

ERIKOISKULJETUKSET YLEISILLÄ TEILLÄ

- A. ERIKOISKULJETUSTEN SYNNYTTÄMÄT JONOT JA OHITUSTARVE
- B. YLIRASKAIDEN AJONEUVOJEN IKÄ-JAKAUTUMA
- C. SILLOILLE NORMAALISTI SALLITTUA SUUREMPIA JÄNNITYKSIÄ AIHEUTTAVIEN ERIKOISKULJETUSTEN MÄÄRÄ

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KÄYTTÖOSASTO, LIIKENNETOIMISTO

INSINÖÖRITOIMISTO Y-SUUNNITTELU

21.12.1978

08 tie



81 739

ALKUSANAT

Erikoiskuljetusten taloudellista merkitystä koskevan selvitystyön yhteydessä v. 1978 jouduttiin suorittamaan eräitä perustietoutta antavia pieniä selvitystöitä, joita ei kuitenkaan katsottu tarkoituksenmukaiseksi ottaa mukaan varsinaiseen raporttiin. Jäljempänä on esitetty kolme tällaista selvitystä, joista ensimmäinen käsittelee maanteillä suoritettavien erikoiskuljetusten synnyttämää ohitustarvetta, jonoja, odotusaikoja sekä vaikutusta energian kulutukseen, toinen ylläskaiden ajoneuvojen ikäjakautumaa ja kolmas sitä erikoiskuljetusten määrää, joissa on sallittu silloille normaalijännityksiä suurempia jännityksiä.

Selvitykset on tehnyt TVH:n käyttöosaston liikennetoimiston toimeksiannosta insinööritoimisto Y-Suunnittelu. Työtä valvovan työryhmän puheenjohtajana on toiminut dipl. ins. Mikko Ojajärvi TVH:sta. Insinööritoimisto Y-Suunnittelussa työn suorituksesta ovat vastanneet ensisijaisesti dipl. ins. Seppo Ryyänen ja ins. Kari Myllynen.

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

A.	ERIKOISKULJETUSTEN SYNNYTTÄMÄT JONOT JA OHITUSTARVE	
1.	Johdanto	A 1
2.	Ohitustarve	A 2
3.	Ohitusten suorittaminen	A 6
4.	Johtopäätökset	A 9
B.	YLIRASKAIDEN AJONEUVOJEN IKÄJAKAUTUMA	
1.	Lähtöaineisto	B 1
2.	Yliraskaan kaluston ikä	B 1
3.	Johtopäätökset	B 4
C.	SILLOILLE NORMAALISTI SALLITTUA SUUREMPIA JÄNNITYKSIÄ AIHEUTTAVIEN ERIKOISKULJETUS- TEN MÄÄRÄ	
1.	Lähtöaineisto	C 1
2.	Tutkimustulokset	C 2
2.1	Lupa- ja kuljetusmäärät	C 2
2.2	Kuljetusten painojakautumat	C 2
2.3	Kuljetusmatkat	C 4
2.4	Siltojen ylitykset	C 4
3.	Silloille aiheutuvista vaurioista	C 6

A. ERIKOISKULJETUSTEN SYNNYTTÄMÄT JONOT JA
OHITUSTARVE

1
JOHDANTO

Teillämme suoritetaan vuosittain noin 200 000 ylisuurta tai ylliraskasta erikoiskuljetusta. Ne liikkuvat lähes poikkeuksetta muuta liikennettä hitaammin suuren kokonsa tai painonsa vuoksi. Tällöin takaa tulevalle nopeammalle liikenteelle syntyy ohitustarvetta.

Erikoiskuljetukset keskittyvät suurelta osalta Etelä-Suomen teollistuneille alueille, joiden elinkeinoelämä tarvitsee runsaasti erikoiskuljetuksia. Täten erikoiskuljetuksia on eniten niillä teillä, joilla liikenne on muutoinkin vilkkainta.

Erikoiskuljetusluvassa annetaan määräyksiä turvallisuusjärjestelyistä kuljetuksen aikana. Joissakin tapauksissa voidaan tie jopa katkaista kuljetuksen suorittamisen ajaksi ja määrätä poliisi huolehtimaan muun liikenteen ohjauksesta. Tällaisten kuljetusten suhteellinen osuus ei ole kuitenkaan kovin iso. Suurin osa erikoiskuljetuksista on sellaisia, ettei niiden kuljetusluvuissa aseteta yksityiskohtaisia ehtoja muun liikenteen ohjaamisesta.

2 OHITUSTARVE

Tarvittavien ohitusten määrä on riippuvainen erikoiskuljetuksen ja takaa tulevan liikenteen nopeuserosta. Samoin se on suoraan riippuvainen takaa tulevan liikenteen määrästä. Kuvissa 1, 2, 3 ja 4 on esitetty ohitustarve eri nopeuksilla ja liikennemäärillä. Liikennemäärän on oletettu jakaantuvan tasaisesti molempiin suuntiin.

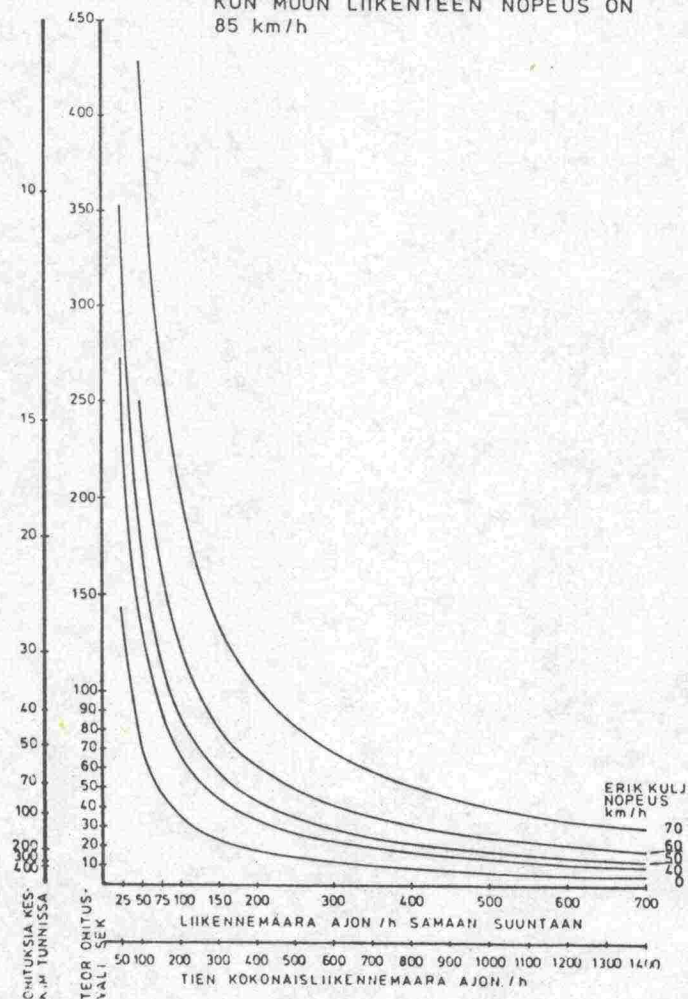
Kun erikoiskuljetus kulkee matkan S nopeudella V_E ja takaa tuleva liikenne kulkee nopeudella V_M , voidaan tarvittavien ohitusten määrä N laskea kaavasta

$$N = \left(\frac{1}{V_E} - \frac{1}{V_M} \right) q S \quad (1)$$

q = takaa tuleva liikennemäärä

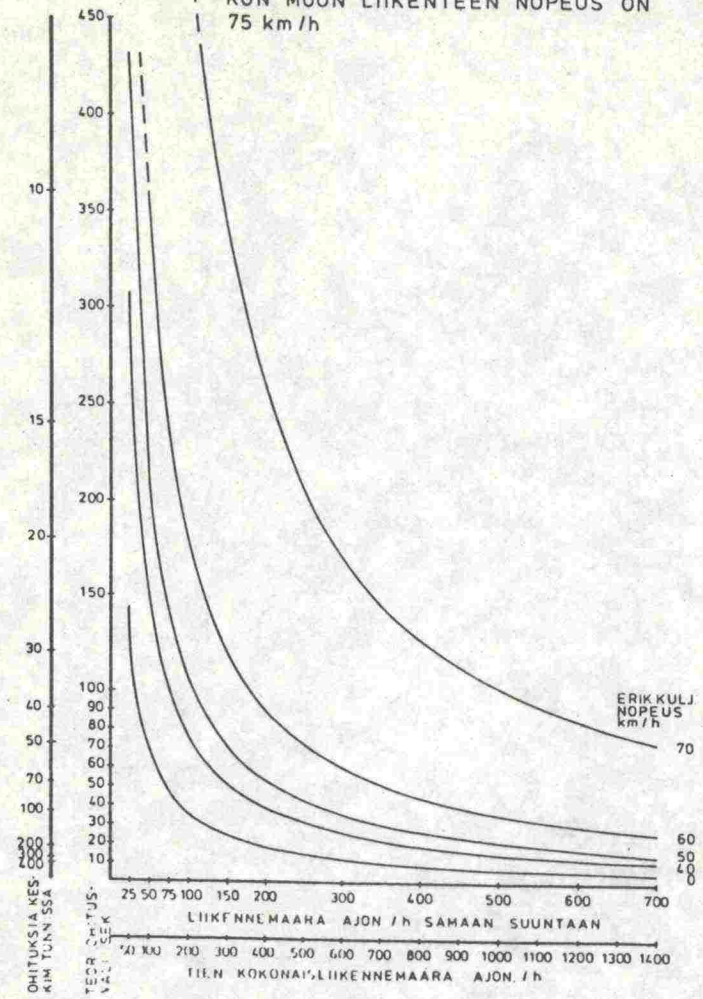
KUVA 1

ERIKOISKULJETUKSEN OHITUSTARVE
KUN MUUN LIIKENTEEN NOPEUS ON
85 km/h



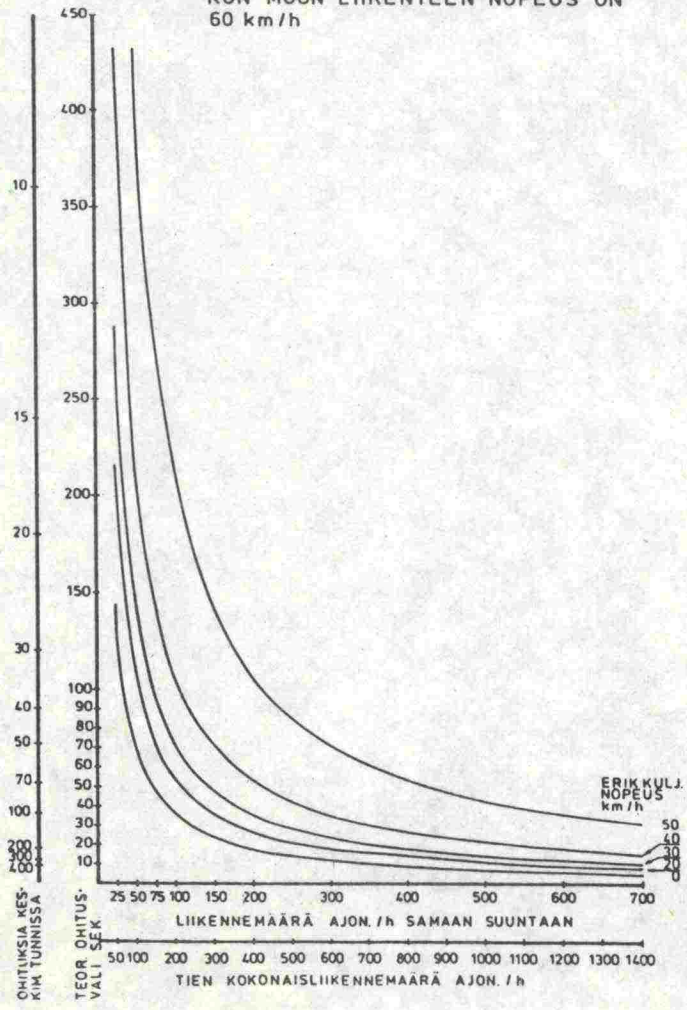
KUVA 2

ERIKOISKULJETUKSEN OHITUSTARVE
KUN MUUN LIIKENTEEN NOPEUS ON
75 km/h

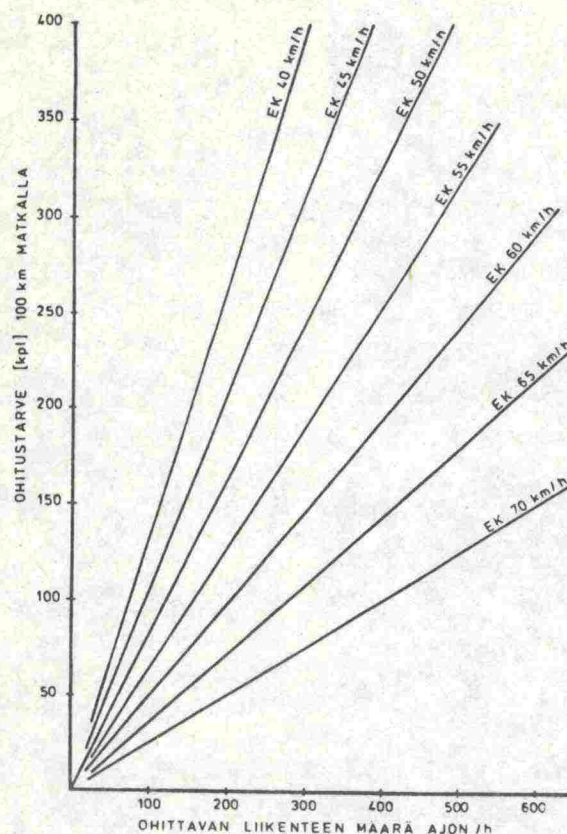


KUVA 3

ERIKOISKULJETUKSEN OHITUSTARVE
KUN MUUN LIIKENTEEN NOPEUS ON
60 km/h



KUVA 4 OHITUSTARVE KUN ERIKOISKULJETUS
AJAA 100 km MATKAN. OHITAVAN
LIIKENTEEN NOPEUS 85 km/h.



Ohitustarpeeseen vaikuttaville suureille voidaan arvioida keskimääräisiä arvoja tyypillisissä erikoiskuljetusolosuhteissa maanteillä. Liikennemäärälle saadaan arvio Suomen maanteiden vuosittaisen ajosuoritteen ja tiepituuden perusteella. Vuonna 1977 oli maanteiden ajosuorite 14 500 milj. ajoneuvokilometriä ja vastaava tiepituus 40 000 km. Keskimääräiseksi poikkileikkausliikenteeksi tulee siten 1000 ajon./vrk eli noin 100 ajon./päivätunti. Erikoiskuljetusten tapahtuessa suurimmaksi osaksi Etelä-Suomessa vilkkailla reiteillä voidaan erikoiskuljetuksissa keskimääräiseksi liikennemääräksi vastaavasti arvioida 200...300 ajon./h. Yhteen suuntaan liikenne olisi vastaavasti keskimäärin 100...150 ajon./h.

Erikoiskuljetusten ajonopeus vaihtelee suuresti kuljettavien tavaroiden laadun ja koon perusteella. Lukumääräisesti suuri osa erikoiskuljetuksista voi kulkea lähes normaalia kuorma-autojen nopeutta, kun mitta- ja painoylitykset ovat pieniä. Keskimäärin voitaneen erikoiskuljetusten nopeudeksi arvioida 50...60 km/h. Mäkisillä osuuksilla nopeudet pienenevät kuitenkin voimakkaasti.

Suomen maanteillä voidaan yleisenä ajonopeutena pitää nykyisin noin 85 km/h taajamien ulkopuolella. Tien laatu ja keli vaikuttavat luonnollisesti asiaan.

Kuvien 1...4 avulla voidaan arvioida ohitustarve eri tapauksissa. Keskimääräisissä olosuhteissa on ohitustarve 20...30 ohitusta tunnissa. Suurilla liikennemäärillä ja hitaalla erikoiskuljetuksen nopeudella voi ohitustarve nousta jopa 300...400 ohitukseen tunnissa, joka ei enää käytännössä onnistu, vaan aiheuttaa voimakasta jononmuodostusta ja liikenteen tukkeutumista ilman erikoisjärjestelyjä.

Erikoiskuljetusten vuosittainen liikennesuorite on arvioitu yhteensä 15...20 milj. ajoneuvokilometriksi. Sijoittamalla kaavaan 1 arvot $V_E = 60$ km/h, $V_M = 85$ km/h, $q = 100$ ajon./h ja $S = 20$ milj. km, saadaan vuosittaiseksi ohitustarpeeksi noin 10 milj. ohitusta. Mikäli erikoiskuljetusten keskinopeus olisi 50 km/h, tulisi ohitustarpeeksi vastaavasti 16 milj. kpl.

Suurimmissa erikoiskuljetuksissa käytetään edessä ja takana varoitusautoja, jotka myös osaltaan lisäävät ohitustarvetta. Nämä ohitukset tapahtuvat kuitenkin huomattavasti helpommin kuin ison erikoiskuljetuksen ohitus.

3 OHITUSTEN SUORITTAMINEN

Ohitustarpeen tyydyttämismahdollisuudet Suomen 2-kaistaisilla maanteilla ovat riippuvaisia vastaantulevan liikenteen määrästä, tien näkemäolosuhteista, kelistä ja sään aiheuttamista näkyvyystekijöistä. Tämän lisäksi ohitusten suorittamiseen vaikuttavat erikoiskuljetuksen koko, mahdolliset ryömintäkaistat ja erikoiskuljetuksen ajotapa (väistymiset sivuun, ohitusmerkin antaminen ja mahdollinen liikenteen ohjaus).

Ohitusten suorittamiseen vaikuttaa osaltaan myös ohittavan liikenteen koostumus. Mikäli erikoiskuljetuksen taakse tulee jonoon esim. hitaasti kiihtyvä raskas ajoneuvo, sen ohitusedellytysten täyttymiseen voi kulua runsaasti aikaa.

Erikoiskuljetuksen ohittamiseen tarvittava ohitusnäkemä on yleensä pienempi kuin tien normaali ohitusnäkemä, koska erikoiskuljetus ajaa yleensä huomattavasti tien ohjenupeutta pienemmällä nopeudella.

Erikoiskuljetuksen ohittamiseen tarvittava näkemä on yleisimmin pituudeltaan 400...500 m. Kuvassa 5 on esitetty ohitusnäkemät eri nopeuksilla V_{TO} :n mukaan sekä erikoiskuljetuksen ohitusnäkemät laskentakaavoineen.

KUVA 5

ERIKOISKULJETUKSEN OHITUSNÄKEMÄT
KUN VASTAAN TULEVAN LIIKENTEEN
NOPEUS ON 60, 75 JA 85 km/h

LASKENTAKAAVAT: $S_{OH} = L_1 + L_2 + L_3$ [m]

$L_1 = \frac{V_{OH} - 15}{3,6} \cdot 3$ [m] JOSSA V_{OH} = OHITTAJAN NOPEUS

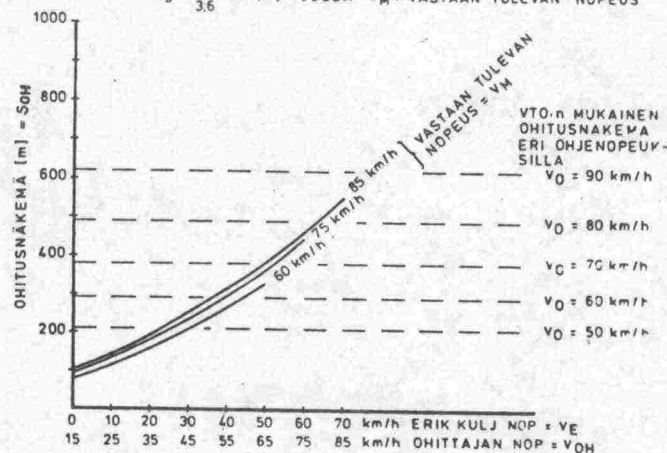
$L_2 = 25 + \frac{V_{OH} - 15}{3,6} \cdot l$ [m]

JOSSA $s = \frac{V_{OH} - 15}{5,25} \cdot 6,1$ [m]

$t = 2 \sqrt{\frac{s}{a}}$ [s]

a = KIIHTYVYYS [m/s²]

$L_3 = \frac{V_M}{3,6} \cdot l$ [m] JOSSA V_M = VASTAAN TULEVAN NOPEUS



Jos erikoiskuljetus on hyvin hidas, ohitusnäkemäksi riittää jopa 200...300 m. Pysähtyneen erikoiskuljetuksen ohitusnäkemä on noin 100 m.

Yleisten suunnitteluperusteiden mukaan tulisi maanteilla olla ohitusnäkemää noin 30 % tiepituudesta. Näkemien osuus vaihtelee kuitenkin huomattavasti eri ikäisillä teillä sekä maan eri osissa mäkisyydestä ja muista maastotekijöistä johtuen.

Seuraavissa esimerkeissä on simuloitu erikoiskuljetuksen ohittamista kahdessa tyypillisessä tilanteessa.

Esim. 1

- liikennemäärä 150 ajon./h kummassakin suunnassa
- erikoiskuljetuksen nopeus 60 km/h
- muun liikenteen nopeus 85 km/h
- ohitusnäkemä 450 m
- näkemää 100 km matkalla 67 % (50 kpl 450 m ja 50 kpl 900 m)
- näkemien väliset osuudet 300...350 m
- vastaantuleva liikenne vuorotellen 1 ja 2 auton ryhmissä
- vastaantulijoiden välimatkat 50 m ja 800...850 m
- ohittava liikenne tasaisin välimatkoin

Tällöin muodostuu enintään 2 auton jonoja. Erikoiskuljetuksen perässä ajetaan keskimäärin 0.6 km. Ohituksia 72 kpl, kun erikoiskuljetus ajaa 100 km.

Esim. 2

Muutoin sama kuin esim. 1, mutta

- liikennemäärä 100 ajon./h kummassakin suunnassa
- vastaantulijoiden välimatkat 50 m ja 1250 m

Tällöin muodostuu vain yhden auton "jonoja". Erikoiskuljetuksen perässä ajetaan keskimäärin 0.6 km. Ohituksia 48 kpl, kun erikoiskuljetus ajaa 100 km.

Edelliset esimerkit ovat voimakkaasti yksinkertaistettuja tapauksia. Jonojen muodostumiseen vaikuttaa huomattavasti ohittavan liikenteen nopeusjakautuma ja etäisyysjakautuma. Myöskin liikenteen suuntajakautumalla ja tuntivaihtelulla on suuri merkitys.

Kun vuosittain tapahtuu arviolta 10 milj. erikoiskuljetuksen ohitusta ja niissä arvioidaan keskimäärin 0.6 kilometrin matkalla ajettavan nopeuden 85 km/h sijasta nopeutta 60 km/h, tulee ohittamisen odotuksen yhteismääräksi 6 milj. km ja 100 000 tuntia. Vastaavasti ajan menetys verrattuna normaalinopeuteen olisi yhteensä 30 000 tuntia. Edelliset arvot perustuvat olettamusten varaisiin lähtötietoihin, eivätkä siten ole tarkkoja.

Polttoaineen kulutukseksi ohituksen aikana lasketaan keskimäärin 10...12 l/100 km, kun normaalisti kulutus on 6.8 l/100 km ajettaessa nopeutta 85 km/h ja 5 l/100 km ajettaessa nopeutta 60 km/h. Ohituksen aikana kiihdytys kuluttaa normaalia enemmän polttoainetta, mutta toisaalta ohitusta odottaessa polttoainetta säästyy hitaamman nopeuden vuoksi. Lasketuissa tapauksissa näiden on todettu olevan vaikutukseltaan yhtä suuria, eli ohituksella ei ole vaikutusta polttoaineen kulutukseen.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Mikäli halutaan tarkempia tietoja erikoiskuljetusten aiheuttamista jonoista ja ohituksista, on suoritettava laskentoja tyypillisimmillä erikoiskuljetusreiteillä. Tämä voitaisiin toteuttaa esim. siten, että laskijat kulkevat erikoiskuljetuksen mukana ja seuraavat taakse kertyviä jonoja ja niiden purkautumista erilaisilla liikennemäärillä ja erikoiskuljetusten ajonopeuksilla.

Teoreettisista tarkasteluista voidaan kuitenkin todeta, että ohituksia syntyy määrällisesti paljon, mutta pitkiä jonoja ei yleensä synny. Suurimmat haitat syntyvät sellaisista erikoiskuljetuksista, jotka edellyttävät koko tien sulkemista. Tällöin jonopituudet ovat riippuvaisia liikennettä ohjaavien poliisien toiminnasta.

Erikoiskuljetusten lupaehdoissa edellytetään sellaista ajotapaa, että muulle liikenteelle syntyy mahdollisimman vähän haittaa. Tämä voidaan tulkita esim. siten, että taakse muodostuva jono on päästettävä sopivassa kohdassa ohi.

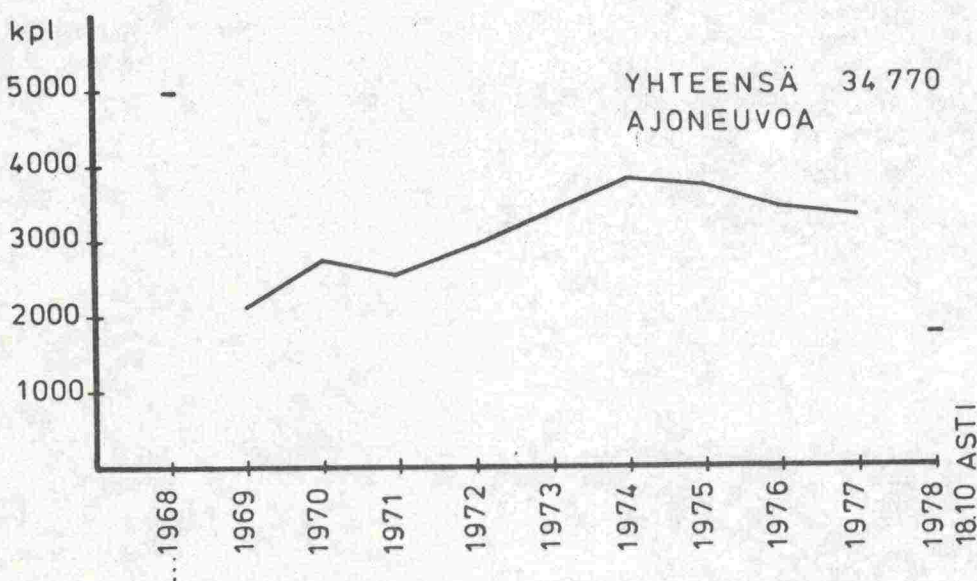
B. YLIRASKAIDEN AJONEUVOJEN IKÄJAKAUTUMA

1 LÄHTÖAINEISTO

Selvitys perustuu Autorekisterikeskuksen tiedoista tietokoneella tulostettuun listaan, jossa ajoneuvolajeittain eri vuosina käyttöönotettujen ylliraskaiden ajoneuvojen määrät oli ryhmitelty kokonaispainon mukaan. Tarkastelussa ovat mukana kaikki 18.10.1978 rekisterissä olleet sellaiset kuorma-autot, erikoisautot, puoliperävaunut ja varsinaiset perävaunut, joissa joko akselipaino on yli 10 t tai telipaino yli 16 t.

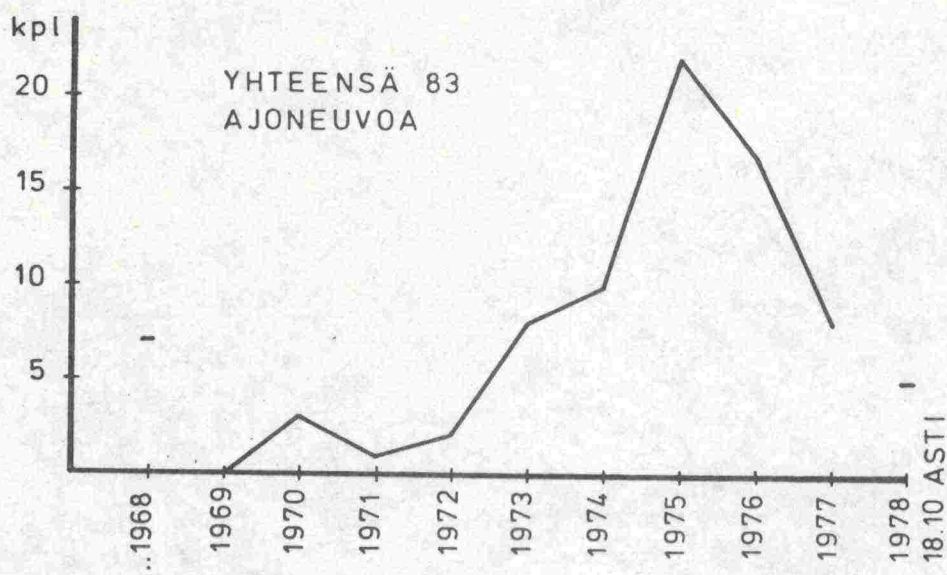
2 YLIRASKAAN KALUSTON IKÄ

Kuvassa 1 on esitetty kaikkien ylliraskaiden ajoneuvojen käyttöönottovuodet 18.10.1978 rekisteröityinä olleista ajoneuvoista. Vuosina 1974 ja 1975 on otettu eniten käyttöön nykyistä raskasta kalustoa. Sen jälkeen on ilmeisesti taloudellinen lama pienentänyt vuosimääriä.



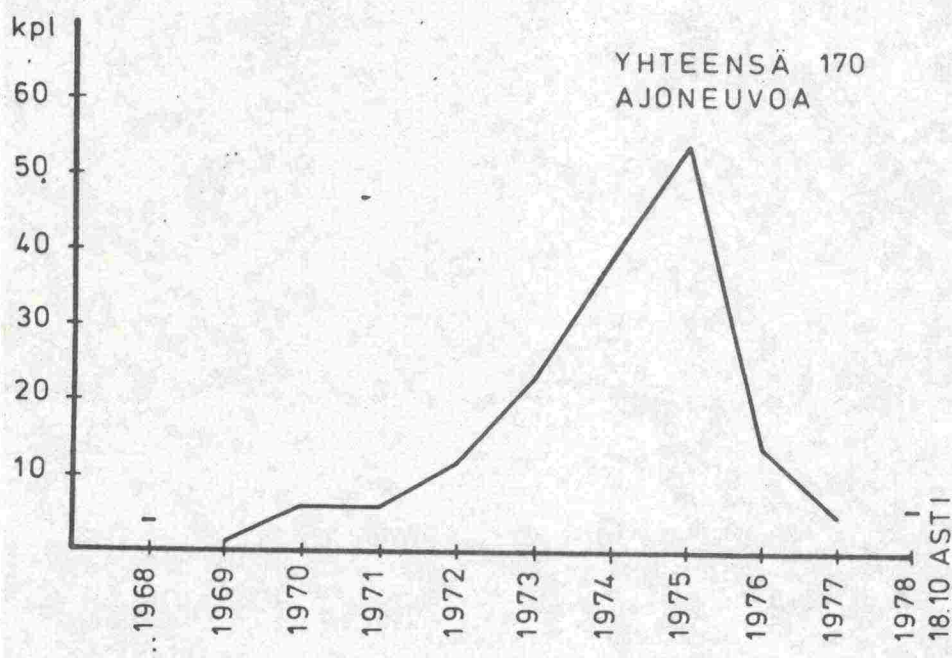
KUVA 1 ERI VUOSINA KÄYTTÖÖN OTETTUIEN KAIKKIEN YLLIRASKAIDEN AJONEUVOJEN MÄÄRÄT 18.10.1978. (= K-AUTOT, ERIKOIS-AUTOT, PUOLIPERÄVAUNUT JA VARSINAISSET PERÄVAUNUT)

Kuvassa 2 on esitetty vastaavasti yli 40 t kokonaispainoisten ajoneuvojen käyttöönottovuodet. Näin raskaan kaluston käyttöönotossa on voimakas huippu vuosien 1975 ja 1976 kohdalla. Tämä johtune muuttuneista kuljetustarpeista teollisuudessa.



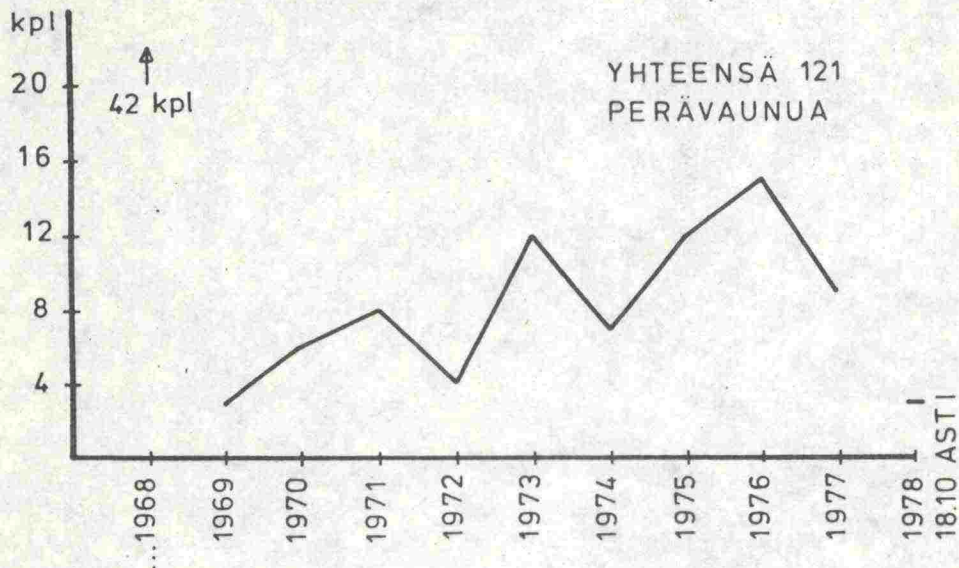
KUVA 2 ERI VUOSINA KÄYTTÖÖN OTETTujen
KAIKKIEN YLI 40 t KOKONAISPAINOIS-
TEN AJONEUVOJEN MÄÄRÄT 18.10.1978

Kuvassa 3 ovat vastaavasti yli 30 t kokonaispainoisten erikois-
autojen käyttöönottovuodet. Näissäkin on voimakas huippu vuo-
sien 1974 ja 1975 kohdalla. Tämä johtunee esim. elementtitekni-
ikan yleistymisestä rakennusteollisuudessa, joka vaatii nosturi-
autojen käyttöä. Nosturiautot ovat olleet aikaisemmin melko har-
vinaisia.



KUVA 3 ERI VUOSINA KÄYTTÖÖN OTETTujen
VÄHINTÄÄN 30 t KOKONAISPAINOISTEN
ERIKOISAUTOJEN MÄÄRÄT 18.10.1978

Kuvassa 4 ovat vastaavasti yli 30 t kokonaispainoisten perävaunujen käyttöönottovuodet. Näiden käyttöönottovuodet ovat melko tasaisesti jakautuneita 18.10.1978 rekisteröintitilanteen mukaisesti. Eniten on kuitenkin v. 1976 käyttöönotettuja perävaunuja.



KUVA 4 ERI VUOSINA KÄYTTÖÖN OTETTUIEN VÄHINTÄÄN 30 t KOKONAISPAINOISTEN PERÄVAUNUJEN MÄÄRÄT 18.10.1978

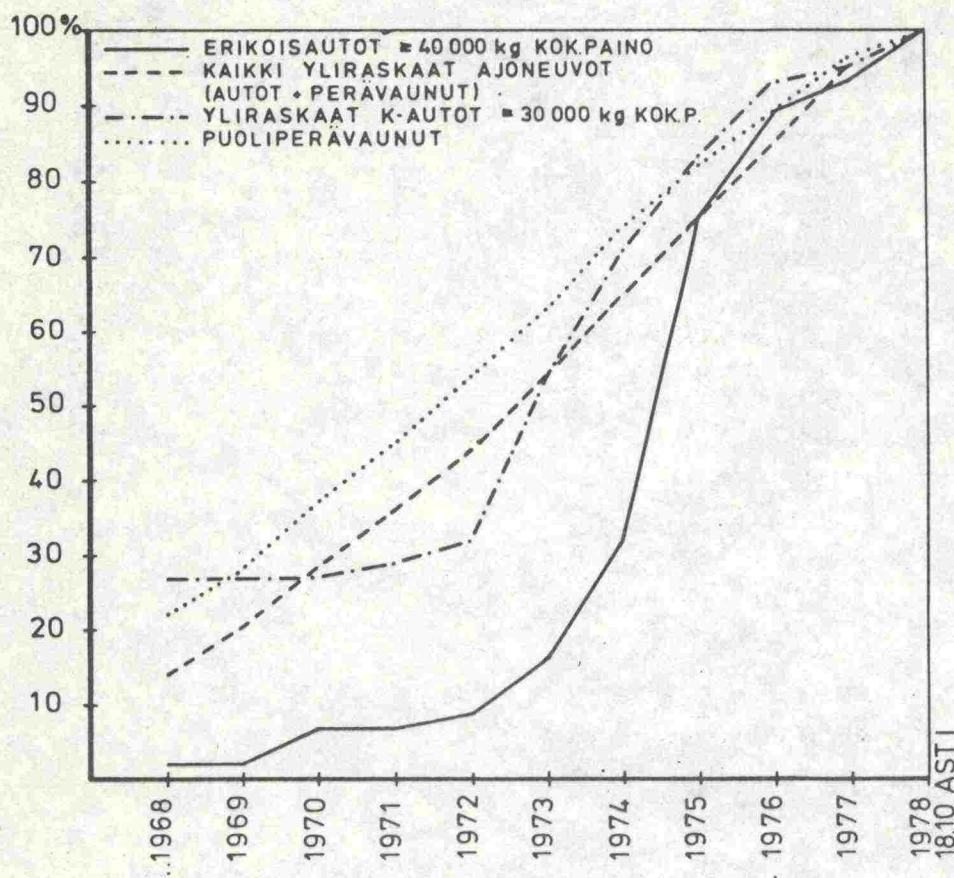
Taulukossa 1 on esitetty 18.10.1978 rekisteröityinä olleiden ylliraskaiden ajoneuvojen iät käyttöönottovuosien perusteella ajoneuvoryhmittäin. Taulukosta voidaan havaita, että ylliraskas kalusto on yleisesti melko uutta. Noin puolet kaikesta kalustosta on iältään 0...5 v ja vain 14 % yli 10-vuotiaita. Erityisesti on huomattava raskaiden erikoisautojen nuori ikä. Näistä 70...80 % on alle 5-vuotiaita ja vain 2 % yli 10-vuotiaita. Suhteellisesti vanhimpia ovat ylliraskaat puoliperävaunut, joista 37 % on alle 5-vuotiaita ja 22 % yli 10-vuotiaita.

Taulukko 1

YLLIRASKAAN KUORMA-AUTOKALUSTON IKÄ 18.10.1978

Käyttöönottovuosi	1978...1974	1973...1969	1968...	Yhteensä
Kuorma-autot				
- kaikki	46.1 %	40.7 %	13.2 %	100 %
- kok.paino \geq 30.000 kg	46.4 %	26.8 %	26.8 %	100 %
Erikoisautot				
- kaikki	50.5 %	37.7 %	11.8 %	100 %
- kok.paino \geq 30.000 kg	69.4 %	28.2 %	2.4 %	100 %
- kok.paino \geq 40.000 kg	84.1 %	13.6 %	2.3 %	100 %
Puoliperävaunut	36.6 %	41.5 %	21.9 %	100 %
Varsinaiset perävaunut	50.7 %	34.9 %	14.4 %	100 %
Kaikki	46.2 %	39.5 %	14.3 %	100 %

Kuvassa 5 on esitetty käyttöönottovuosien summakäyrät 18.10.1978 rekisteröityinä olleista ylliraskaista ajoneuvoista.



KUVA 5 ERILAISTEN AJONEUVORYHMIEN KÄYTTÖÖNOTTOVUOSIEN PROSENTTIOSUUKSIEN SUMMAKÄYRÄT 18.10.1978

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lähtötietojen mukainen ylliraskas kalusto on yleisesti ottaen iältään nuorta. Tämän johdosta sen voidaan olettaa olevan myös kunnoltaan hyvää. Tähän vaikuttaa myös se, että erikoiskuljetuskalustoa käytetään harvemmin kuin muuta kuorma-autokalustoa. Ylliraskaan kaluston voidaan katsoa myös pysyneen teknisen kehityksen mukana.

C. SILLOILLE NORMAALISTI SALLITTUA SUUREMPIA JÄNNITYKSIÄ
AIHEUTTAVIEN ERIKOISKULJETUSTEN MÄÄRÄ

1 LÄHTÖAINEISTO

Silloille normaalijännityksiä suurempia jännityksiä aiheuttavien erikoiskuljetusten määrän selvittämiseksi on tutkittu TVH:n sillanrakennustoimiston antamat lausunnot 27.10.1976...07.03.1978 väliseltä ajalta. Käytäntönä on ollut, että TVH:n Käyttöosaston liikennetoimisto pyytää sillanrakennustoimistolta lausunnon ennenkuin myöntää luvan erityisen raskaille kuljetuksille. Lähtöaineistoon eivät sisälly kaikki ylliraskaat kuljetukset. Osalle kuljetuksista on voitu myöntää lupa aiempien lausuntojen tai muun tiedon perusteella. Tutkimusaineisto käsittää noin 0.2 % telipainoiltaan ylliraskaiden (>16 t) kuljetusten vuosittaisesta määrästä. Vastaavasti aineisto käsittää noin 23 % yli 30 tonnin telipainoisten erikoiskuljetusten vuosittaisesta määrästä.

Sillanrakennustoimiston lausunnosta on yleensä saatu seuraavat tiedot:

- kuljetusluvan anoja
- kuljetettava(t) esineet
- kuorman paino
- akselipainot
- akselivälit
- kuljetuksen korkeus ja leveys
- kuljetusreitti
- mahdolliset lisäehdot esim. kuljetuksen valvonnasta
- kuljetuksen laji (H-, V- tai HV-kuljetus).

Tutkimusaineistossa ylliraskaat kuljetukset on jaettu kolmeen seuraavaan ryhmään:

1. H-kuljetus = harvinainen kuljetus
2. V-kuljetus = valvottu kuljetus
3. HV-kuljetus = harvinainen, valvottu kuljetus.

Valvotuissa kuljetuksissa on mukana TVL:n edustaja, joka ohjaa kuljetuksen esim. silloilla tiettyä ajolinjaa pitkin.

Epäselvissä tapauksissa on kuljetusmäärät ja mahdolliset kuljetusten suorittamatta jättämiset tarkistettu kuljetusten valvojilta tai luvan anojilta.

2 TUTKIMUSTULOKSET

2.1 Lupa- ja kuljetusmäärät

Sillanrakennustoimisto on 27.10.1976...07.03.1978 antanut yhteensä 95 lausuntoa, joissa puolletaan vähintään yhtä ylliraskasta kuljetusta. Lausuntojen tietojen ja suoritettujen tiedustelujen perusteella on em. lupien kuljetusmääräksi saatu 192 kpl, joka vastaa noin 140 kuljetusta vuodessa. Lupa- ja kuljetusmäärien jakautuminen H-, V- ja HV-kuljetuksiin on esitetty taulukossa 1. Valvotuista kuljetuksista n. 70 % (44 kpl) on Tornionjoen siltapalkkien kuljetuksia nykyisen sillan yli. Taulukon lukuihin eivät sisälly puolustuslaitokselle myönnetyt yleisluvut.

Taulukko 1

SILLANRAKENNUSTOIMISTON LUVAT 27.10.76-7.3.78
JA LUVILLA SUORITETUT KULJETUKSET

	HV	V	H	Yhteensä	Keskim. kpl/v
Lupia kpl	3	11	81	95	70
Kuljetuksia kpl	6	60	126	192	140
Kuljetuksia keskimäärin kpl/v	4	44	92		140

2.2 Kuljetusten painojakautumat

Taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty tutkituilla luvilla suoritettujen kuljetusten painojakautumat. Sallitut painot on ylitetty eniten telipainon osalta. Keskimääräinen telipaino on ollut 36.3 t eli yli kaksinkertainen verrattuna sallittuun arvoon 16.0 t.

Tutkitussa aineistossa keskimäärin 40 kuljetusta vuodessa on ollut kokonaispainoltaan yli 80 t ja 10 kuljetusta yli 120 t.

Suurimman akselipainon suhteen ylitykset sallittuun arvoon 10.0 t ovat olleet pieniä. Keskimäärin 93 kuljetusta vuosittain on ollut suurimmalta akselipainoltaan 10.1...16.0 t.

Taulukko 2

HV-, V- JA H-KULJETUSTEN KOKONAISPAINOT 27.10.76-7.3.78
MYÖNNETYILLÄ SILLANRAKENNUSTOIMISTON LUVILLA

Kok.p. (t)	HV-kulj. kpl	V-kulj. kpl	H-kulj. kpl	Yhteensä kpl	%	Keskim. kpl/v
≤ 42.0	3	2	7	12	6	9
42.1- 60.0	0	47	41	88	46	64
60.1- 80.0	1	1	35	37	19	27
80.1-100.0	2	0	19	21	11	15
100.1-120.0	0	2	18	20	11	15
120.1-140.0	0	4	6	10	5	7
140.1-220.0	0	4		4	2	3
Yhteensä	6	60	126	192	100	140
Keskim. paino (t)	60.6	67.3	70.9	69.4		

Taulukko 3

HV-, V- JA H-KULJETUSTEN MAKSIMITELIPAINOT 27.10.76-7.3.78
MYÖNNETYILLÄ SILLANRAKENNUSTOIMISTON LUVILLA

Max. teli- paino (t)	HV-kulj. kpl	V-kulj. kpl	H-kulj. kpl	Yhteensä kpl	%	Keskim. kpl/v
Telitön	3	0	1	4	2	3
≤ 16.0		2	3	5	3	4
16.1- 30.0		47	46	93	49	68
30.1- 50.0	3	7	56	66	34	48
50.1- 70.0		0	10	10	5	7
70.1- 90.0		0	2	2	1	1
90.1-110.0		0	8	8	4	6
110.1-160.0		4		4	2	3
Yhteensä	6	60	126	192	100	140
Keskim. paino (t)	44.0	33.7	37.0	36.3		

Taulukko 4

HV-, V- JA H-KULJETUSTEN MAKSIMIAKSELIPAINOT 27.10.76-7.3.78
MYÖNNETYILLÄ SILLANRAKENNUSTOIMISTON LUVILLA

Max. akselipaino (t)	HV-kulj. kpl	V-kulj. kpl	H-kulj. kpl	Yhteensä kpl	%	Keskim. kpl/v
≤10.0	1	3	55	59	30	43
10.1-12.0	2	46	47	95	49	70
12.1-16.0		11	21	32	17	23
16.1-20.0	3		2	5	3	3
20.1-24.0			1	1	1	1
Yhteensä	6	60	126	192	100	140
Keskim. paino (t)	15.2	10.8	10.4	10.7		

2.3 Kuljetusmatkat

Sillanrakennustoimiston lausunnoissa ilmoitettujen kuljetusreittien perusteella on laskettu suoritettujen kuljetusten matkat. Keskimääräiseksi kuljetusmatkaksi on saatu 320 km. Vuoden 1976 erikoiskuljetustutkimuksen mukaan kyseisen vuoden kaikkien erikoiskuljetusten keskimääräinen matka on ollut 75...125 km. Tutkittujen kuljetusten matkat on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5

HV-, V- JA H-KULJETUSTEN MATKAT 27.10.76-7.3.78
MYÖNNETYILLÄ SILLANRAKENNUSTOIMISTON LUVILLA

	HV-kulj.	V-kulj.	H-kulj.	Yhteensä	Keskim./v.
Kuljetukset kpl	6	60	126	192	140
Kuljetusmatkat yht. km	3 600	17 000	40 400	61 000	45 000
Keskim. kuljetusmatka km	600	280	320	320	320

2.4 Siltojen ylitykset

TVL:n vuoden 1977 toimintakertomuksen mukaan vuodenvaihteessa 1977/1978 oli maassamme maanteitä yhteensä 40 126 km. Samana ajankohtana oli maanteillä siltoja yhteensä 5 654 kpl. Maanteillä siltojen keskimääräinen välimatka oli siis 7.1 km. Raskaiden erikoiskuljetusten reitit ovat yleensä maanteillä ja vain hyvin lyhyitä matkoja paikallisteillä. Näin ollen tutkittujen erikoiskuljetusten reitillä on keskimäärin ollut 45 siltaa ja vuoden aikana on

siltojen ylityksiä keskimäärin ollut yhteensä 6 300 kpl. On kuitenkin huomattava, että sillanrakennustoit-
miston lausunnoissa mainitut kuljetukset eivät aiheu-
ta läheskään jokaisella reitin sillalla normaalia suu-
rempia jännityksiä.

3 SILLOILLE AIHEUTUVISTA VAURIOISTA

Erikoiskuljetuslupia myönnettäessä on lähtökohtana ollut se, ettei kuljetus saa aiheuttaa sillalle vauriota. Tämä on tarvittaessa varmistettu lujuusopillisin laskelmin ja tutkittu siltaan syntyviä jännityksiä kuljetuksen aikana. Tarkastelu on suoritettu teoreettisesti sillan rakennetietojen pohjalta. Kokemusperäistä mittausaineistoa on maassamme erittäin vähän käytettävissä.

Tutkimuksen aikana on haastateltu muutamien TVL:n piirien silta-insinöörejä. Näissä ei ole ilmennyt yhtään tapusta, joissa raskas erikoiskuljetus olisi aiheuttanut sillalle vaurioita. Silloissa esiintyneiden rikkoutumien syinä voi olla useitakin tekijöitä, joiden erillisiä vaikutuksia on vaikea selvittää.

Silloille tiedetään sen sijaan aiheutuneen monesti vaurioita ylileveiden tai ylikorkeiden kuljetusten yrittäessä kulkea liian pienestä silta-aukosta. Nämäkin tapaukset ovat olleet yleensä luvattomia erikoiskuljetuksia.

Siltojen kunnossapitokustannuksia ei ole eritelty muista kunnossapitokustannuksista tarkasti, mutta haastattelujen perusteella arvioidaan niiden osuuden olevan noin 1...5 % kaikista teiden kunnossapitokustannuksista eli noin 6...30 milj. mk/v. Siltojen kunnossapito on yleensä maalausta, puhdistusta, reunapalkkien ja vesieristysten korjausta sekä muita pieniä toimenpiteitä, eikä niiden ole katsottava johtuvan mainittavasti erikoiskuljetuksista.

Raskaiden erikoiskuljetusten vaikutus sillan käyttökään on melko vaikeasti selvitettävissä monien asiaan vaikuttavien tekijöiden vuoksi. Yleisesti voidaan todeta, että nykyiset raskaatkaan erikoiskuljetukset eivät tavallisesti pysty aiheuttamaan sillan välitöntä sortumista. Sen sijaan erittäin suuri kuormitus voi aiheuttaa siltaan pysyviä muodonmuutoksia sekä usein toistuessaan vaurioittaa siltaa.

Sillan kestävyys raskaiden erikoiskuljetusten alla voivat vaikuttaa mm. seuraavat tekijät:

- sillan rakennesysteemi
- erikoiskuljetuksen kuormitusasento sillalla
- muut samanaikaisesti vaikuttavat kuormat
- sillan lujuuden muuttuminen iän funktiona (betonin kovettuminen)
- kuormitusten toistuvuus
- dynaamiset tekijät
- säätekijät (pakkashauraus)
- valmistuksesta johtuvat tekijät (materiaalit).

Edelliset tekijät ovat monesti vaikeasti hallittavissa teoreettisilla laskelmilla.

