suurempia kuin niitä liikennemäärältään lähinnä vastaavien valta- ja kantateiden.

4.4 Onnettomuudet erilaisissa liikenteenjärjestelyolosuhteissa

Liikenteen järjestely oli jaettu luokkiin kiertotie, yksi tai useampi kaista suljettu liikenteeltä, tietä kavennettu, tiellä työmaaliittymä, päättynyt tietyö ja ei tietoa.

Yleisin liikennejärjestely oli kaistan sulkeminen, joka oli liikennejärjestelynä 20,8 %:ssa onnettomuuksista ja pääasialli-

1) Suoritearvio a) on tehty kaikkien yleisten teiden keskimääräisen KVL:n (päällystystyömaiden osalta kestopäällystettyjen yl.teiden KVL:n) perusteella. Suoritearvio b) on tehty onnettomuustyömaiden keskimääräisen KVL:n perusteella.

sin uudelleenpäällystys- ja kunnossapitotyömaiden liikennejärjestely. Kiertotie-järjestely esiintyi vain tienrakennus- ja tienparannustyömailla, samoin kuin valtaosa työmaaliittymä-järjestelyistä (taulukko 6).

Taulukko 6. Onnettomuudet liikenteen järjestelyn ja työmaan laadun mukaan.

Työmaan laatu	Liikenteen järjestely						Yhteensä
	Kiertotie	Yksi t. us. kaista sulj.	Kavennettu tie	Työmaaliittymä	Päättynyt tietyö	Ei tietoa	
Tienrakennustyömaa	2	4		3	1	18	28
Tienparannustyömaa	12	14		10	3	77	116
Uudelleenpäällystystyömaa		12		1	1	9	23
Kunnossapitotyömaa		12	2		1	19	34
Muu työmaa		2	3			6	11
Yhteensä	14	44	5	14	6	129	212
%-osuus	6,6	20,8	2,4	6,6	2,8	60,8	100

Henkilövahinko-onnettomuuksien osuus on suurin liikennejärjestelyluokissa päättynyt tietyö ja kavennettu tie, mutta molemmissa luokissa on erittäin vähän onnettomuuksia. Muissa liikennejärjestelyluokissa henkilövahinko-onnettomuuksien osuus kaikista vaihtelee 0,20:stä 0,29:ään (taulukko 7).

Taulukko 7. Onnettomuuksien vakavuusaste ja uhrin liikennejärjestelyn mukaan.

Liikennejärjestely	Onnettomuudet				Uhrin			
	Kuolemaan johtaneet	Loukkaant. johtaneet	Henk. vah. - onnett. osuus	Kaikki onnett.	Kuolleet	Kuolleita/onnett.	Loukkaantuneet	Loukkaant./onnett.
Kiertotie	1	2	0,21	14	1	0,07	7	0,50
1 tai us. kaista sulj.	-	9	0,20	44	-	-	11	0,25
Kavennettu tie	1	1	0,40	5	1	0,2	4	0,80
Työmaaliittymä	-	4	0,29	14	-	-	4	0,29
Päättynyt tietyö	2	3	0,83	6	2	0,33	7	1,17
Yhteensä	4	19	0,28	83	4	0,05	33	0,40

Suurin osa kaistojen sulkemisen ja työmaaliittymä-järjestelyn yhteydessä tapahtuneista onnettomuuksista sattui työaikana. Kiertotiejärjestelyn onnettomuuksista taas suurin osa tapahtui työajan ulkopuolella ja puolet viikonloppuna.

Kun kaistojen sulkemisjärjestelyn onnettomuuksista vain 11 % ja työmaaliittymäjärjestelyn onnettomuuksista 14 % tapahtui pimeällä, tapahtui kiertotiejärjestelyn onnettomuuksista pimeällä peräti 71 %.

Kiertotiejärjestelyn onnettomuuksista 71 % on yksittäisonnettomuuksia. Yhden tai useamman kaistan ollessa suljettuna olivat suurimmat onnettomuusluokat yksittäisonnettomuus, 27 %, peräänajo-onnettomuus, 16 %, ja muu onnettomuus, 30 %.

Kiertotiejärjestelyn yksittäisonnettomuudet ovat tieltäsuistumisia ja ns. muita onnettomuuksia (koodi 99), lisäksi on yksi kumoonajo ja yksi ajo esteeseen ajoradalla.

Yhden tai useamman kaistan ollessa suljettuna olivat suurimmat onnettomuustyyppiryhmät peräänajo liikenne-esteen takia pysähtyneeseen ajoneuvoon, ajo esteeseen ajoradalla, peruutusonnettomuus ja ns. muu onnettomuus (koodi 99).

Eri liikenteenjärjestelytyyppien liikenneturvallisuusongelmat ovat siis erilaiset. Näyttää siltä, että kiertotiejärjestelyä olisi kehitettävä silmälläpitäen pimeän ajan yksittäisonnettomuuksien vähentämistä - esimerkiksi linjausta ja siitä tienkäyttäjälle annettavaa informaatiota parantamalla. Kaistojen sulkemisjärjestelyn yhteydessä taas tulisi eri tavoin parantaa liikenteen ohjausta.

4.5 Onnettomuudet eri nopeusrajoitusalueilla

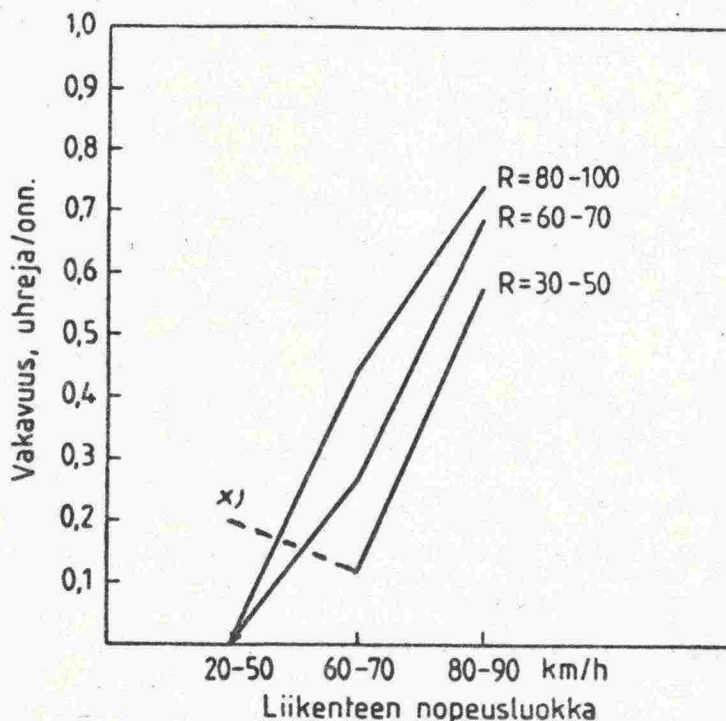
Seuraavassa on vertailtu onnettomuuksien vakavuutta eri nopeusrajoitusolosuhteissa. Kun nopeusrajoitus luokitellaan kolmeen pääryhmään, saadaan seuraavanlainen tulos:

Nopeusrajoitusluokka

Onnettomuuksien vakavuus

	uhreja/onn.	onnettomuuksia
30 - 50 km/h	0,42	100
60 - 70 km/h	0,55	38
80 - 100 km/h	0,59	74

Tämän perusteella voidaan väittää alhaisemman nopeusrajoituksen vähentävän onnettomuuksien vakavuutta. Erilaisten lähtöolosuhteiden esille saamiseksi on mahdollista ottaa vertailuun mukaan liikenteen nopeus. Käytettävissä oleva tekijä kuvaa kuitenkin ehkä enemmän tie- ja liikenneolosuhteita kuin liikenteen todellista keskinopeutta, sillä nopeutta kuvaava malli¹⁾ on laadittu vapaiden nopeuksien aikaan. Luokittelemalla aineisto nopeusrajoituksen ja liikenteen nopeuden osalta kolmeen ryhmään saadaan kuitenkin tulos, joka osoittaa, että mitä alhaisempi rajoitus on, sitä enemmän se vähentää onnettomuuksien vakavuutta (kuva 5).



Kuva 5. Onnettomuuksien vakavuus erilaisten nopeusrajoitusten voimassaollessa ennen tietyötä vallinneen liikenteen nopeuden mukaan (R = nopeusrajoitus). x) = 1 henk.vah.onnettomuus

1) Käytetyn tekijän arvot on saatu TVH:n tierekisteristä.

4.6 Onnettomuudet kestoltaan ja pituudeltaan erilaisilla työmailla

Onnettomuudet jaettiin työn keston mukaan kestoltaan lyhytaikaisilla työmailla (n. < 1 kk) tapahtuneisiin, joita oli 23 % (44 kpl) onnettomuuksista, ja kestoltaan pitkäaikaisilla työmailla tapahtuneisiin, joita oli 43 % (92 kpl) onnettomuuksista. Tuntemattomaksi työn kesto jäi 33 %:ssa onnettomuuksista. Työmaan pituudeltaan onnettomuudet jaettiin myös kahteen luokkaan - lyhyillä työmailla (n. < 500 m) tapahtuneisiin, joita oli 25 % (52 kpl) onnettomuuksista, ja pitkillä työmailla tapahtuneisiin, joita oli 36 % (76 kpl) onnettomuuksista. Työmaan pituus jäi tuntemattomaksi 39 %:ssa onnettomuuksista. Työn kesto ja työmaan pituus arvioitiin onnettomuusilmoituksesta.

Pitkäaikaisten työmaiden onnettomuuksista tapahtui pimeällä 26 % (24 kpl), kun lyhytaikaisten työmaiden onnettomuuksista sattui samoissa olosuhteissa vain 12 % (6 kpl). Tämä voi johtua osittain siitä, että lyhytaikaisten työmaiden liikennejärjestelyt ovat useammin voimassa vain työaikana. Työaikana nimittäin tapahtui hieman suurempi osa lyhytaikaisten kuin kestoltaan pitkien työmaiden onnettomuuksista. Lyhyiden työmaiden onnettomuuksia taas tapahtui työajan ulkopuolella suhteellisesti enemmän kuin pitkien työmaiden onnettomuuksista, mikä johtunee kiertotiejärjestelyn onnettomuuksien sisällyttämisestä lyhyisiin työmaihin.

Lyhyiden ja lyhytaikaisten työmaiden onnettomuuksissa oli runsaasti peräänajoja liikenne-esteen takia pysähtyneeseen ajoneuvoon, ajoja esteeseen ajoradalla ja ns. muita onnettomuuksia (koodi 99). Pitkien ja pitkäaikaisten työmaiden tyypillisimpiä onnettomuuksia taas olivat kohtaaminen kaarteessa, risteämis-onnettomuus, suistuminen tieltä ja ns. muu onnettomuus (koodi 99).

Lyhytaikaisten työmaiden onnettomuuksissa henkilövahinko-onnettomuuksien osuus oli 33 % ja pitkäaikaisten työmaiden onnettomuuksissa 28 %. Lyhyiden työmaiden onnettomuuksissa oli henkilövahinko-onnettomuuksien osuus, 40 %, suurempi kuin pitkien työmaiden onnettomuuksissa, joissa se oli 26 %.

Ero korostuu entisestään, mikäli tarkastellaan henkilövahinko-onnettomuuksien osuutta sekä työn kestoltaan että työmaan pituudeltaan samanaikaisesti tunnetuissa onnettomuuksissa (taulukko 8). Onnettomuuksien määrä taskastelussa on kuitenkin niin pieni, ettei tästä tule tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Taulukko 8. Onnettomuuksien vakavuus (henkilövahinko-onnettomuuksien osuus) työn keston ja työmaan pituuden mukaan.

Työmaan pituus	Työn kesto				Yhteensä onnettomuuksia
	Lyhyt		Pitkä		
	Onnettom.	Henk.vah. onn. osuus	Onnettom.	Henk.vah. onn. osuus	
Lyhyt	27	0,44	16	0,31	43
Pitkä	6	0,0	70	0,29	76
Yhteensä onn.	33	-	86	-	119 ¹⁾

4.7 Työmaa-ajoneuvojen ja -koneiden osallisuus

Työmaa-ajoneuvo oli osallinen tien liikennöitävällä osalla 15 %:ssa onnettomuuksista. Työmaa-ajoneuvojen osallisuus arvioitiin tapauskohtaisesti onnettomuusilmoituksen perusteella. Osallisuuden arvioiminen osoittautui mahdottomaksi 30 %:ssa onnettomuuksista.

Työmaa-ajoneuvojen onnettomuuksista tapahtui suuri osa tienparannustyömailla ja kunnossapitotyömailla, joilla tapahtui yhteensä 72 % onnettomuuksista. Tyypillisin työmaa-ajoneuvo-onnettomuus näyttää kuitenkin tapahtuvan kunnossapitotyömailla, joilla tämä onnettomuustyyppi muodostaa 29 % onnettomuuksista (taulukko 9).

1) Työn kesto ja työmaan pituus samanaikaisesti tuntematon 93 onnettomuudessa.

Taulukko 9. Työmaa-ajoneuvojen osuus erilaatuisten työmaiden onnettomuuksissa.

Työmaan laatu	Työmaa-ajoneuvo osallinen		Onnettomuuksia yhteensä	Työmaa-ajoneuvo-onnettomuuksien %-osuus
	Onnettomuuksia	%-osuus		
Tienrakennustyömaa	5	16	28	18
Tienparannustyömaa	13	41	116	11
Uudelleenpäällystystyömaa	4	12	23	17
Kunnossapitotyömaa	10	31	34	29
Muu työmaa	-	-	11	0
Yhteensä	32	100	212	15,1

Työmaa-ajoneuvojen onnettomuudet ovat sattuneet muita työmaa-onnettomuuksia alhaisemmissa liikennemääräluokissa, esimerkiksi liikennemääräluokassa alle 1000 ajon./vrk tapahtui 68,8 % onnettomuuksista.

Suurin osa liikennejärjestelyltään tunnetuista työmaa-ajoneuvojen onnettomuuksista tapahtui yhden tai useamman kaistan ollessa suljettuna. Kiertotiejärjestelyn ja päättyneen tietyön yhteydessä ei sattunut työmaa-ajoneuvojen onnettomuuksia.

Työmaa-ajoneuvojen onnettomuuksista tapahtui liittymissä pienempi osa kuin kaikista tietyömaiden liikenneonnettomuuksista.

Nopeusrajoitus oli työmaa-ajoneuvojen onnettomuuksissa keskimäärin suurempi kuin kaikissa tietyömaiden onnettomuuksissa. Tämä voi olla seurausta siitä, että ryhmässä ovat yliedustettuina kunnossapito-onnettomuudet, joissa nopeusrajoitus yleensä oli muiden työmaiden rajoitusta korkeampi.

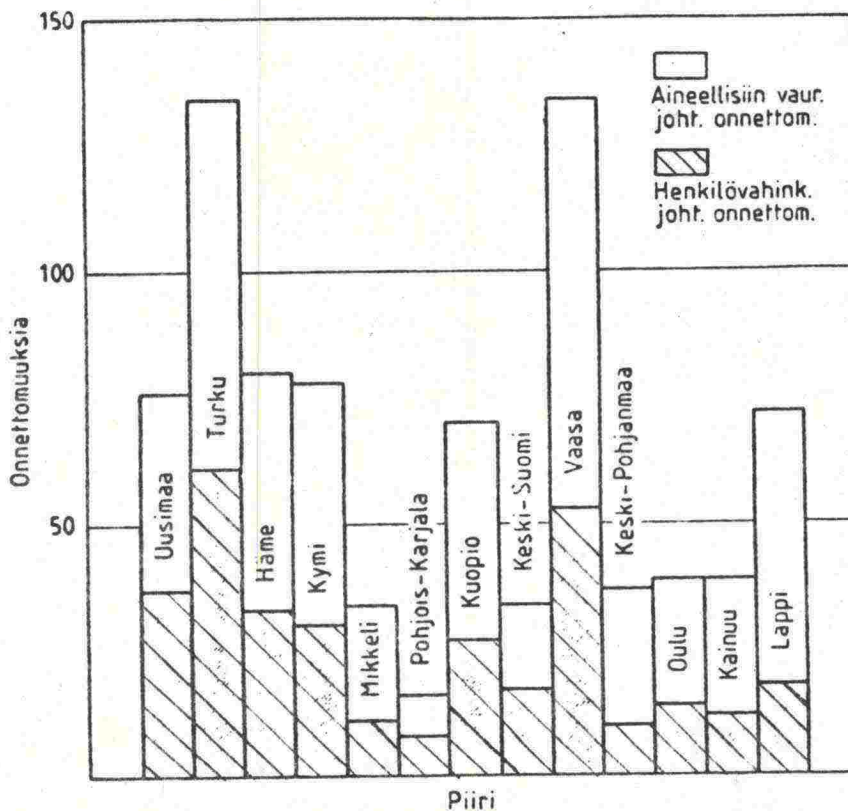
Työmaa-ajoneuvojen onnettomuudet tapahtuivat kaikki työaikana. Huipputunti onnettomuusmäärän osalta oli klo 12-13 välisenä aikana, jolloin tapahtui 19 % (6 kpl) onnettomuuksista.

Onnettomuuksista, joissa työmaa-ajoneuvo oli osallisena, oli 22 % (7 kpl) peruutusonnettomuuksia ja 25 % (8 kpl) tyypiltään ns. "muita" onnettomuuksia, mutta mukana oli myös ohitus- peräänajo-, kohtaamis- ja risteämisonnettomuuksia sekä ajoja tien reunaan pysäköityyn ajoneuvoon. Täten on vaikea osoittaa syitä onnettomuuksiin.

5. TIETYÖMAIDEN LIIKENNEONNETTOMUUDET TVL:n ERI PIIREIS-
SÄ

5.1 Onnettomuuksien piireittäinen jakautuminen v. 1975...
78

Tietyömaiden liikenneonnettomuuksia on vuosien 1975...78 aika-
na tapahtunut eniten Turun ja Vaasan piireissä, 134 kummassa-
kin, mikä muodostaa yhteensä 31,8 % koko maan tietyömaaonnet-
tomuuksista. Vähiten onnettomuuksia oli Pohjois-Karjalan pii-
rissä, 16 kpl, eli 1,9 % koko maan tietyömaaonnettomuuksista
(taulukko 10, kuva 6).



Kuva 6. Tietyömaaonnettomuudet TVL:n eri piireissä v. 1975...
78.

Tietyömaaonnettomuuksissa kuolleita oli absoluuttisesti ja
suhteellisesti eniten Uudenmaan piirissä, 8 kuollutta
(0,105 kuollutta/onnettomuus). Loukkaantuneita oli eniten Vaa-

san (90 henkilöä) ja Turun (80 henkilöä) piireissä, mutta suhteellisesti eniten Uudenmaan piirissä, 0,816 loukkaantunutta/onn, ja Keski-Suomen piirissä, 0,765 loukkaantunutta/onn. Uudenmaan piirin onnettomuudet olivat siten seurauksiltaan keskimäärin vakavampia kuin muut. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien osuus kaikista tietyömaaonnettomuuksista oli kuitenkin suurin Pohjois-Karjalan ja Keski-Suomen piireissä, 50 %. Lähellä tätä lukua ovat myös Uudenmaan piiri, 48,7 %, ja Turun piiri, 45,5 %. Vaasan piirissä henkilövahinko-onnettomuuksien osuus oli 39,6 %, ja pienimmillään se oli Lapin piirissä, 25 %. Kaikkien yleisten teiden onnettomuuksien ja tietyöonnettomuuksien piireittäisen jakautumisen erot johtunevat tietyökohteiden erilaisesta jakautumisesta piirien kesken.

Taulukko 10. Tietyömaiden liikenneonnettomuudet ja niiden uhrit piireittäin.

Piiri	Onnettomuudet				* Uurit	
	Kuolemaan johtaneet	Loukkaantumiseen johtaneet	Aineellisiin vaurioihin johtaneet	Kaikki onnettomuudet	Kuolleet	Loukkaantuneet
Uusimaa	7	30	39	76	8	62
Turku	4	57	73	134	4	80
Häme	1	32	47	80	1	46
Kymi	3	27	48	78	3	50
Mikkeli	2	9	23	34	2	19
Pohjois-Karjala	-	8	8	16	-	10
Kuopio	1	26	43	70	1	33
Keski-Suomi	2	15	17	34	2	26
Vaasa	4	49	81	134	2	17
Keski-Pohjanmaa	1	9	27	37	2	17
Oulu	-	14	25	39	-	21
Kainuu	-	12	27	39	-	18
Lappi	3	15	54	72	4	20
Yhteensä	28	331	512	843	31	492

5.2 Onnettomuudet erilaatuisilla työmailla eri piireissä v. 1978

Tie- ja vesirakennuspiireittäin tarkasteltuna tapahtui v. 1978

eniten onnettomuuksia Uudenmaan, Turun, Hämeen, Vaasan ja Lapin tie- ja vesirakennuspiireissä. Tienrakennustyömaiden onnettomuuksista tapahtui yli puolet Uudenmaan piirissä, missä mm. kantatietä n:o 50 (Kehä III) rakennettiin 2-ajorataiseksi (työmaalla tapahtui 8 onnettomuutta) tien ollessa jatkuvasti vilkkaasti liikennöitynä.

Taulukko 11. Tietyömaiden liikenneonnettomuudet TVL:n piirien ja työmaan laadun mukaan v. 1978.

Tie- ja vesirakennuspiiri	Tietyömaan laatu					Yhteensä
	Tienrakennustyömaa	Tienparannustyömaa	Pölyllisyustyömaa	Kunnossapitotyömaa	Muu tietyömaa	
Uudenmaan	16	9	3	5	-	33
Turun	4	21	5	3	6	39
Hämeen	3	11	3	2	1	20
Kymen	2	4	2	1	1	10
Mikkelin	-	3	-	1	-	4
Pohjois-Karjalan	-	4	-	-	-	4
Kuopion	-	9	-	4	1	14
Keski-Suomen	-	5	1	3	-	9
Vaasan	3	11	1	6	-	21
Keski-Pohjanmaan	-	6	1	2	1	10
Oulun	-	9	2	1	1	13
Kainuun	-	12	2	1	-	15
Lapin	-	12	3	5	-	20
Koko maa	28	116	23	34	11	212
	13,2	54,7	10,9	16,0	5,2	100

Tienparannustyömaiden onnettomuuksista tapahtui eniten, 18 %, Turun piirissä, mutta myös Hämeen, Vaasan, Kainuun ja Lapin piireissä tapahtui kussakin n. 10 % tämän työmaatyypin onnettomuuksista (taulukko 11).

5.3 Tietyömaiden liikenneonnettomuudet suhteessa tietyötoimintaan eri piireissä v. 1978

Eri piirien työmaiden liikenneturvallisuuksia voidaan karkeasti vertailla onnettomuustiheysarviota käyttäen. Seuraavassa taulukossa on kohdan 4.3 mukaiset työmaiden kokovuotiset pituudet jaettu eri piirien kesken /24, 29/ ja esitetty arvio onnetto-

muustiheydestä tietyömaa-alueilla. Tiheysarvot eivät suoraan kuvaa piirien tietyömaiden todellista onnettomuustiheyttä, vaan ovat ainoastaan karkeita vertailulukuja. Lisäksi on huomattava, että tietyökohteiden pituuden piireittäinen jakautuma vaihtelee hieman eri lähteissä sekä, että onnettomuustiheysvertailu ei ota huomioon työmaiden liikennesuorite-eroja piirien välillä.

Taulukko 12. Arvio tietyömaiden onnettomuustiheydestä piireittäin.

Piiri	Tienrakennus- ja parannustyömaat		Päällystystyömaat		Yhteensä	
	Kokovuotinen pituus km	Onn.tiheys onn/km	Kokovuotinen pituus km	Onn.tiheys onn/km	Kokovuotinen pituus km	Onn.tiheys onn/km
Uudenmaan	49,7	0,50	4,2	0,71	53,9	0,52
Turun	22,4	1,12	3,5	1,43	25,9	1,16
Hämeen	20,9	0,67	2,6	1,15	23,5	0,72
Kymen	13,6	0,44	2,1	0,95	15,7	0,51
Mikkelin	16,1	0,19	1,0	0,00	17,1	0,18
Pohjois-Karjalan	24,7	0,16	0,9	0,0	25,6	0,16
Kuopion	19,4	0,46	1,3	0,0	20,7	0,43
Keski-Suomen	45,4	0,11	2,4	0,41	47,8	0,13
Vaasan	27,6	0,51	3,6	0,27	31,2	0,48
Keski-Pohjanmaan	28,7	0,21	1,8	0,56	30,5	0,23
Oulun	37,5	0,24	1,1	1,82	38,6	0,28
Kainuun	24,8	0,48	1,4	1,43	26,2	0,53
Lapin	90,9	0,13	3,5	0,86	94,4	0,16
Koko maa	421,7	0,34	29,4	0,78	451,1	0,37

Onnettomuustiheys on suurin Turun ja Hämeen piireissä, mutta keskimääräistä korkeampi se on myös Uudenmaan, Kymen, Kuopion, Vaasan ja Kainuun piireissä.

Eri piirien onnettomuusmäärien suhtautumista työsuoritteisiin voidaan tutkia myös rakennus- ja kunnossapitomäärärahojen avulla /24/. Tällöin tulos on, että Turun ja Kainuun piireissä tapahtuu eniten onnettomuuksia määrärahoihin verrattuna, ja Mikkelin ja Pohjois-Karjalan piireissä vähiten (taulukko 13). Vertailussa ei ole otettu huomioon määrärahojen käytön erilaisuuden vaikutusta.

Taulukko 13. Onnettomuudet myönnettyihin määrärahoihin suhteutettuina eri piireissä.

Piiri	Onnettomuuksia/milj.mk
Uudenmaan	0,162
Turun	0,24
Hämeen	0,144
Kymen	0,123
Mikkelin	0,059
Pohjois-Karjalan	0,051
Kuopion	0,170
Keskisuomen	0,103
Vaasan	0,162
Keski-Pohjanmaan	0,179
Oulun	0,159
Kainuun	0,227
Lapin	0,117
Koko maa	0,152

6. PÄATELMÄT

Ulkomaiset tutkimukset osoittavat, että tietyömailla tapahtuu lähes aina enemmän onnettomuuksia kuin samoilla teillä ennen ja jälkeen tietyön. Tämän selvityksen perusteella voidaan arvioida, että myös Suomessa etenkin päällystystyömailla tapahtuu onnettomuuksia enemmän kuin vastaavilla teillä normaalisti. Päällystystyömailla näyttäisi tapahtuvan myös suhteellisesti enemmän onnettomuuksia kuin muuntyyppisillä työmailla.

Onnettomuuksien luonne, ja näin ollen myös liikenteen järjestelyn ja ohjauksen kehitystarve, on eri liikennejärjestelytyypeillä hyvin erilainen. Kiertotie-järjestelyä olisi kehitettävä lähinnä silmälläpitäen pimeän ajan yksittäisonnettomuuksien vähentämistä. Kaistojen sulkemisen yhteydessä taas tulisi huolellisemmin ja tehokkaammin ohjata liikennettä peräänajojen, esteisiin ajojen, peruutus- ja ns. muiden onnettomuuksien vähentämiseksi. Nykyistä huolellisempi liikenteen järjestelyn ja -ohjauksen toteutus liikenneturvallisuuden parantamiseksi tarvitaan myös lyhytaikaisilla lyhyillä työmailla.

Jatkossa olisi tärkeää selvittää tietyömaiden tarkka onnettomuusaste sekä koko maan tietyömaiden osalta että erilaisten liikennejärjestelyiden vallitessa. Tätä varten tarvitaan parempaa tietoa ajosuoritteista työmailla sekä työmaiden kestoista ja pituuksista.

KIRJALLISUUS- JA LÄHDELUETTELO

1. ANDERSON, H.L., Safety in construction and maintenance work zones and transportation of hazardous materials. Washington D.C. 1978, TRB, Nat.Acad.Sci, Transportation Research Record 693, p. 1...4.
2. BRONSTAD, M.E. et KIMBALL, C.E., Safety in construction and maintenance work zones and transportation of hazardous materials. Washington D.C. 1978, TRB, Nat. Acad.Sci, Transportation Research Record 693, p. 13... 18.
3. CEDER, A. et DRESSLER, O., Accident analysis and prevention. Vol. 12, N:o 1, March 1980, p. 7...10.
4. GRAHAM, J.L. et al., Accident and speed studies in construction zones. MRI, FHWA, June 1977.
5. JUERGENS, W.R. et al., Construction zone, detour and temporary connection accidents. California State Business and Transportation Agency, June 1972.
6. KALLBERG, H., Tutkimus liikenneonnettomuustilastojen edustavuudesta. VTT, tie- ja liikennelaboratorio, Tiedonanto 32. Toukokuu 1977, Espoo.
7. Liikennetilastollinen vuosikirja 1975. Suomen Virallinen Tilasto XXXVI: 17, Tilastokeskus, Helsinki 1976.
8. Liikennetilastollinen vuosikirja 1976. Suomen Virallinen Tilasto XXXVI: 18, Tilastokeskus, Helsinki 1976.
9. LINDKVIST, A., Förmedling av förhandsinformation. TFK Seminarium "Informationssystem i samband med vägarbeten", 6.2.1980, Underlag II.

10. LISLE, F.N., Safety in construction and maintenance work zones and transportation of hazardous materials. Washington D.C. 1978, TRB, Nat.Acad.Sci, Transportation Research Record 693, p. 18...25.
11. LYLÄ, S. ja PERMALA, A., Perustietoja onnettomuustilastoista ja suhteellisista onnettomuusluvusta. TKK, Liikennelaboratorio, Tiedote n:o 3, Otaniemi 1977.
12. Ohjeet rakennustyön aikaisista liikenteen järjestelyistä Helsingissä. Kaupunginhallituksen hyväksymä 31.1.1977, Helsinki.
13. PAULSEN, R.J. et al., Safety in construction and maintenance work zones and transportation of hazardous materials. Washington D.C. 1978, TRB, Nat.Acad.Sci, Transportation Research Record 693, p. 6...12.
14. PETERSSON, H.-E., Informationssystem vid vägarbeten. Trafikpsykologisk förstudie, VTI.
15. PETERSSON, H.-E., Informationssystem vid vägarbeten. Beteendevetenskaplig förstudie. TFK Seminarium "Informationssystem i samband med vägarbeten", 6.2.1980, Underlag I.
16. PETERSSON, H.-E., Inventering av undersökningar rörande effekten av skyddsanordningar vid vägarbeten, VTI, 8.3.1979.
17. PETERSSON, H.-E., Vägarbeten och olycksrisker. Svenska Vägföreningens tidskrift Nr 3, 1980 Juni, s. 21...22.
18. PUTTONEN, T., Liikenteen ohjauksen erikoiskysymyksiä. Insko 116-74, es. Vlla, Helsinki 1974.

19. RISTIKARTANO, L., Tietyömaiden liikenneturvallisuus. TKK, diplomityö, Helsinki 1968.
20. SALUSJÄRVI, M., Liikennevahinkojen tutkijalautakuntien toiminnan kehittäminen. VTT, tie- ja liikennelaboratorio, Tiedonanto 42, Helmikuu 1979, Espoo.
21. Tie- ja vesirakennukset 1975. Suomen Virallinen Tilasto XIX: 91, Tie- ja vesirakennuslaitos, Helsinki
22. Tie- ja vesirakennukset 1976. Suomen Virallinen Tilasto XIX: 92, Tie- ja vesirakennuslaitos, Helsinki
23. Tie- ja vesirakennukset 1977. Suomen Virallinen Tilasto XIX: 93, Tie- ja vesirakennuslaitos, Helsinki
24. Tie- ja vesirakennukset 1978. Suomen Virallinen Tilasto XIX: 94, Tie- ja vesirakennuslaitos, Helsinki
25. Tietoja yleisistä teistä 1.1.1979. TVH/Tt, Elokuu 1979.
26. Tietyömaiden liikenteen järjestely. TVH, Helsinki 14.8. 1978, TVH 742000.
27. Tilastotietoja tien- ja sillanrakennustoiminnasta 1976, TVH/Tt 1977, TVH 712894.
28. Tilastotietoja tien- ja sillanrakennustoiminnasta 1977, TVH/Tt 1978, TVH 712894.
29. Tilastotietoja tien- ja sillanrakennustoiminnasta 1978, TVH/Tt 1979, TVH 712894.
30. Traffic operation at sites of temporary obstruction, OECD Road Research Group, February 1973, Paris.

31. TVH tiedottaa, 8.6.1978, Tiedotuslehtinen.
32. TVH tiedottaa, 3.7.1978, Tiedotuslehtinen.
33. TVH tiedottaa, elokuu 1978, Tiedotuslehtinen.
34. TVH tiedottaa, 3.10.1978, Tiedotuslehtinen.
35. TÖRNROS, J. et PETTERSSON, H.-E., Informatiossystem för vägarbeten, Beteendevetenskaplig litteraturstudie, VTI, 14.12.1978.
36. VASAMA, P.-M. ja VARTIA, Y., Johdatus tilastotieteeseen, osa II, Gaudeamus 1973, Helsinki.
37. WARREN, D.L. et ROBERTSON, H.D., Research in work zone traffic control: Status Report, ITE Journal, Vol. 49, April 1979, p. 29...34.
38. Yleisillä teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet 1975, TVH/Lt, TVH 742634-75, Helsinki 1976.
39. Yleisillä teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet 1976, TVH/Lt, TVH 742634-76, Helsinki 1977.
40. Yleisillä teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet 1977, TVH/Lt, TVH 742634-77, Helsinki 1978.
41. Yleisillä teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet 1978, TVH/Lt, TVH 742634-78, Helsinki 1979.
42. Yleisten teiden kunnossapitotilasto 1977, TVH/Tt, TVH 712895, Helsinki 1978.
43. Yleisten teiden kunnossapitotilasto 1978, TVH/Kp ja Tt, TVH 712895, Helsinki 1979.