

Ta

LIIKENNEVIRRRAN ONNETTOMUUSPOTENTIALI KULJETTAJAN KÄYTTÄYTYMISEN VALOSSA

TIE-JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIESUUNNITTELUOSASTO

TVH 2.623

HELSINKI 24.9.1974

LIIKENNEVIRRRAN ONNETTOMUUSPOTENTIALIAALI KULJETTAJAN
KÄYTTÄYTYMISEN VALOSSA
Fil.kand. Heikki Summala

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIESUUNNITTELUOSASTO
HELSINKI 24.9.1974

ALKUSANAT

Liikenneonnettomuustilastoihin perustuvan liikenneturvalisuustutkimuksen vaikeutena on mm. pitkä tietojen keruu-aika sekä se, että havaintoaineisto usein jää liian pieneksi tilastollisten johtopäätösten tekemiseksi tiettyjä yksityiskohtia tutkittaessa. Tästä syystä on turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä pyritty selvittämään myös uusilla tutkimusmenetelmillä.

Tärkeän ryhmän muodostavat tutkimusmenetelmät, joissa liikennettä tarkkailemalla pyritään määrittämään tietyn tienkohdan onnettomuuspotentiali. Oheisessa tutkimuksessa on onnettomuuspotentialin määrittämisiongelmaa lähestetty tarkastelemalla kuljettajan käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä liikennevirrassa.

Tutkimuksen on tehnyt tie- ja vesirakennushallituksen toimeksiannosta fil.kand. Heikki Summala. Tilaajan asiamiehenä on toiminut dipl.ins. Teuvo Puttonen tiesuunnitteluosaston teknillistaloudellisesta toimistosta. Asiantuntija-apua ovat tutkimuksen kuluessa antaneet dosentti Risto Näätänen sekä yli-ins. Kirill Härkänen.

Dipl.ins. Teuvo Puttonen

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. Onnettomuuspotentiaali ja turvamarginaali: johdatus aiheeseen	1
2. Teoreettinen osa: kuljettajan käyttäyty- minen	4
2.1 Johdanto	4
2.2 Kuljettajan käyttäytymisen kriittiset osa- tekijät: malli	4
2.21 Havainto	7
2.22 Havainnollinen ennakointi	8
2.23 Subjektiivinen riski	9
2.24 Motivaatio	11
2.25 Päätöksenteko	13
2.26 Valppaus	15
2.3 Kuljettajan käyttäytyminen ja turvamarginaali	15
3. Kokeellinen osa: ohituspyrkimys ja turva- marginaali	18
3.1 Ongelma	18
3.2 Menetelmä	18
3.21 Muuttujat	18
3.22 Mittauspaikka	20
3.23 Koeasetelma	21
3.3 Tulokset	23
3.31 Yleistä	23
3.32 Aikavälit	24
3.33 Aikavälien muutokset	29
3.34 Ajolinjat	40
3.35 Ajolinjat ja aikavälit	41
3.36 Ajolinjojen muutokset ja aikavälit	46
3.37 Ajolinjat ja vastaantulijat	48
3.4 Tulosten tarkastelu	50
4. Onnettomuuspotentiaali ja kuljettajan käyttäytyminen	60
Lähdeluettelo	63
Liitteitä 18 kpl	

ABSTRACT

In the theoretical part of study, a model for motivational factors in drivers' decision-making was introduced according to which small safety margins--and thus the elevated accident potential-- on the highway were attributed to drivers' motivational pressure for, e.g., fast driving. For example, a driver's desire to overtake a slower vehicle may lead to "cornering", i.e., he may follow that vehicle with a very small headway which does not allow time enough for unexpected hazards. In the experimental part of the study, overtaking was temporarily prohibited on a 1.2 km long section of a two-lane highway. A statistically significant effect on car-following behavior was found: small headways (≤ 1.25 sec.) were lengthened in comparison with control periods. The vehicles with a small headway seem also to have moved to the right in response to an oncoming car when overtaking was prohibited while no such effect on the lateral placement of cornering vehicles was found in control periods. Conclusion was drawn that the desire for overtaking, which in this study was apparently inhibited by a prohibition, really seems to lead to small safety margins and thus an elevated accident potential.

1. ONNETTOMUUSPOTENTIALIAALI JA TURVAMARGINAALI:
JOHDATUS AIHEESEEN

Liikenneonnettomuuksien torjuntatyölle on vieläkin suurelta osin ominaista se, että vasta vahingosta (tai monista vahingoista) viisastutaan. Vasta kun "riittävän monesta" samanlaisesta autosta todetaan onnettomuuden yhteydessä jonkin osan pettäneen, ryhdytään toimenpiteisiin, ja vasta kun johonkin tien kohtaan havaitaan kasaantuvan onnettomuuksia, suoritetaan tarpeelliset parannustoimet. Tämä tietenkin tietää aina ihmisuhreja ja aineellisia menetyksiä, ja onnellista olisikin, jos ko. viat ja "mustat pisteet" voitaisiin todeta ja korjata ennen kuin onnettomuuksia tapahtuu.

Auton teknisten vikojen suhteen ennalta ehkäisy on periaatteessa pitkälle mahdollista eikä se edes ole kustannuksiltaan kohtuutonta (tiukemmat vaatimukset ja tarkempi valvonta eivät liene mitenkään ylivoimaisia), mutta tiiverkon suhteen asia on aivan toinen. Tiestö on jo olemassa, ja suuri osa siitä rakennettu silloin, kun liikenne oli vielä vähäistä ja verkkaista ja liikenneturvallisuustutkimus vasta alullaan; toisaalta keinot onnettomuuksien ennalta ehkäisyyn eivät vieläkään ole itsestäänselvät.

Keskeinen käsite onnettomuuksien ennalta ehkäisyä ajattelun on onnettomuuspotentiaali. Eri tilanteissa ja eri tasoilla se voidaan tulkita hieman eri tavoin. Esim. liikenteen yleensä kasvaessa lisääntyy vaaralle alttiina olon määrä (accident exposure; ks. esim. Chapman, 1973) eli onnettomuuspotentiaali. Toisaalta voidaan tarkastella tien kaarretta, jolla on tietty (eri olosuhteissa vaihteleva) maksiminopeutensa, jota nopeammin ajavat suistuvat puhtaasti mekaniikan lakien mukaan erittäin todennäköisesti tieltä. Jokaisella autolla voidaan sanoa olevan tuossa kaarteessa tieltä suistumisen suhteen turvamarginaali, joka on sen nopeuden ja em. kaarteiden "maksiminopeuden" erotus. Mitä pienempi on autojen keskimääräinen turva-

marginaali (tai mitä suurempi on tietyn "kriittisen rajan" alittavien turvamarginaalien määrä eli - eräessä mielessä - vaaralle alttiina olevien määrä), sitä suuremman voidaan katsoa kaarteiden onnettomuuspotentiaalin olevan (tieltä suistumisen suhteen).

Kaarre-esimerkissä maksiminopeuden ja toisaalta vähimmäisturvamarginaalin määrääminen on vielä suhteellisen helposti tehtävissä¹, ja myös tarvittaessa on keinoja tilanteen parantamiseen löydettävissä. (Jo yleisillä nopeusrajoituksilla on todettu olevan suotuisa vaikutus erityisesti erillisonnettomuuksiin, ja pistekohtaisista nopeusrajoituksista ja -suosituksista on lupaavia tuloksia; ks. esim. Häkkinen, Leinonen & Ratilainen, 1965; Komiteanmietintö 1972: B 51).

Kaikkissa tapauksissa asia ei kuitenkaan - ainakaan toimenpiteiden suhteen - ole näin yksinkertainen. Esim. vuosikausia on korostettu riittävän etäisyyden säilyttämistä edellä ajavaan, mutta voidaan epäilemättä sanoa, että riittämättömiä etäisyyksiä siitä huolimatta esiintyy runsaasti. (Tästä osoitukseksi riittää se, että peräänajoja yleensä sattuu: tällöin turvamarginaali on ollut liian pieni). Tässä tapauksessa siis yksi keino, kehotukset riittävien etäisyyksien säilyttämiseen, ei ole vähentänyt (tai ainakaan poistanut) ko. onnettomuuspotentiaalia. Toisaalta ei myöskään ole selvää, kuinka tällaiseen onnettomuuspotentiaaliin muulla tavoin voitaisiin vaikuttaa. Ennen kuin keinoja siihen vaikuttamiseksi voitaisiinkaan löytää, on ilmeisesti etsittävä syitä siihen, miksi etäisyydet edellä ajavaan ovat niin pieniä.

¹ On muistettava, että onnettomuudet yleensä ovat useiden tekijöiden seurausta: tie voi olla poikkeuksellisen liukas ja auton renkaat kuluneet, puhumattakaan tekijöistä jotka riippuvat suoranaisesti kuljettajasta ja muista kuljettajista (ks. esim. Häkkinen, Kaukinen & Tallqvist, 1969, 6-9). Periaatteessa nämä kaikki tulisi ottaa huomioon tällaista vähimmäisturvamarginaalia määrättäessä.

Seuraavassa osassa tarkastellaankin yleisesti niitä syitä, jotka johtavat liian pieniin turvamarginaaleihin. Siinä yhteydessä joudutaan tarkastelemaan laajemmin kuljettajan käyttäytymistä, jolloin myös esitetään malli kuljettajan käyttäytymiseen vaikuttavista tekijöistä. Kolmannessa osassa esitetään kokeellista aineistoa toisen osan tarkastelujen tueksi ja neljännessä osassa tarkastellaan onnettomuuspotentiaalia ja etsitään keinoja siihen vaikuttamiseksi kuljettajan käyttäytymisen valossa.

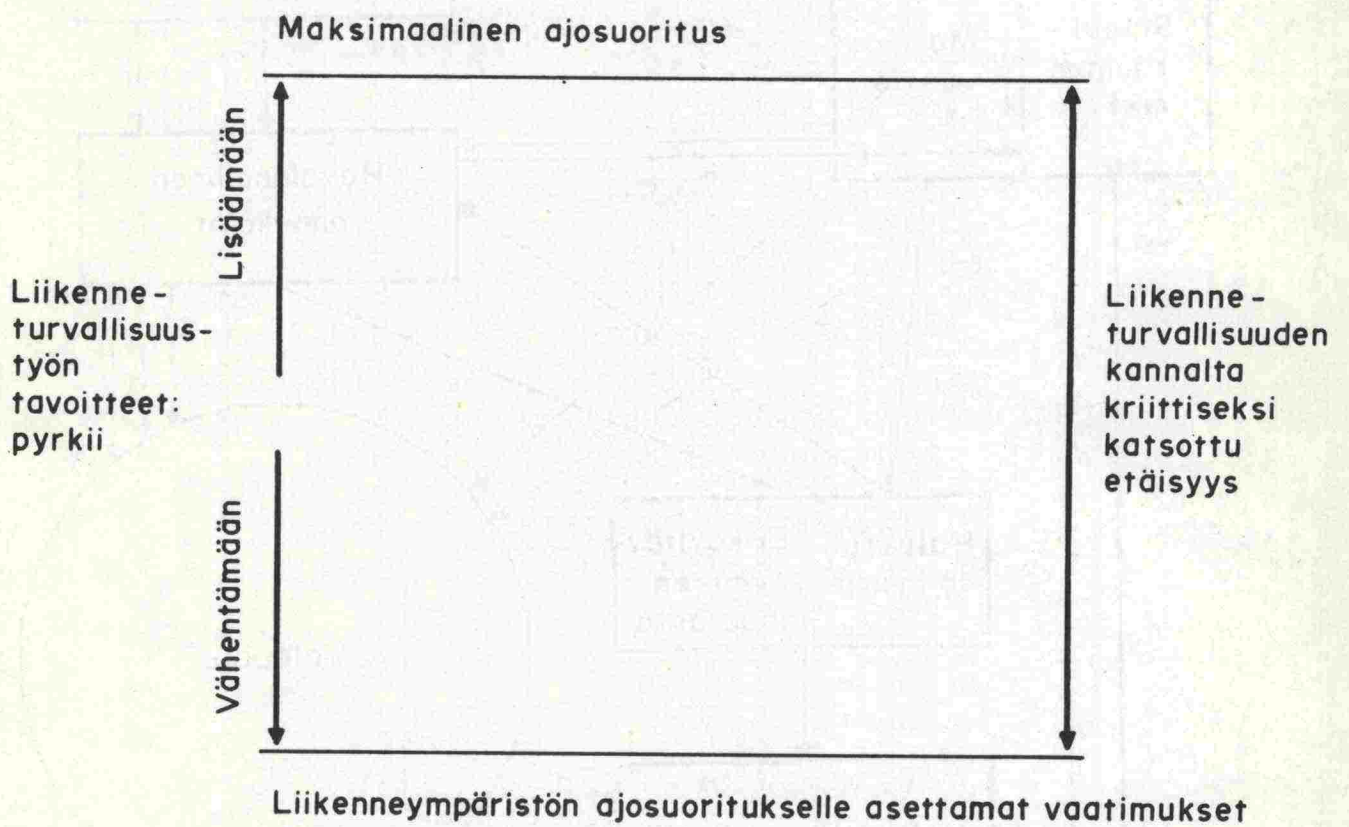
2. TEOREETTINEN OSA: KULJETTAJAN KÄYTTÄYTYMINEN

2.1 Johdanto

Liikenneturvallisuustyössä näyttää eräs tärkeä periaate hyvin usein unohdetun. Liian vähän huomiota on kiinnitetty siihen, että kuljettajat (ja yleensä tienkäyttäjät) voivat hankalissa liikennetilanteissa kompensoida tehtävänsä vaikeutta esim. vähentämällä nopeuttaan tai tehostamalla valppauttaan. Kun liikenneturvallisuustyössä on pyritty toisaalta helpottamaan kuljettajan tehtävää ja toisaalta lisäämään hänen taitojaan (ks. kuva 1), on katsottu, että tämä riittää ja unohdettu, että kuljettajat lopultakin itse (yleensä) säätelevät tehtävänsä vaikeusasteen. On esimerkiksi olemassa tutkimustuloksia, joiden mukaan tien pientareiden levittäminen ei ole vähentänyt onnettomuuksia (Blensly & Head, 1960; Belmont, 1956; ks. Arthur D. Little, 1966, 139). Toisaalta korrelaatiot erilaisten ajamiseen liittyvien taitojen ja onnettomuuksien välillä ovat yleensä olleet pieniä tai nollakorrelaatioita (Adams, 1970; Planek, 1971). Jos kuvan 1 kaavio olisi riittävä onnettomuuksien torjuntatyön perustaksi, pientareiden levittämisen ja ajotaidon parantamisen pitäisi väistämättä vähentää onnettomuuksia - pitäisihän niiden lisätä turvamarginaaleja. Näin ei kuitenkaan aina näytä käyvän, ja siksi onkin syytä tarkastella, mitä kuljettaja todella liikenteessä tekee ja mitkä tekijät hänen käyttäytymiseensä vaikuttavat, eikä pelkästään hänen (maksimaalista) ajotaitoaan ja liikenneympäristön hänelle asettamia vaatimuksia.

2.2 Kuljettajan käyttäytymisen kriittiset osatekijät: malli

Kuvassa 2 on esitetty kaavio kuljettajan käyttäytymiseen vaikuttavista tekijöistä ja näiden keskinäisistä



Kuva 1. Kaavio liikenneturvallisuustyön tavoitteista

vaikutussuhteista. Seuraavassa näitä tekijöitä tarkastellaan kohta kohdalta.²

2.21 Havainto

Kuljettaja on ajaessaan jatkuvasti vaihtelevassa ärsykeympäristössä. Ärsykyksiä hän saa tiestä ja sen ympäristöstä, muista tienkäyttäjistä, omasta autostaan, omista ruumiin-toiminnoistaan, ja mahdollisesti myös matkustajista tai autoradiosta, ja tästä kaikesta hänen tulisi havaita kaikki turvallisen liikenteen kannalta olennainen (ks. nuoli Ärsykeympäristö-Havainto).

Havainto on aina valikoivaa, koska ihminen ei pysty havaitsemaan kaikkea, mitä hänen ympärillään tapahtuu. Siihen, mitä havaitaan, vaikuttavat kulloisetkin motiivit (Motivaatio-Havainto): yleensä havaitaan se, mikä kulloinkin on tärkeää. Esim. liikennemerkkeistä on todettu havaittavan normaalisti noin puolet, mutta kun nimenomaan liikenne-merkkien tarkkailu annetaan koehenkilöiden tehtäväksi, he pystyvät pitkälläkin matkalla huomaamaan merkkejä erittäin hyvin (Summala & Näätänen, 1974).

Toisaalta motivaatio vaikuttaa havainnon laatuun. Näätäsen (1972a) tutkimuksessa koehenkilöiden tehtävänä oli arvioida kahden ärsyksen välinen aika, minkä jälkeen he saivat katsottavakseen sekuntikellon, jolla ko. aika oli otettu. Parhaiten arviointitehtävässä suoriutuvalle luvattiin suurehko rahapalkinto. Kellon lukemisessa esiintyneiden virheiden voitiin todeta olleen pääasiassa ajanarviointivirheiden suuntaisia. Liian lyhyitä arvioita seurasi usein ajan lukeminen liian lyhyeksi, kun taas liian pitkien arvioiden jälkeen esiintyi tendenssi lukea ajat liian pitkiksi. Tämä havainnon vääristymisilmiö johtui koehenkilöiden motiivista voittaa rahapalkinto; pienempi arviointivirhehän merkitsisi lisääntyneitä mahdollisuuksia.

² Esitys perustuu artikkeliin Näätänen & Summala (1974): A model for the role of motivational factors in drivers' decision-making.

sia palkinnon voittamiseen (ks. Näätänen, 1972b,107). Liikennetilanteessa tällainen motivaation vaikutus havaintoon merkitsee esim. sitä, että ajonopeus tuntuu kiireessä pienemmältä kuin silloin, kun mitään kiirettä ei ole.

Havainnossa on myös systemaattisia (suuruudeltaan usein motiivien mukaisesti vaihtelevia) vääristymiä. Ajoneuvojen nopeudet arvioidaan liian pieniksi ja lisäksi siten, että virhe on korkeammassa nopeuksissa suurempi. Toisaalta etäisyydet arvioidaan liian suuriksi (ks. esim. Häkkinen, 1963). Myös suuriin nopeuksiin tottuminen (sensorinen adaptaatio) on liikenneturvallisuuden kannalta vaarallinen ilmiö.

2.22 Havainnollinen ennakointi

Voidakseen ollenkaan liikkua liikenteessä kuljettajan täytyy pystyä ainakin jossain määrin oikein ennakoimaan, mitä seuraavana hetkenä tapahtuu. Tässä yhteydessä ennakoinnilla (expectancy) tarkoitetaan sitä, että kuljettaja lähes havainnon kaltaisella varmuudella odottaa esim. lähestyvän auton jatkavan samaan suuntaan samalla nopeudella.

Ns. tunneliefekti (ks. Michotte, 1963) valaisee hyvin tätä ilmiötä. Jos katsellaan vaikkapa pienoisrautatiellä junan menoa tunneliin, voidaan ikään kuin seurata sen kulkua tunnelissa, koko ajan "tiedetään", missä kohti se on menossa, ja "tiedetään" myös etukäteen tarkalleen se hetki, jolloin juna tulee ulos tunnelista, vaikka tällaiselle tiedolle ei olekaan mitään ärsykeperustaa; eihän junaa tunnelissa voi nähdä. Jos juna pysäytetään tai sen nopeutta muutetaan sen ollessa näkymättömissä, tuntuu se yllättävältä.

Motivaatio vaikuttaa myös ennakointiin. Kiireinen autoilija saattaa esim. lähteä ohittamaan tilanteessa, jossa vähemmän kiireinen ei lähtisi, ts. hän ennakoi

tilanteessa tapahtuvat muutokset ohitukselle suotuisammiksi kuin tuo vähemmän kiireinen autoilija.

2.23 Subjektiiivinen riski

Liikenneturvallisuuden kannalta hyvin keskeinen tekijä kaaviossa 2 on subjektiiivinen, kuljettajan kokemaa riski, joka voi olla joko onnettomuuden tai poliisin väliintulon uhan aiheuttamaa. Se käsitetään tässä eräänlaiseksi varoitusvaloksi, joka syttyy, kun kuljettaja säikähtää jotain havaintonsa (Havainto-Subjektiiivinen riski) tai ennakointinsa (Havainnollinen ennakointi-Subjektiiivinen riski) perusteella.

Subjektiiivisella riskillä voidaan katsoa olevan (a) välittömiä vaikutuksia käyttäytymiseen ja (b) vaikutuksia tulevaan päätöksentekoon (pääasiassa samankaltaisissa tilanteissa).

Välittömät vaikutukset. Jokaiselle lienee tuttu kokemus säikähdys, jonka liian suurella nopeudella kaarteeseen tulon aiheuttama yllättävä luisuminen saa aikaan. Tällöin kämmenet kostuvat³, pulssi kiihtyy, ja nopeutta yleensä hiljennetään välittömästi.

Kun Syvänen (1971) tutki näkyvän valvonnan vaikutuksia kuljettajan käyttäytymiseen, hän havaitsi, että tien viereen pysäköity poliisiauto sai kuljettajat (vähäksi aikaa) vähentämään nopeuttaan, ajamaan lähempänä tien reunaa ja tekemään vähemmän keskiviivan ylityksiä. Voitaneen sanoa, että nämä vaikutukset aiheutuivat

³ Subjektiiivisen riskin fysiologisena mittarina voidaankin käyttää ihon sähkönjohtokyvyn muutoksia (GSR). Menetelmä perustuu siihen, että pelästyttyäessä autonomisen hermoston hermottomat hikirauhaset alkavat toimia ja ihon vastus pienenee (ks. esim. Sternbach, 1966: laajemmin GSR:n käytöstä subjektiiivisen riskin mittarina ks. Näätänen & Summala, 1974). Myös pulssifrekvenssiä voidaan käyttää samaan tarkoitukseen (ks. esim. Rutley & Mace, 1972).

subjektiivisesta riskistä, jota kuljettajat kokivat nähdessään poliisiauton. Tätä tukee Hulbertin (1957) tulos jonka mukaan liikennepoliisin näkeminen sai kuljettajassa aikaan GSR-reaktion.

Subjektiivista riskiä aiheuttavat luonnollisesti myös muut autoilijat toiminnoillaan. Varsin mielenkiintoinen on Prestonin (1969) tutkimus kaupunki- ja maantieliikenteen eroista. Hänen mukaansa kaupunkiliikenteessä useimmat GSR-reaktiot ovat muiden aiheuttamia, kun taas maantieajossa ne aiheuttaa yleensä kuljettaja itse omilla toiminnoillaan. Tämä kuvastaa nimenomaan sitä, että maantieajossa kuljettaja itse säätelee tehtävänsä vaikeusasteen, mihin hänellä ei kaupunkiliikenteessä ole mahdollisuuksia: "Tiheässä liikenteessä kuljettajalla on vähän valinnanvaraa nopeutensa tai sen suhteen, ohittaako vai ei; hänen täytyy vain mennä virran mukana; toisin sanoen, tehtävä on pakkotahtinen" (Preston, 1969, 439).

Vaikutukset tulevaan päätöksentekoon. Jos kuljettaja on ollut vähällä ajaa ulos mutkasta, hän varmasti ajaa tuon mutkan seuraavilla kerroilla huomattavasti varovaisemmin; ts. hän jättää suuremman turvamarginaalin (vrt. 1). Vastaava ilmiö voidaan löytää vaikkapa laboratoriossa: Kun reaktioaikakokeessa koehenkilön tehtävänä on reagoida mahdollisimman nopeasti tiettyyn ärsykkeeseen, ja hän yrittää liikaa, ts. reagoi ennen kuin ärsyke annetaan, hän on seuraavilla kerroilla hyvin varovainen, jolloin reaktioajat muodostuvat pitkiksi (Rabbitt, 1966; Kornblum, 1969).

Subjektiivisen riskin luonne. Edellä todettiin, että subjektiivinen riski tässä käsitetään varoitusvaloksi; ts. kuljettaja kokee riskin vain silloin tällöin ja ajalee suurimman osan ajasta kaikessa rauhassa. Tämä on vastoin suhteellisen yleistä käsitystä, jonka mukaan kuljettaja toimii jatkuvasti tietyllä subjektiivisen riskin tasolla; tätä riskiä hän sietää hyö-

tyessään riskiä aiheuttavasta käyttäytymisestään esim. nopeamman etenemisen muodossa (ks. esim. Taylor, 1964; Cownie, 1970; Hurst, 1971). Mikäli jälkimmäinen käsitys pitäisi paikkansa, olisi todella vaikea ymmärtää esim. autonkuljettajien haluttomuutta turvavöiden käyttöön huolimatta laajamittaisista kampanjoista (ks. esim. Russell, 1971), onhan turvavöiden käyttö lukuisissa tutkimuksissa osoitettu erittäin hyödylliseksi onnettomuuden sattuessa. Jos kuljettaja kokisi jatkuvasti onnettomuusriskiä, hän varmasti näkisi sen vähäisen vai- van, joka turvavyön kiinnittämisessä on, ja toisaalta hän tuskin myöskään jättäisi henkeään niin pienten turvamargi- naalien varaan kuin usein esim. toisen perässä ajaessaan.

Subjektiiivisen riskin vähäisyyttä tai puuttumista edistä- vät monet seikat. Esim. sensorinen adaptaatio (ks. 2.21) saa aikaan sen, että suuretkin nopeudet tuntuvat aivan turvallisilta. Samoin aivan ilmeisesti aliarvioidaan on- nettomuuksissa syntyvien voimien suuruutta; kuvitellaan- pa joskus suorastaan, että onnettomuuden sattuessa voi kojelautaa ja tuulilasia vasten iskeytymisen välttää omil- la käsivoimillaan!

Subjektiiiviselle riskille annetaan tässä mallissa tärkeä asema keskeisenä vaarallista liikennekäyttäytymistä ehkäi- sevänä (inhiboivana) tekijänä. Tämä koskee nimenomaan ti- lanteita, joissa kuljettaja itse voi säädellä tehtävänsä vaikeusastetta, kuten yleensä maantieajossa. Kaupunkiajos- sa (ja ruuhkassa) suurempi rajoittava tekijä sen sijaan on muu liikenne.

2.24 Motivaatio

Yllyttävän (eksitatorisen) komponentin kuljettajan käyt- täytymisessä muodostavat erilaiset motiivit (muut kuin subjektiivinen riski, joka tietenkin myös on motivoiva tekijä), jotka riippuvat mm. hänen persoonallisuudestaan

ja mielentilastaan. Pysyvänluontoisista motiiveista on erityisesti aggressiivisuuden todettu vaikuttavan ajokäyttäytymiseen ja onnettomuuslukuihin (Whitlock, 1971). Pysyvänluontoisiksi on katsottava myös ns. hedonistiset motiivit. Vauhti ja varsinkin sen lisääminen, kiihdytys, tuottavat mielihyvää, mutta sen vähentäminen koetaan usein negatiivisen sävyiseksi. On myös monia lyhytaikaisia ja muuttuvia motiiveja (jotka puolestaan ovat riippuvaisia persoonallisuuden rakenteesta ja pysyvämmistä motiiveista). Tällaisia ovat erilaiset päämäärät, joko liikennetilanteessa tai sen ulkopuolella syntyneet (esim. pyrkimys päästä paikasta toiseen mahdollisimman nopeasti), käyttäytymismallit, itsetehostus ja pätemisen tarve (esim. kuljettajan halu vakuuttaa matkustajille ja muille tien käyttäjille, että hänen autonsa kyllä kulkee); saattaapa motiivina olla suoranainen vaaratilanteiden etsiminenkin. (Erilaisia motiiveja on laajemmin käsitellyt Näätänen, 1972b, 98-147).

Motivaatio vaikuttaa päätöksentekoon (2.25) monta eri tietä (ks. kuva 2):

- (a) motivaation vaikutus havaintoon;
- (b) motivaation vaikutus ennakointiin;
- (c) motivaation vaikutus subjektiiviseen riskiin;
- (d) motivaation vaikutus haluttuun toimintaan.

Kohtia a ja b on jo käsitelty edellä (2.21 ja 2.22). Sellaiset vaikutukset ovat ilmeisiä, koska päätökset epäilemättä tehdään sen informaation pohjalta, jonka kuljettaja saa havainnoistaan ja odotuksistaan käyttämällä hyväkseen aikaisempia kokemuksiaan vastaavissa tilanteissa.

Kohtaa c tukee se havainto, että jos ihmiset syystä tai toisesta pitävät jostakin objektiivisesti vaarallisesta toiminnasta, he pyrkivät aliarvioimaan ottamansa riskin. Esim. tupakoivat pyrkivät kieltämään tai epäilevät tupakan vaarallisuutta osoittavia tuloksia - paljon tupakoivat kiivammin kuin vähän tupakoivat (Russell, 1971).

Ehkä tärkein tie "Motivaatiosta" "Päätöksentekoon" vie kuitenkin "Halutun toiminnan" kautta (d; ks. kuva 2). "Haluttu toiminta" (tai välitön tavoite tai pyrkimys) ilmentää kuljettajan vallitsevia motiiveja aktuaalisissa liikennetilanteessa; ts. kuljettajan motiivi (tai motiivit) konkretisoituu tietyssä tilanteessa haluttuna toimintana.

Jokapäiväinen kokemus maanteillä tukenee ajatusta välittömän tavoitteen heräämisestä kuljettajan mielessä. Esim. jouduttuaan hitaasti ajavan kuorma-auton taakse kiireisellä kuljettajalla on välittömästi voimakas halu päästä ohi, ja ohi hän yleensä meneekin heti, kun pienikin tilaisuus siihen avautuu. Sen sijaan, jos hän on rauhallisesti maise-mia katselemassa, hän saattaa samassa tilanteessa ajaa kilometrikaupalla kuorma-auton perässä.

Voitaneen myös sanoa, että kuljettajan ylllyttävillä motiiveilla on yleensä taipumus pienentää turvamarginaaleja ja näin lisätä onnettomuuspotentiaalia. Kun kiire synnyttää tavoitteen lisätä nopeutta, seuraavaan mutkaan tullessa on turvamarginaali ilmeisesti pienempi (ks. 1), tai jos tavoitteena on ohitus, tämä saattaa johtaa ohitusmahdollisuuden kärkkymiseen aivan edellä ajavan takana, jolloin turvamarginaali myös on pieni (vrt. 3.1).

2.25 Päätöksenteko

Ratkaisu liikennetilanteessa tehdään sen suhteen, suoritetaanko "haluttu toiminta" vai ei ("Haluttu toiminta" vs. "Ei käyttäytymisen muutosta"; ks. kuva 2). Siitä, kun "haluttu toiminta", esim. halu ohittaa saavutettu hitaampi ajoneuvo, syntyy, saattaa kulua pitkäänkin, ennen kuin tuo toiminta toteutetaan. Kuitenkin joka kerran, kun tulee vähänkin suurempi väli vastaantulevien autojen jonossa (tai vähänkin pitempi tyhjä suora mutkaisella tiellä), päätetään, suoritetaanko ohitus vai jatketaanko vielä

samalla tavalla toisen perässä.

Ratkaisu tehdään luonnollisesti sen informaation varassa, joka havainnon kautta liikennetilanteesta saadaan, samoin kuin sen kokemuksen perusteella, joka kuljettajalla vastaavista tilanteista on. Lisäksi päätöksentekoon vaikuttavat kuljettajan motivaatio ("halutun toiminnan" kautta) ja subjektiivinen riski. Viimeksi mainittu estää usein kuljettajaa toteuttamasta haluaansa toimintaa välittömästi silloin, kun se on mahdollista, mutta ei vielä turvallista.

Päätöksenteossa näyttää olevan kaksi peruskategoriaa; (a) aktiivinen, ts. päätöksenteko tilanteessa, jossa subjektiivinen riski ei ole herännyt, ja (b) reaktiivinen, jossa subjektiivinen riski on herännyt.

"Aktiivisessa" tapauksessa kuljettajan motivaatio on liikennetilanteessa synnyttänyt halutun toiminnan, joka pyritään toteuttamaan; tällöin ko. toimintaa (ja siihen liittyviä odotuksia) verrataan käyttäytymisen ennallaan jatkumiseen, ja mikäli halutun toiminnan toteuttamiseen (ao. odotuksiin) ei liity subjektiivista riskiä, se yleensä toteutetaan. Sellainen haluttu toiminta, johon liittyy subjektiivista riskiä, toteutetaan ilmeisesti vain hyvin voimakkaan motivaation vallitessa.

Jos kuljettajan subjektiivinen riski on herännyt, tässä tapauksessa reaktiivinen päätöksenteko (b) tähtää tilanteen muuttamiseen sellaiseksi, että subjektiivisen riskin lähde häviää. Tällöin ei käyttäytymisen jatkuminen ennallaan ("Ei käyttäytymisen muutosta") yleensä tule kysymykseen. (Monille kuljettajille reaktiivinen päätöksenteko näyttää usein merkitsevän vain pelkkää hätäjarrutusta tilanteesta riippumatta).

Ilmeisesti on myös tilanteita, joissa subjektiivinen riski ei johda toimintaan sen syyn poistamiseksi.

Taylor (1964) totesi, että kokemattomilla kuljettajilla GSR-reaktiot ovat huomattavasti yleisempiä kuin kokeneilla. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että toisin kuin kokeneet kuljettajat, kokemattomat eivät itse vapaasti säätele ajonopeuttaan (ja muutenkin ajotehtävänsä **vaikeutta**), vaan ajavat niin kuin muut autoilijat (tai matkustajat tai suorastaan he itse) heiltä odottavat (ts. vähintään niin kuin muutkin). Heidän tehtävänsä on toisin sanoen ainakin osittain pakkotahtinen, eivätkä he näin ollen subjektiivisen riskin herättyä pyri poistamaan sen syytä (esim. heille liian suurta nopeutta), vaan ajavat edelleen muiden mukana.

2.26 Valppaus

Päätöksenteko voi joskus merkitä käyttäytymisen muutosta, joka näkyy vain valppauden lisääntymisenä niinkuin kuljettaja komentaisi itseään: "Ole nyt varovainen!" tai "Varo tuota autoa - ajaja voi olla juovuksissa!" Tällaiset muutokset ilmeisesti selittävät esim. sen, että vaarallisiin paikkoihin asetetut pistekohtaiset nopeussuositukset eivät aina vaikuta ajonopeuksiin, mutta siitä huolimatta vähentävät onnettomuuksia (TVH/Tiesuunnitteluosasto, 1973).

Kuviossa 2 valppaus on hyvin keskeisellä sijalla monine siitä lähtevine ja siihen tulevine nuolineen. Voidaan sanoa, että kaikenlaiset muutokset, tapahtuivat ne ärsykeympäristössä tai organismin sisällä, vaikuttavat valppauteen (esim. Buckner & McGrath, 1963). Tällaiset muutokset ovat tärkeitä, vaikuttaahan valppaus mm. havaintoon, ja valppauden säilyttäminen riittävällä tasolla pitkien ajomatkojen aikana on liikenneturvallisuuden kannalta keskeisen tärkeää.

2.3 Kuljettajan käyttäytyminen ja turvamarginaalit

Edellä esitetyn mallin valossa voidaan nyt tarkastella,

mitkä tekijät pieniin turvamarginaaleihin johtavat.

Kuljettajan käyttäytymiselle on mallin mukaan ominaista, että kuljettaja itse säätelee tehtävänsä vaikeusasteen. Hänellä on aina liikenteessä liikkuessaan (niin kuin muulloinkin) erilaisia enemmän tai vähemmän pysyviä motiiveja, jotka tekevät ajosuorituksesta muuta kuin pelkän paikasta toiseen mahdollisimman turvallisesti siirtymisen. Ns. yllyttävät motiivit synnyttävät liikennetilanteessa välittöminä tavoitteinaan useimmiten nopeuden ja ohitusten lisäämistä.

Esim. kiireinen tai vauhdin hurmasta nauttiva kuljettaja pyrkii jatkuvasti lisäämään nopeuttaan, ja jos eteen ilmestyy hitaampi ajoneuvo, hän pyrkii ohittamaan sen. Samalla hän myös lisää tehtävänsä vaikeusastetta ja pienentää turvamarginaaleja. Näin yleensä jatkuu aina siihen hetkeen saakka, jolloin jokin ehkäisevä tekijä, keskeisimpänä subjektiivinen riski⁴, puuttuu peliin. Tällöin nopeutta alennetaan eikä enää lähdetä niin täpäriin ohituksiin; samalla tehtäväkin helpottuu ja turvamarginaalit kasvavat. Koetun riskin suuruudesta riippuu, kuinka pitkäaikainen vaikutus on.

Ajotehtävän vaikeusasteen ja näin ollen myös turvamarginaalin suuruuden määräävät siten kuljettajan yllyttävät ja ehkäisevät motiivit. Tällöin ei esim. kuljettajan ajotaidolla (kunhan se vain ylittää tietyn minimin) ole suurtakaan merkitystä. Riippumatta ajotaidosta kiire tai muu yllyttävä motiivi saa aikaan sen, että taidoista otetaan kaikki irti.

Toisin sanoen ajotaidon kasvaessa ajetaan nopeammin, ohitetaan useammin, eli ajetaan

⁴ Subjektiivinen riski voi aiheutua uhkaavasta vaaratilanteesta tai sen saattaa herättää poliisin havaitseminen tai epäily liikennevalvonnan suorittamisesta, erityisesti silloin, jos rikotaan tieliikenneasetusta (2.23). Muita, joskin luonteeltaan erilaisia ehkäiseviä tekijöitä ovat mm. oman auton voimavarat sekä tie- ja liikenneolosuhteet.

usein yhtä lailla taitojen ylärajoilla, eivätkä turvamarginaalit näin ollen suurene (suhteessa taitoihin: absoluuttisesti ne pienenevät). Pakkotahtisessa tehtävässä, kuten ruuhkaliikenteessä, jossa kaikki ajavat samalla tavalla, kokeneella kuljettajalla on tietenkin parempi toimintavalmius satunnaisen vaaratilanteen varalta (ts. suuremmat turvamarginaalit), mutta tällaisessa tilanteessa kokenut kuljettaja saattaa käyttää osan tarkkaavaisuudestaan muihin toimintoihin tai muuten hän saattaa kokemukseensa luottaen tyytyä vähäisempään valppauteen (2.26), mikä tietenkin vie osansa turvamarginaalista.

3. KOKEELLINEN OSA: OHITUSPYRKIMYS JA TURVAMARGINAALI

3.1 Ongelma

Edellisessä osassa esitettiin, että kuljettajien ns. yllyttävät motiivit synnyttävät liikennetilanteissa välittömiä tavoitteita tai pyrkimyksiä, joilla on yleensä onnettomuuspotentiaalia lisäävä vaikutus. Liikenneturvallisuuden kannalta keskeisimpiä tällaisia tavoitteita lienee pyrkimys ohitukseen, joka voi aiheutua esim. kiireestä, haluttomuudesta jäädä "matalaan" ehkä vain hiukan hitaamman ajoneuvon taakse tai jopa pelkästä itsetehostuksesta. Sen lisäksi, että ohitukset sisänsä ovat erittäin vaarallisia liikennetilanteita, voidaan olettaa, että myös pelkkä pyrkiminen ohitukseen pienentää turvamarginaaleja ja näin lisää onnettomuuspotentiaalia: aivan edellä ajavan tuntumassa ohitustilaisuutta odottavat eivät ole harvinainen näky maanteillämme. Tässä kokeellisessa osassa onkin tarkoitus selvittää,

(a) pienentääkö pyrkimys ohitukseen (kuljettajan välitön tavoite liikennetilanteessa) turvamarginaaleja, jolloin samalla tarkastellaan kysymystä,

(b) miten turvamarginaaleihin voitaisiin vaikuttaa.

3.2 Menetelmä

3.21 Muuttujat

Koesuunnittelussa lähtökohdaksi otettiin se, että normaalitilanteessa maantiellä on monilla kuljettajilla kiire tms. motiivi, joka hitaampaa autoa saavutettaessa johtaa ohituspyrkimykseen. Mikäli ohitusmahdollisuutta ei rajoitetun näkyvyyden tai vastaantulijoiden takia ole, ajaa tällainen kuljettaja yleensä mahdollisimman lähellä edellä ajavaa, ettei ohitusmahdolli-

suus sitten tullessaan jäisi käyttämättä; hyvän näkyvyyden takaamiseksi hän lisäksi ajaa keskemällä kuin edelläjava.

Jotta olisi voitu luoda "kontrollitilanne", jossa ohituspyrkimyksestä luovuttaisiin, oli kuljettajissa synnytettävä jokin ehkäisevä motiivi vastustamaan ohituspyrkimyksen taustalla olevaa motiivia, ja koska nimenomaan ohituksesta oli kysymys, pyrittiin ko. ehkäisevä motiivi saamaan aikaan ohituskiellon avulla. Tämän kiellon tuli olla tarpeeksi pitkä, jotta sillä todella olisi vaikutusta; lyhyen kiellon oletettiin nimittäin lykkäävän ohitusaietta vain niin vähäksi aikaa, ettei hyvistä asemista edellä ajavan takana kannattaisi luopua.

Riippumaton muuttuja (tai tärkein riippumaton muuttuja; vrt. 3.37) tutkimuksessa oli siten ohituskielto: selvyyden vuoksi koetilanteeksi nimitetään tilannetta, jolloin kielto oli voimassa, ja kontrollitilanteeksi tilannetta, jolloin kielto ei ollut voimassa.

Riippuvia muuttujia (ts. mitattavia turvamarginaaleja) oli kaksi:

(a) Ajoneuvojen etäisyys sekunneissa eli kahden ajoneuvon aikaväli, joka yleisestä aikavälin määritelmästä hieman poiketen määritellään ajaksi, joka kuluu siitä hetkestä, jolloin edellisen auton viimeinen akseli ylittää tien poikkileikkauksen P siihen hetkeen, jolloin jälkimmäisen auton ensimmäinen akseli ylittää tien poikkileikkauksen P⁵.

⁵ Tämä määritelmä on lähempänä turvamarginaalin ideaa eli ajoneuvojen pienintä (lähimpien osien) etäisyyttä kuin yleisesti käytetty määritelmä aikavälistä aikana, joka kuluu sillä välin kun kahden ajoneuvon keskikohdat sivuuttavat pisteen P; uudelleen määritelty aikaväli on tosin jonkin verran liioitteleva turvamarginaalin mitta - jatkuvathan autojen korit yleensä akseliväliä pitemmälle - mutta laitteiden puolesta käytettävissä olevista kuitenkin osuvin.

Toiseksi on huomattava, että turvamarginaaliin vaikuttaa nopeudesta suoraviivaisesti riippuvien reaktiomatkan ja varmuusvälin lisäksi jarrutusmatka, joka on verrannollinen nopeuden neliöön, joten aikaväli ei yksin ole täysin vertailukelpoinen turvamarginaalin mitta eri nopeuksilla ja erilaisissa kitkaolosuhteissa (ks. Syyrakki, 1968, 18-21). Koska kuitenkin mittausaikana oli voimassa yleinen 80 km:n nopeusrajoitus, oletettiin nopeuksien hajonnan olevan vähäinen ja yksinkertaisuuden vuoksi tyydyttiin pelkkään aikaväliin turvamarginaalin mittana; myöskään koeasetelman laadun vuoksi ko. seikka ei aiheuta ongelmia.

(b) Ajoneuvon sijainti ajoradalla eli ajolinja, mitattuna lähinnä keskiviivaa kulkevan vasemmanpuoleisen pyörän ulkosyrjän etäisyytenä keskiviivasta (cm).

Aikavälit mitattiin käyttämällä tien yli pingoitettuja kumiletkuja, joiden yli ajettaessa syntyvät paineaallot muutettiin Halda-laskijalaitteella sähköimpulsseiksi ja rekisteröitiin Peiseler-aikavälipiirturin tasaisesti pyörivälle nauhalle. Mittaustarkkuus oli enintään $1/8$ s ($1/2$ mm:n tarkkuus 4 mm:n nauhanopeudella). Eri suuntiin kulkevat autot voitiin erottaa toisistaan käyttämällä kahta vierekkäin olevaa letkua, joista toinen oli tukittu keskiviivan kohdalta ja antoi näin ollen impulsin vain toiseen suuntaan kulkevien autojen ajaessa ohi.

Ajolinjojen mittaamisessa tutkittiin aluksi mahdollisuuksia käyttökelpoisen rekisteröintimenetelmän kehittämiseen, mutta tässä yhteydessä siitä oli kuitenkin luovuttava ja tyydyttävä mm. Lehtimäen (1971) ja Syväsen (1971) käyttämään arviointitekniikkaan: tiehen maalatettiin 20 cm:n välein merkkejä, ja kalliioleikkauksen reunalla istuen tarkkailija arvioi, mistä kohti ajoneuvon vasen pyörä kulki.

3.22 Mittauspaikka

Mittauspaikaksi valittiin pitkä, loiva ylämäki kantatie n:o 50:11ä (Kehä III) vajaa kilometri Kaukalahden liittymästä Bemböleen päin (ks. liite 19). Tie on asfaltoitu ja hyvässä kunnossa, sen kokonaisleveys on 10.5 m ja ajoradan leveys 7.5 m. Ajoratamaalaukset olivat mittausajankohtana (kesäkuun alussa 1974) tyydyttävässä kunnossa; sulkuviivoja ei mittauspaikalla eikä sen välittömässä läheisyydessä ole. Tien keskimääräinen vuorokausiliikenne oli v. 1970 Bembölen suuntaan $3\ 987$ ajoneuvoa (henkilöautoja $3\ 159$ ja muita autoja 759) ja Kaukalahden suuntaan $3\ 035$ ajoneuvoa (henkilöautoja $2\ 405$ ja muita autoja 563).

Mittauksia suoritettiin samanaikaisesti kahdessa pisteessä (P1 ja P2), joiden välinen etäisyys oli 440 m. Mittauspisteet valittiin lähinnä sillä perusteella, että ko. kohdissa oli sopiva kalliroleikkaus, jolta voitiin huomaamattomasti tarkkailla mittaussuuntaan (= Kaukalahdesta Bemböleen päin) kulkevien autojen ajolinjoja. Pisteessä P2 ei kuitenkaan kunnolla voitu kätkeytyä vastakkaiseen suuntaan kulkevien autoilijoiden näkyvistä.

Koetilanteissa pystyttiin 230 m P1:n jälkeen liikenne-merkki "Ohituskielto" (II Ad) sekä lisäkilpi "1,2 km" ⁶. P1 sijaitsi suoralla tien osalla, mutta merkin sijoituspaikasta lähtien tie alkoi kaartaa loivasti vasemmalle, ja P2:n jälkeen loivasti oikealle alkaakseen myös vähitellen laskeutua kohti Espoon kirkkoa. Pisteeseen P1 merkkisiten näkyi - tosin vielä kaukaa -, mutta merkinkään kohdalle tuskin kukaan vielä saattoi erottaa P2:n letkuja edessäpäin.

3.23 Koeasetelma

Jokaisen mittaussuuntaan kulkevan moottoriajoneuvon aikaväli ja ajolinja (vrt. 3.37) mitattiin kummassakin mittauspisteessä. Koska merkki (koetilanteissa) sijaitsi P1:n ja P2:n välissä, P1 toimi siten vertailupisteenä, jossa ohituskieltoa ei missään tilanteessa ollut. Mittauksia suoritettiin neljänä päivänä samoina kellonaikoina siten, että ensimmäisenä ja viimeisenä mittauspäivänä ohituskieltomerkki ei ollut pystytettynä (kontrollitilanne), toisena ja kolmantena oli (koetilanne). Tällä ns. abba-järjestyksellä (ks. Björkman & Ekman, 1957, 37-40) pyrittiin eliminoimaan koe- ja kontrol-

⁶ Täysin vailla syytä ohituskielto ei autoilijoidenkaan kannalta ollut. N. 100 m merkin jälkeen oli liittymä TVL:n asfalttiasemalle, johon juuri mittausaikaan ajettiin asfalttisoraa, ja kuorma-autojen liikehtimisen takia ohituskielto oli hyvinkin paikallaan.

litilanteiden järjestyksestä aiheutuvat (suoraviivaiset) tottumis- ym. vaikutukset.

Mittaukset suoritettiin 10 - 14.6.74 välisenä aikana siten, että mittauspäivät olivat maanantai (I), tiistai (II), keskiviikko (III) ja perjantai (IV). Kunkin päivänä suoritettiin seitsemän tunnin pituista mittausjaksoa (taulukko I). Koesuunnitelman toteuttamista häiritsivät valitettavasti mittausajankohdan epävakaiset sääolosuhteet ja osittain niistä johtuvat häiriöt laitteiden toiminnassa. Alun perin mittaukset oli tarkoitus tehdä neljänä peräkkäisenä päivänä viikon alusta lukien, mutta laitehäiriön vuoksi oli pidettävä yksi välipäivä, jolloin perjantai hieman poikkeavine iltapäivätunteineen tuli mukaan aineistoon.

Taulukko I. Päivittäiset mittausjaksot

Jakso	Kellonaika
a	7.35 - 8.35
b	9.00 - 10.00
c	10.35 - 11.35
d	11.45 - 12.45
e	13.40 - 14.40
f	14.50 - 15.50
g	16.00 - 17.00

Mittauspäivistä olivat ensimmäinen ja kolmas sateisia, toinen ja neljäs aurinkoisia, joten sekä koe- että kontrollitilanteisiin tuli yksi sateinen ja yksi aurinkoinen päivä ja vieläpä niin, että molemmat sateiset päivät ja molemmat aurinkoiset päivät olivat keskenään hyvin samanlaisia. Ajolinja-arvioita saatiin näin ollen ainoastaan toisena (koetilanne) ja neljäntenä (kontrollitilanne) mittauspäivänä. Pahaksi onneksi ei aikavälimitoituksia saatu keskiviikon ensimmäisenä (a) ja vii-

senä (g) tuntina; samoin perjantain tunnista f jäi runsaat 15 min. lopusta ilman aikavälirekisteröintejä ulkopuolisen häiriön vuoksi.

3.3 Tulokset

3.31 Yleistä

Tulosanalyysin ja tilastollisen päätöksenteon kannalta valitettavaa oli, että tutkimuksessa ei ollut mahdollista identifioida eri päivinä ohiajavia ajoneuvoja. Näin ei saatu tarkkaa tietoa siitä, kuinka paljon samoja ajoneuvoja tuli aineistoon eri päivinä ja kuinka paljon toisistaan riippuvaisia eri päivien havainnot näin ollen ovat ⁷. Tämä on kuitenkin otettu seuraavissa analyyseissä huomioon ja sitä on erikseen tarkasteltu siellä, missä se on voinut vaikuttaa tilastollisen päätöksenteon luotettavuuteen.

Aineistosta on poistettu kaikki asfalttiasemalle kääntyvät tai sieltä lähtevät autot (ks. alaviite 6) samoin kuin muut autot, jotka mittausaikana pysähtyivät mittauspaikalla tai sen läheisyydessä. Myös on aineistosta poistettu ne autot, joiden mittaustuloksiin em. ajoneuvot tai (harvakuiset) polkupyöräilijät tai jalankulkijat ovat saattaneet vaikuttaa.

Koska III mittauspäivän ensimmäisenä ja viimeisenä tuntina ei saatu aikavälirekisteröintejä, käsittely suoritettiin joko tunnit a ja g mukaanluettuna ("huipputunnit"), tunnit b-f mukaanluettuna ("ei-huipputunnit") tai kaikkia tunteja koskevana ("kaikki tunnit").

⁷ Ihannetapauksessa tällainen tutkimus pitäisi suorittaa siten, että seurattaisiin samojen kuljettajien käyttäytymistä eri koeolosuhteissa, jolloin jokainen auto toimisi omana kontrollinaan, mutta koska tässä tutkimuksessa päähuomio kiinnitettiin pieniin turvamarginaaleihin, ko. asema olisi vaatinut liian suuren aineiston tai ollut suorastaan mahdotonkin.

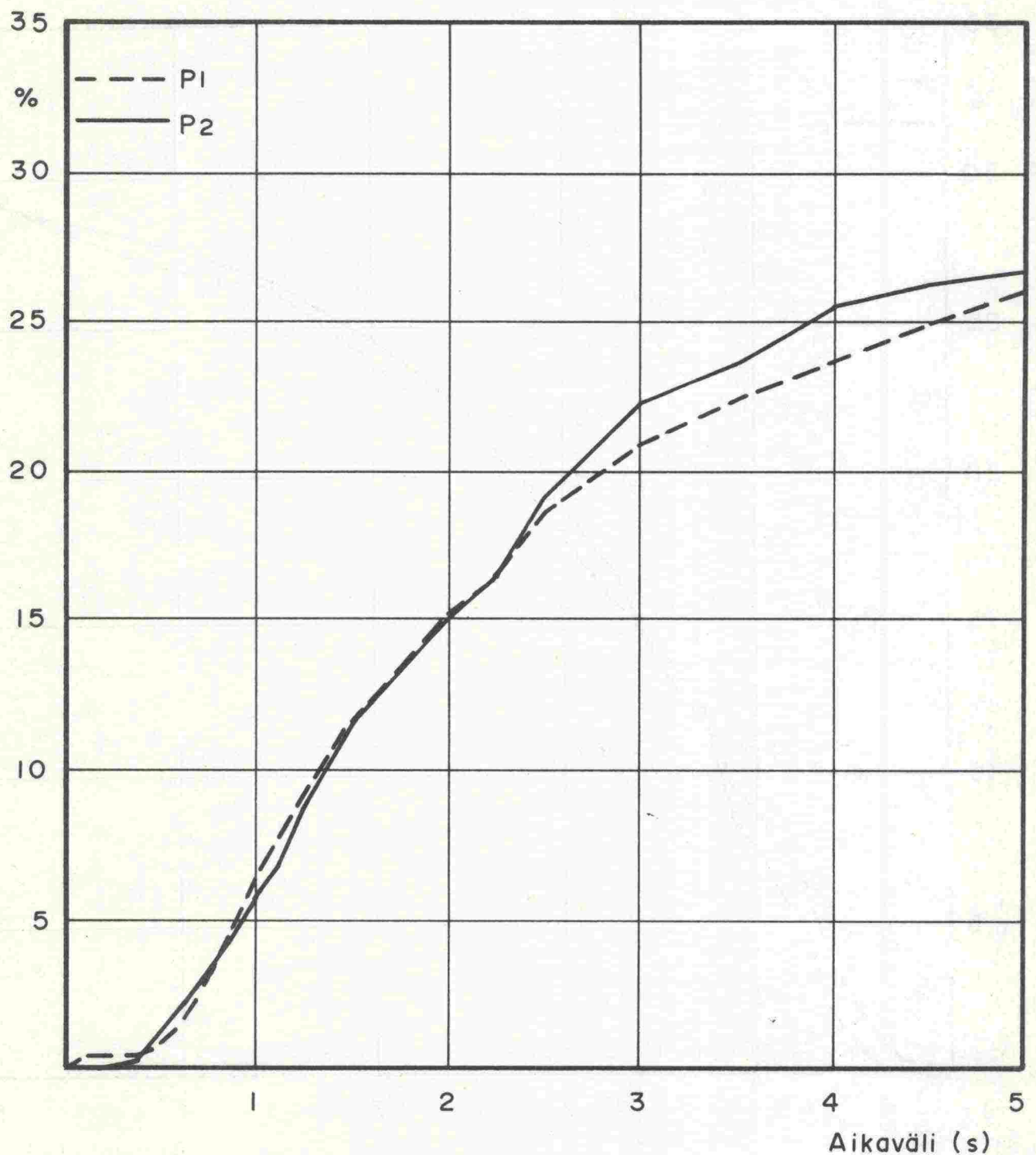
3.32 Aikavälit

Kuvissa 3-6 on esitetty aikavälien frekvenssijakautumat (5 sekuntiin saakka) pisteissä P1 ja P2 jokaisena mittauspäivänä ei-huipputunteina ja kuvissa 7-9 vastaavat jakautumat I, II ja IV päivän huipputunteina. Mukana ovat kaikki ajoneuvot, joille voitiin rekisteröidä aikaväli kummassakin pisteessä.

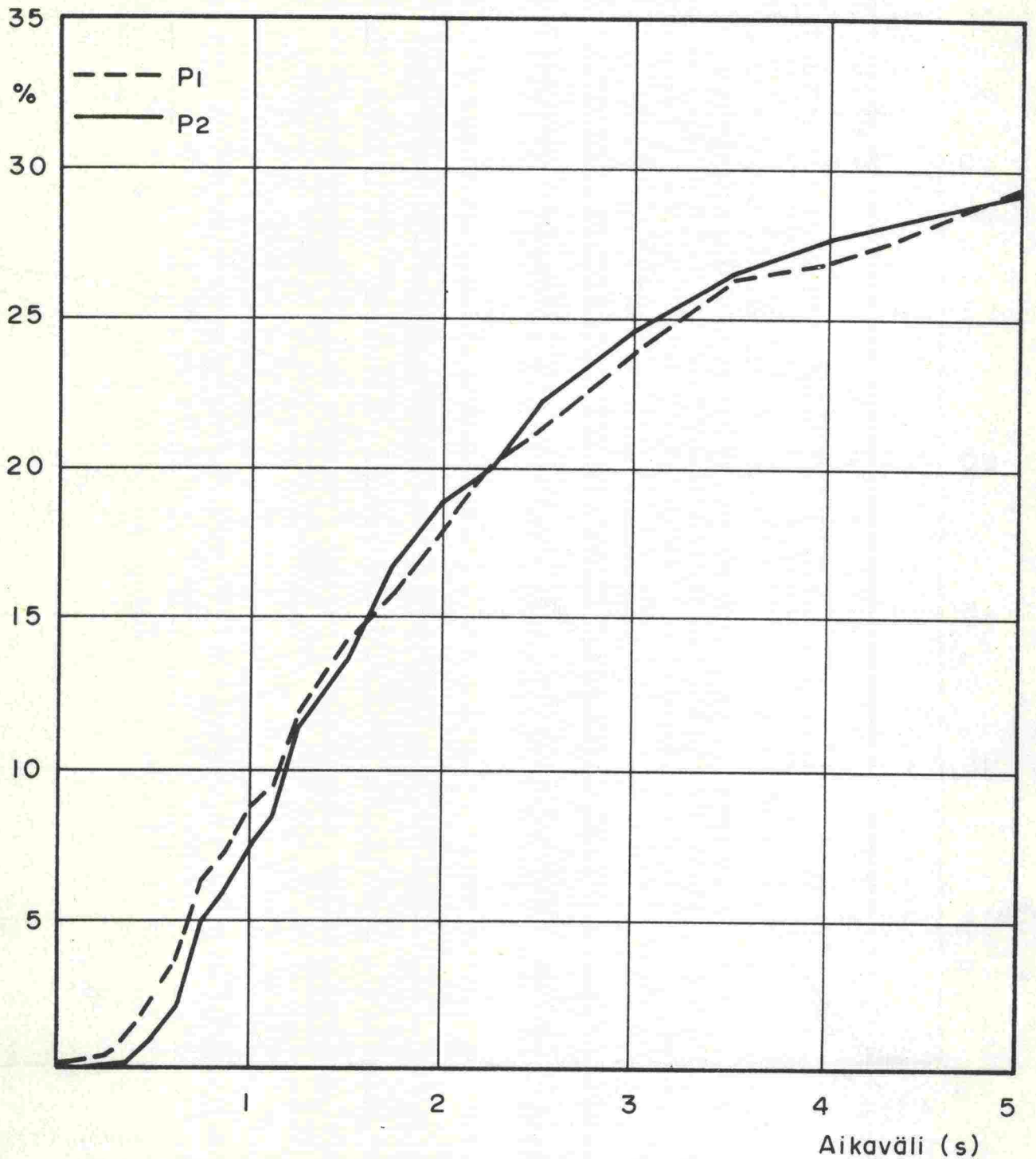
Kuvista 3-6 voidaan havaita, että ei-huipputunteina pienet aikavälit näyttävät hieman vähentyneen P1:stä P2:een mentäessä etenkin II ja III mittauspäivänä, siis koetilanteissa; n. 1.25 s:n kohdalla erot näyttävät kuitenkin jo tasaantuvan. Aineistoon sovellettiin Friedmanin kaksisuuntaista järjestykseen perustuvaa varianssianalyysiä (ks. Siegel, 1956, 166-172) siten, että kutakin mittaus tuntia käsiteltiin omana "ryhmänä", joka eri päivinä oli eri olosuhteissa; analyysissä mittauspäivät asetettiin järjestykseen jokaisen tunnin suhteen sen mukaan, minkä verran sekunnin pituisia tai sitä lyhyempiä aikavälejä oli pisteessä P2 suhteessa vastaaviin aikaväleihin pisteessä P1 (ks. liite 1)⁸. Eroja eri mittauspäivien välillä ei kuitenkaan voitu todeta edes 90 %:n luotettavuustasolla ($\chi^2_r = 6.18$; $df = 3$).

⁸ Käsittelytapa perustuu siihen, että eri mittauspäivinä kulki mittauspaikan ohi samoja ajoneuvoja, joten eri päivien havainnot olivat toisistaan riippuvia; toisaalta oletettiin, että nämä päivittäin ohiajavat kuljivat yleensä samana kellonaikana, jolloin eri tunnit olivat toisistaan riippumattomia. Järjestykseen perustuvaa analyysiä puolestaan oli käytettävä, koska aineisto ei täyttänyt parametrisille testeille asetettavia vaatimuksia.

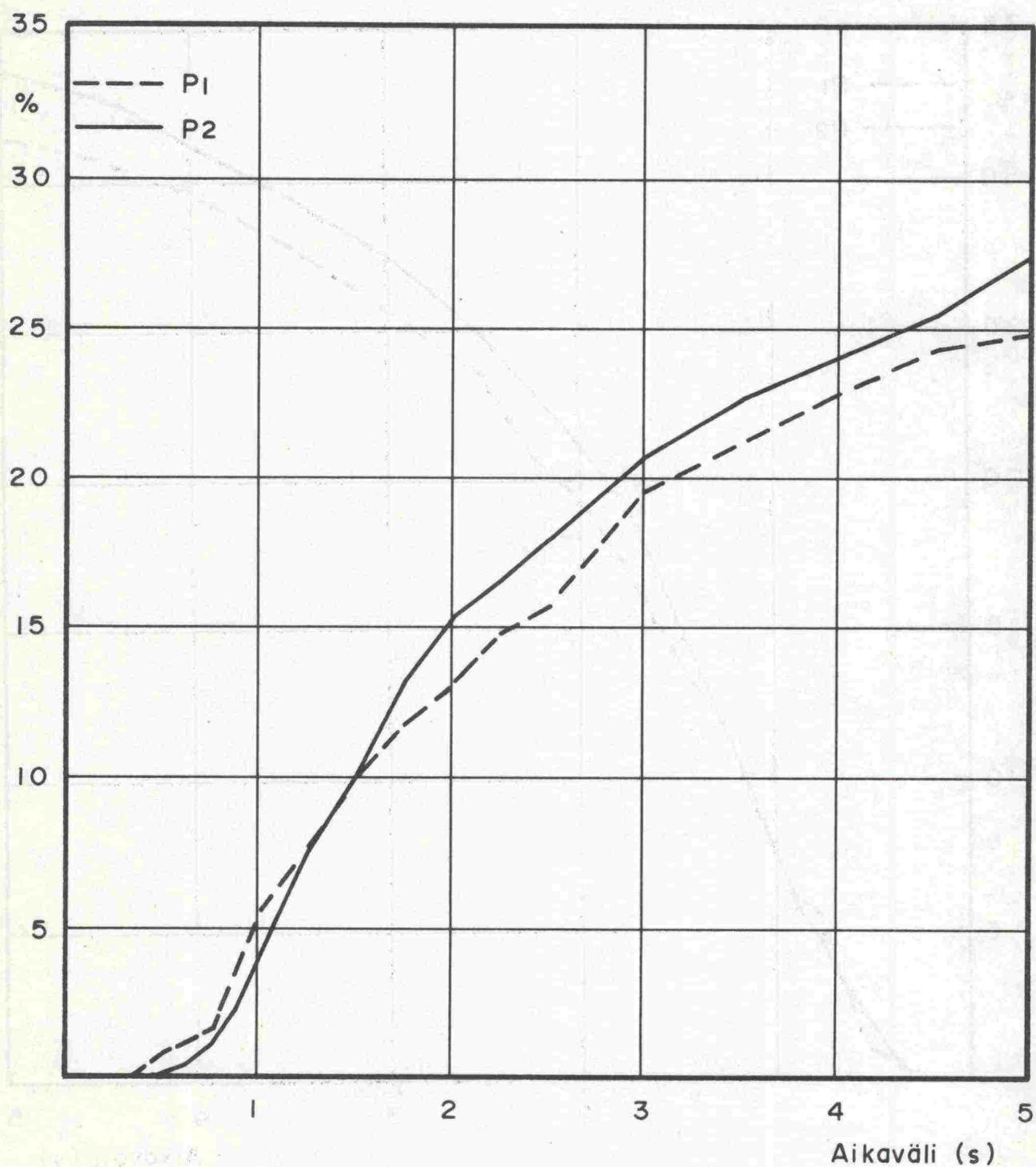
Yhden sekunnin aikaväliraja on jossain määrin mielivaltaisesti valittu: lähin perustelu on se, että sillä kohti aineisto on edes likimain tarpeeksi suuri ja toisaalta erot päivien välillä vielä huomattavat.



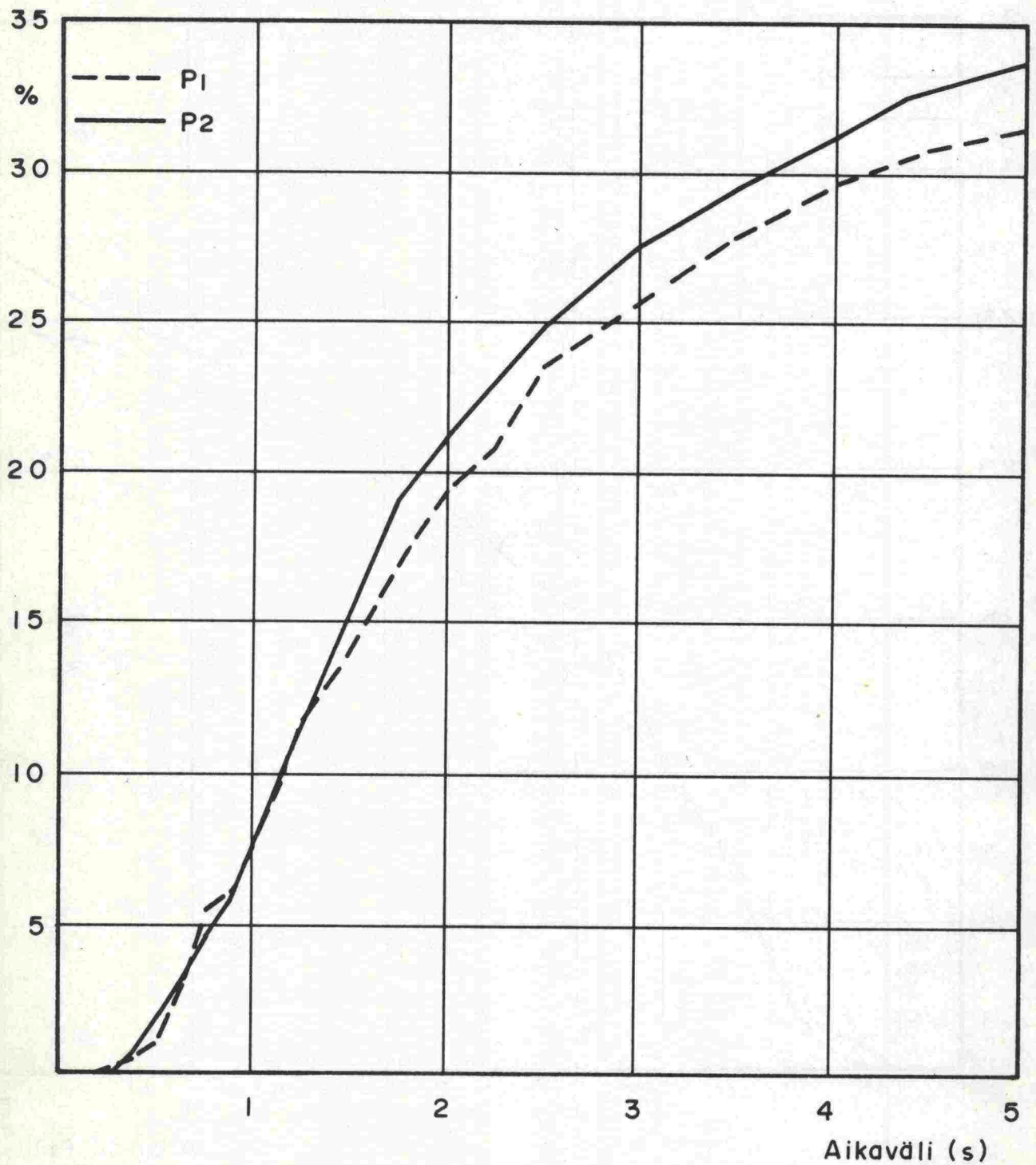
Kuva 3. Aikavälien summajakaumat I mittauspäivänä (kontrollitilanne) pisteissä P1 ja P2, ei-huipputunnit (N=638)



Kuva 4. Aikavälien summajakaumat II mittauspäivänä (koe-tilanne) pisteissä P1 ja P2, ei-huipputunnit (N = 686)



Kuva 5. Aikavälien summajakaumat III mittauspäivänä (koe-tilanne) pisteissä P1 ja P2, ei-huipputunnit (N = 575)



Kuva 6. Aikavälien summajakaumat IV mittauspäivänä (kontrollitilanne) pisteissä P1 ja P2, ei-huipputunnit (N=635)

Vastaava analyysi suoritettiin I, II ja IV mittauspäivän osalta kaikkina seitsemänä mittautustuntina (ks. liite 2). Nytkään eivät päivien väliset erot nousseet tilastollisesti merkitsevälle tasolle ($X_r^2 = 5.21$; $df = 2$). Verattaessa parittain eri mittauspäiviä - mikä ei ole aivan korrekti menettely, koska kokonaisanalyysissä ei eroja todettu - voitiin kuitenkin todeta, että koetilanne (II) erosi merkitsevästi kontrollitilanteesta IV ($p = .016$; Sign test; ks. siegel, 1956, 68-75), mutta ei kontrollitilanteesta I ($p = .109$; Randomization test for matched pairs; ks. Siegel, 1956, 88-92).

Kuvista 7-9 voidaan havaita, että huipputunteina pienten aikavälien väheneminen P1:stä P2:een mentäessä oli koetilanteessa (II) huomattavaa luokkaa: esim. yhden sekunnin pituiset tai sitä pienemmät aikavälit vähenivät 31.8 % (66:sta 45:een). Kontrollitilanteissa ei muutosta sen sijaan juuri tapahtunut. Valitettavasti aineiston laatu ei anna mahdollisuutta korrektiin tilastolliseen testaukseen mittauspäivien välillä.

3.33 Aikavälien muutokset

Edellä tarkasteluissa analyyseissä olivat mukana myös ne autot, jotka suorittivat ohituksen mittauspisteiden välillä. Tällaisissa tapauksissa aikaväli ohitettavan ja ohittajan välillä pisteessä P1 lienee usein ollut pieni, mutta ohituksen tapahduttua ohittajan ja ohitettavan väli on yleensä ehtinyt kasvaa - ohituksen tapahtumakohdasta ja käytetyistä nopeuksista riippuen. (Kohdassa 3.4 tarkastellaan sitä, mitä tämä merkitsee koe- ja kontrollitilanteiden suhteen).

Seuraavassa rajoitetaan tarkastelu vain niihin autoihin, joiden aikaväli pisteessä P1 oli enintään 1.25 s⁹ ja jotka eivät ohittaneet edellä ajavaa ennen pistettä P2. Tällaisten autojen aikavälien muutosjakautumat (aikaväli P2:ssa-aikaväli P1:ssä) on ei-huipputuntien osalta esitetty mittauspäivittäin liitteessä 3, I, II ja IV mittauspäivän huipputunteina liitteessä 4 sekä kaikkina tunteina liitteessä 5.

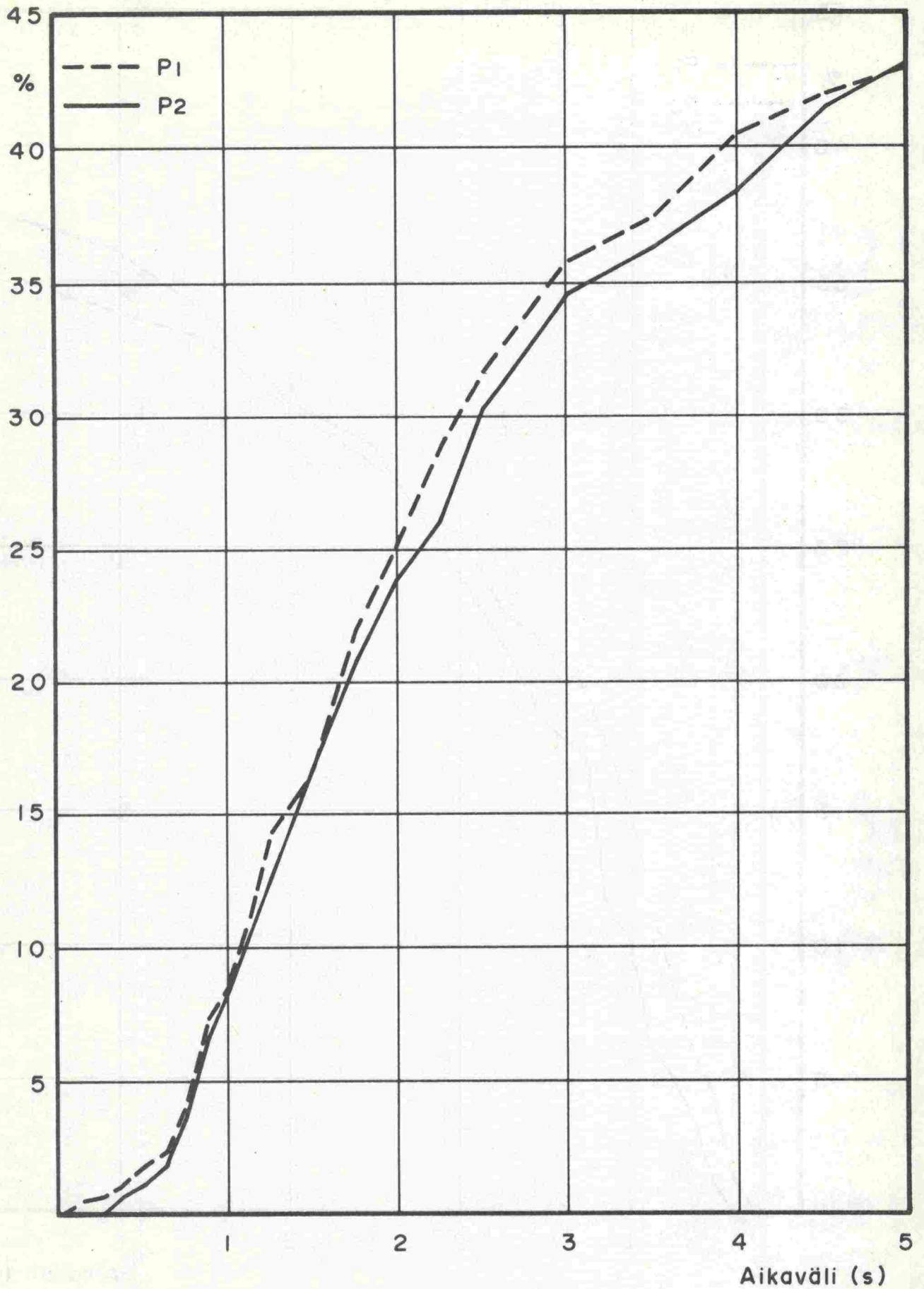
Ei-huipputunnit. Aikavälien muutosjakautumien mediaanit eri mittauspäivinä on esitetty kuvassa 10. Kun mittauspäivien eroja laskettiin Friedman-analyysillä käyttämällä vertailuarvoina vastaavia mediaaneja tunneittain (ks. liite 6), saatiin X_r^2 -arvoksi 6.300, joka ei aivan ole tilastollisesti merkitsevä ($p < .10$; $df = 3$). Kun toisaalta vertailuarvoina käytettiin niiden muutosten osuutta, jotka ovat pienempiä tai yhtä suuria kuin 0 (liite 7), voitiin mittauspäivien todeta eroavan 95 %:n luotettavuustasolla ($X_r^2 = 8.82$; $df = 3$). Vastaavat parittaiset vertailut (Sign test/Randomization test) on esitetty taulukossa II.

Taulukko II. Aikavälien muutokset ei-huipputunteina: merkitsevyytaset mittauspäivien eroille käytettäessä kriteerinä niiden muutosten osuutta, jotka ≤ 0 (Sign test/Randomization test).

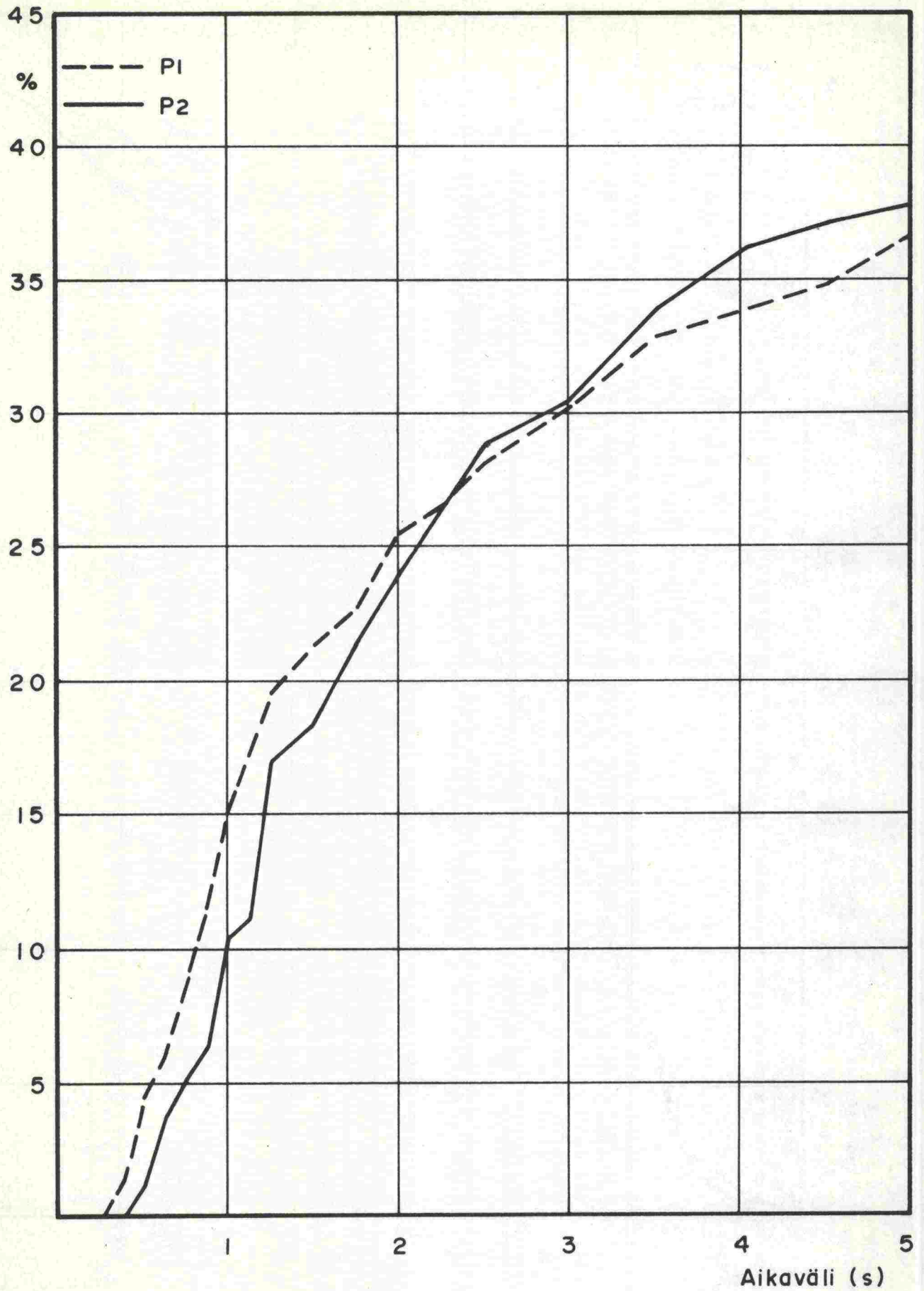
	Mittauspäivä			
	I	II	III	IV
I	-	.031 ^a	.063 ^a	.563
Mittauspäivä II		-	.563	.031 ^a
III			-	.063 ^a
IV				-

^aYksisuuntainen testaus (H_1 : koetilanteissa enemmän positiivisia aikavälimuutoksia kuin kontrollitilanteissa); muissa kaksisuuntainen

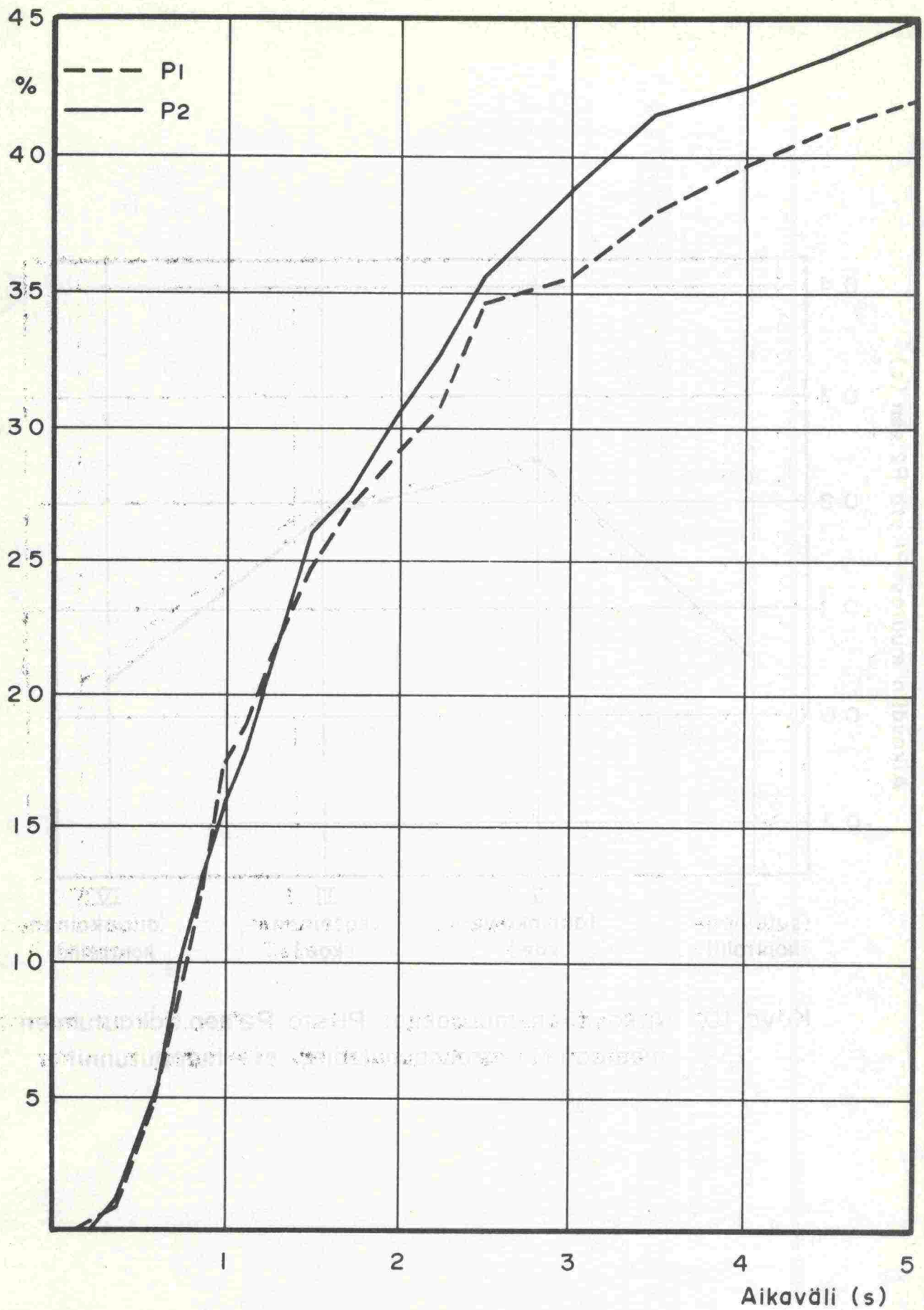
⁹ Tämä raja valittiin etukäteen mm. sillä perusteella, että vähintään neljänneksellä kuljettajista on todettu olevan sitä luokkaa oleva tai suurempi jarrutusreaktio-aika (Johansson & Björkman, 1965). Kun muistetaan, että jarrutusreaktioaikana kuljettu matka ei yksin ole riittävä turvamarginaali (ks. alaviite 5), voitaneen sanoa, että 1.25 s:n tai sitä pienemmät aikavälit on joka tapauksessa katsottava liian pieniksi - ja sen tähden tässä tutkimuksessa erityisen mielenkiintoisiksi.



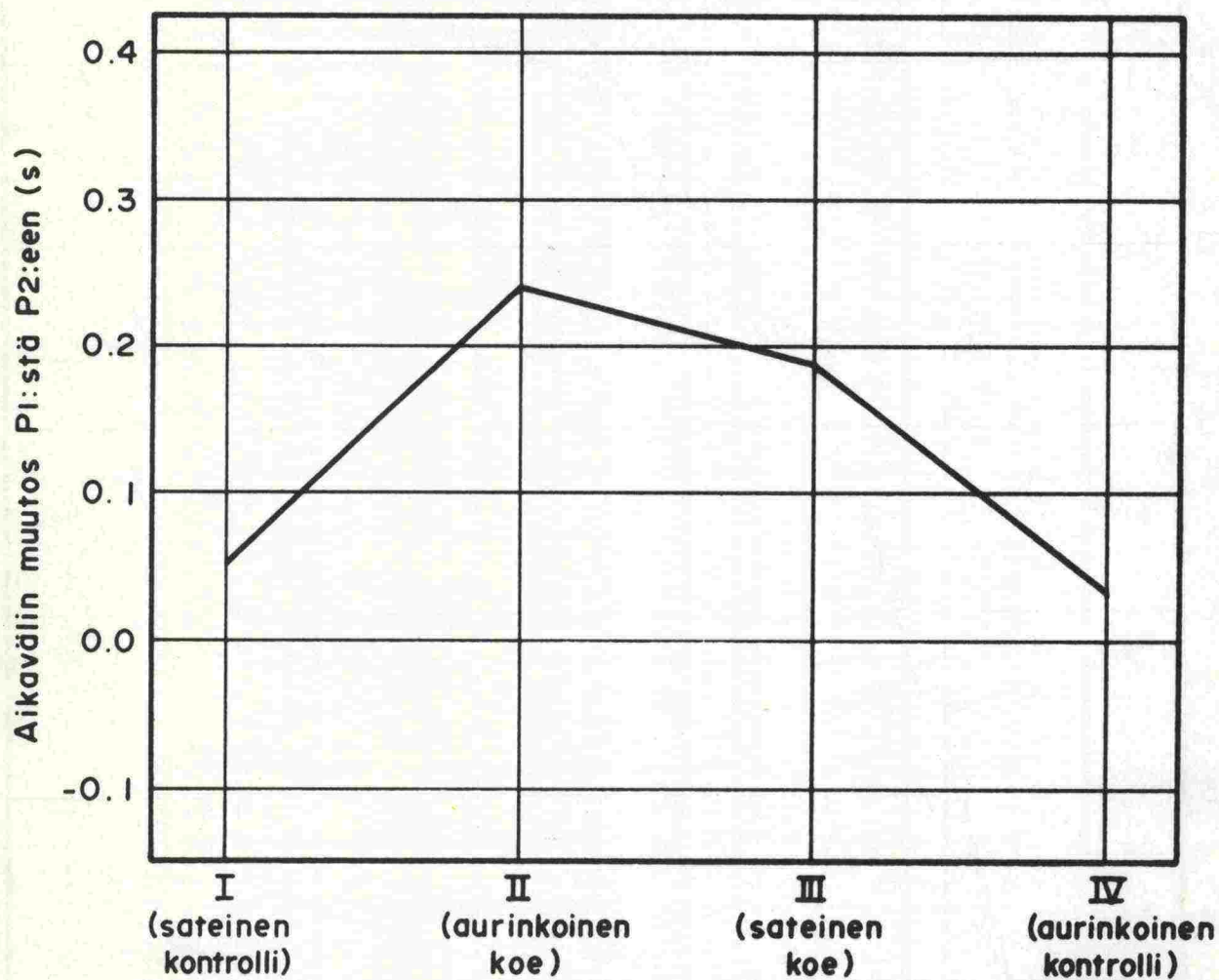
Kuva 7. Aikavälien summajakaumat I mittauspäivänä (kontrollitilanne) pisteissä P1 ja P2, huipputunnit (N=419)



Kuva 8. Aikavälien summajakaumat II mittauspäivänä (koe-tilanne) pisteissä P1 ja P2, huipputunnit (N = 431)



Kuva 9. Aikavälien summajakaumat **IV** mittauspäivänä (kontrollitilanne) pisteissä P1 ja P2, huipputunnit (N=442)



Kuva 10. Aikavälien muutokset P1:stä P2:een (jakautumien mediaanit) mittauspäivittäin, ei - huipputunnit

Edellä esitetyt Friedman-analyysit suoritettiin sitä silmälä pitäen, että eri mittauspäivien havainnot olisivat toisistaan riippuvia. 1.25 s:n tai sitä lyhyempiä aikavälejä oli kuitenkin jokaisena mittauspäivänä (ei-huipputunteina) vähemmän kuin 10 %, ja koska osa ajoneuvoista aivan ilmeisesti oli satunnaisesti tiellä liikkuvia¹⁰, päätettiin mittauspäivien vertailussa käyttää myös menetelmiä, jotka edellyttävät havaintojen riippumattomuutta. On silti tähdennettävä sitä, että samoja ajoneuvoja on luultavasti ainakin jonkin verran mukana aineistossa (satunnaista enemmänkin, sillä tietyt ryhmät, kuten nopeasti ajavat, ajanevat keskimääräistä useammin hyvin lähellä edellä kulkevaa); sen tähden seuraaviin analyysihin on suhtauduttava jossain määrin varauksellisesti.

Mittauspäivien välisiä eroja testattiin nyt Kruskal-Wallis testillä (Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks; ks. Siegel, 1956, 184-193 sekä liite 8), joka ottaa huomioon jakautumat kokonaisuudessaan. Voitiin todeta, että mittauspäivät erosivat aikavälien muutosjakautumien suhteen 99 %:n luotettavuustasolla ($H = 12.903$; $df = 3$). Eri päiviä verrattiin parittain Mann-Whitneyn U-testillä (ks. Siegel, 1956, 116-127 sekä liite 8); tulokset on esitetty taulukossa III.

Taulukosta III voidaan havaita, että jokainen tutkimushypoteesin mukainen ero koe- ja kontrollitilanteiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä, mutta koetilanteiden (II ja III) väliset ja kontrollitilanteiden (I ja IV) väliset erot eivät sitä olleet¹¹.

¹⁰ Tutkimuksessa käytetty tieosa oli luonteeltaan ohikulkutie, jolla on vähän paikallista liikennettä; tällaisella tiellä voitaneen olettaa olevan keskimääräistä enemmän satunnaista liikennettä.

¹¹ Aineistossa oli ilmeisesti joitakin tapauksia, joissa ajoneuvo oli ohittanut toisen juuri ennen ensimmäistä mittauspistettä, jolloin aikaväli P1:ssä oli pieni, mutta kasvoi huomattavasti ennen P2:a. Näiden tapausten mahdollisia vaikutuksia silmällä pitäen aineistosta poistettiin 1 sekuntia suuremmat aikavälin muutokset, jotka tasaisilla nopeuksilla ohittajan ajaessa 80 km/h merkitsisivät vähintään 4.5 km/h:n nopeuseroa ajoneuvojen välillä. Tämä operaatio ei asettanut mitenkään kyseenalaisiksi suoritettuja analyysijä: eri

Taulukko III. Aikavälkien muutokset ei-huipputunteina: parittaiset vertailut eri mittauspäivien välillä. Mann-Whitney U-testi (z-arvot).

		Mittauspäivä			
		I	II	III	IV
Mittauspäivä	I		1.879 ^a	1.858 ^a	-.423
	II		-	-.047	-3.184 ^{a+++}
	III			-	-2.772 ^{a++}
	IV				-

^aYksisuuntainen testaus (H_1 : koetilanteissa aikavälin muutos $P_2 - P_1 >$ kontrollitilanteissa); muissa kaksisuuntainen.

+++ $p < .001$

++ $p < .01$

+ $p < .05$

Jotta voitaisiin tarkastella, missä määrin tottumism. efektit vaikuttavat aikavälkien muutoksiin, suoritettiin kolmisuuntainen X^2 -analyysi (Winer, 1962, 629-632), jossa riippuva muuttuja (aikavälin muutos) toimi yhtenä luokitteluperusteena (A; luokkiin jako on merkitty liitteeseen 3); muut olivat järjestys (B: I ja II mittauspäivä vs. III ja IV mittauspäivä) ja koe- vs. kontrollitilanne (C). Yhteenveto analyysistä on esitetty taulukossa IV.

On jälleen huomattava, että X^2 -testi edellyttää havaintojen riippumattomuutta, ja tästä ei ole varmoja takeita. Varauksellisesti voidaan siis taulukosta IV todeta, että mittauspäivien järjestyksen vaikutus aikavälimuutoksiin (AB) ei osoittautunut analyysissä tilastollisesti merkitseväksi, kun sen sijaan koe- vs. kontrollitilanteen vaikutus (AC) oli 99.9 % luotettavuustasolla merkitsevä. Järjestysxkoe- vs. kontrolli-

päivien erot olivat nytkin tilastollisesti merkitseviä (Kruskal-Wallis-H = 16.449; df = 3; $p < .001$) ja täysin hypoteesin suunnassa (ks. liite 9).

tilanne - interaktio osoittautui 99 %:n luotettavuustasolla merkitseväksi, mikä merkitsee sitä, että kontrollitilanteista ensimmäisenä (I mittauspäivänä) oli P1:ssä lyhyitä (≤ 1.25 s) aikavälejä (ja siten havaintoja tässä analyysissä) vähemmän kuin toisena (IV mittauspäivänä), mutta koetilanteista toisena (III mittauspäivänä) oli vähemmän lyhyitä aikavälejä kuin ensimmäisen (II mittauspäivänä). Tämä taas johtunee siitä, että I ja III mittauspäivä olivat sateisia, ja sateella pidettäneen yleensä hieman pitemmät välit (vrt. taulukko V).

Taulukko IV. Kolmisuuntainen X^2 -analyysi aikavälimuutosten (A), järjestyksen (B) ja koe- vs. kontrollitilanteen (C) vaikutuksille.

Lähde	X^2	df	p
Total	34.741	13	.001
AB ^a	2.760	4	-
AC ^b	19.854	4	.001
BC ^c	7.816	1	.01
ABC ^d	4.311	4	-

^a Järjestyksen vaikutus aikavälien muutoksiin.

^b Koe- vs. kontrollitilanteen vaikutus aikavälien muutoksiin.

^c Järjestyksen ja koe- vs. kontrollitilanteen interaktio.

^d Järjestyksen ja koe- vs. kontrollitilanteen yhteisvaikutus aikavälien muutoksiin.

Taulukko V. Kolmisuuntainen X^2 -analyysi aikavälimuutosten (A), sateen (B) ja koe- vs. kontrollitilanteen (C) vaikutuksille.

Lähde	X^2	df	p
Total	27.143	13	.05
AB	4.094	4	-
AC	19.854	4	.001
BC	0.960	1	-
ABC	2.235	4	-

Järjestyksen ja koe- vs. kontrolliryhmän yhteisvaikutus aikavälimuutokseen (ABC) ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Vastaava analyysi suoritettiin myös aikavälimuutosten, sateen (sateiset I ja III mittauspäivä vs. aurinkoiset II ja IV mittauspäivä) ja koe- vs. kontrollitilanteen kesken (taulukko V). Tästä voidaan todeta, että sateen vaikutus aikavälimuutokseen ei osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi, kuten ei myöskään sateen ja koe- vs. kontrollitilanteen yhteisvaikutus.

Huipputunnit. Kun tarkastellaan aikavälien muutosten mediaaneja I, II ja IV mittauspäivän huipputuntien osalta, voidaan havaita, että vastoin työhypoteesia I mittauspäivän (kontrollitilanne) mediaani on suurempi kuin II mittauspäivän (koetilanne; ks. liite 4). Tämä johtunee kuitenkin siitä, että I päivän aikavälien muutosjakautuma on lievästi kaksihuippuinen. Suoritetussa Kruskal-Wallis-analyysissä voitiin todeta, että havaintojen keskimääräinen järjestys (R_j/n_j ; ks. Siegel, 1956, 185) oli II mittauspäivänä suurempi kuin ensimmäisenä, siis hypoteesin suunnassa. Erot eri päivien välillä eivät kokonaisuudessaan olleet tilastollisesti merkitseviä ($H = 4.082$; $df = 2$; $.10 < p < .20$), mutta jos tästä huolimatta vertaillaan parittain eri päiviä, voidaan havaita, että vain II ja IV päivän ero on merkitsevä (taulukko VI).

Taulukko VI. Aikavälien muutokset huipputunteina: parittaiset vertailut I, II ja IV mittauspäivän välillä. Mann-Whitney'n U-testi (z-arvot).

		Mittauspäivät		
		I	II	IV
Mittauspäivät	I	-	.526 ^a	-1.003
	II		-	-2.085 ^{a+}
	IV			-

^a Yksisuuntainen testaus (H_1 : koetilanteessa aikavälin muutos $P_2 - P_1 >$ kontrollitilanteissa); muissa kaksisuuntainen.

+ $p < .05$

Kaikki tunnit. Käytettäessä Friedman-analyysissä vertailuperusteena mediaaneja (liite 10), eivät I, II ja IV päivä kaikki tunnit mukaanluettuina eronneet toisistaan aivan tilastollisesti merkitsevästi ($X^2_r = 6.000$; $df = 2$; $p = .052$), mutta kun vertailuperusteeksi jälleen otettiin se, kuinka suuri osa aikaväleistä pysyy samana tai pienenee P1:stä P2:een (liite 11), voitiin eroja todeta lähes 99.9 %:n luotettavuustasolla ($X^2_r = 11.143$; $df = 2$; $p = .0012$). Erikseen testattaessa koetilanne (II) erosi kummastakin kontrollitilanteesta (Sign test: $p = .008$ kummassakin tapauksessa), jotka puolestaan eivät eronneet toisistaan (Randomization test: $p = .234$).

Myös Kruskal-Wallis testistä käytettäessä erosivat I, II ja IV päivä toisistaan ($H = 12.341$; $df = 2$; $p < .01$) ja nimenomaan siten, että II päivänä (koetilanteessa) aikavälin muutokset P1:stä P2:een olivat merkitsevästi suurempia kuin kummassakaan kontrollitilanteessa (liite 5 ja taulukko VII).

Taulukko VII. Aikavälien muutokset, kaikki tunnit: parittaiset vertailut I, II ja IV mittauspäivän välillä. Mann-Whitney U-testi (z-arvot).

		Mittauspäivät		
		I	II	IV
Mittauspäivät	I	-	1.724 ^a +	-1.002 ^b
	II		-	-3.655 ^a +++
	IV			-

^aYksisuuntainen testaus (H_1 : koetilanteessa aikavälin muutos $P2-P1 >$ kontrollitilanteissa).

^bKaksisuuntainen testaus.

+ $p < .05$

+++ $p < .001$

Erikseen testattiin vielä huippu- ja ei-huipputuntien mahdollisia eroja kolmisuuntaisella X^2 -analyysillä, jossa luokitteluperusteita olivat aikavälin muutos (A), huippu- vs. ei-huipputunnit (B) ja mittauspäivä (C: I, II ja IV päivä). Aikavälimuutosten ei todettu olevan erilaisia huippu- ja ei-huipputunteina, ei koko aineistossa (AB: $p > .70$) eikä myöskään niin, että eri päivinä olisi huippu- ja ei-huipputuntien suhde ollut erilainen (ABC: $p > .60$; taulukko VIII).

Taulukko VIII. Kolmisuuntainen X^2 -analyysi aikavälimuutosten (A), huippu- vs. ei-huipputuntien (B) ja mittauspäivien (C) kesken.

Lähde	X^2	df	p
Total	42.998	22	.01
AB	2.174	4	-
AC	32.826	8	.001
BC	2.072	2	-
ABC	5.926	8	-

Ainoastaan mittauspäivien vaikutus aikavälimuutoksiin oli tilastollisesti merkitsevä, mikä jo edellä todettiin.

3.34 Ajolinjat

N. 2-tunnin harjoituksen jälkeen suoritettiin ajolinjojen tarkkailussa kontrollikoe, jossa kaksi (myöhemmin tutkimuksessa käytettyä) tarkkailijaa arvioi samojen autojen ajolinjoja samassa pisteessä kahden tunnin ajan. Voitiin todeta, että kaikkien havaintojen suhteen ei arvioiden poikkeamissa ollut systemaattista eroa: 329 havainnosta tarkkailija A arvioi ajolinjan 57 kertaa lähemmäksi tien reunaa kuin tarkkailija B

ja 45 kertaa lähemmäksi keskiviivaa kuin B (Sign test: $z = 1.09$; $.20 < p < .30$; ks. Siegel, 1956, 72). Pahaksi onneksi tarkastuslaskennassa myöhemmin havaittiin, että tarkkailijoiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero siten, että A arvioi lähemmäksi keskiviivaa kuin B ne autot, joiden aikaväli oli pieni (< 2 s), mutta muut kauemmaksi keskiviivasta kuin B ($X^2 = 8.98$; $df = 2$, $p < .05$; ks. liite 12). On siten todettava, että tämänkaltaista arviointia ei voi yleisesti pitää riittävän luotettavana, mutta joihinkin huolellisesti kontrolloituihin analyyseihin se kyllä soveltunee.

Seuraavissa analyyseissä ovat yksinkertaisuuden vuoksi mukana ainoastaan henkilöautot.

3.35 Ajolinjat ja aikavälit

Ajolinjojen ja aikavälien riippuvuutta tarkasteltiin II ja IV mittauspäivinä ¹² kummassakin mittauspisteessä siten, että aikavälit jaettiin neljään luokkaan: ≤ 1.25 s, 1.375-5 s, 5.125-15 s, > 15 s. (Ajolinja-arvioiden luokittelusta ks. liite 13). Ajolinjojen mediaanit jokaisessa aikaväliluokassa päivittäin ja mittauspisteittäin on esitetty kuvassa 11 ja vastaavat jakautumat liitteissä 13-16.

Kummankin mittauspisteen osalta suoritettiin kolmisuuntainen X^2 -analyysi, jossa luokitteluperusteina olivat ajolinja (A: luokkarajat merkitty liitteisiin 13-16), aikaväli (B) ja mittauspäivä (C) ¹³.

¹² I ja III mittauspäivinä ajolinja-arviointeja ei saatu (vrt. 3.23).

¹³ Ajolinjat eivät kaikissa tapauksissa jakautuneet normaalisti, joten ei voitu käyttää varianssianalyysiä tai muita parametrisiä tilastollisia menetelmiä.

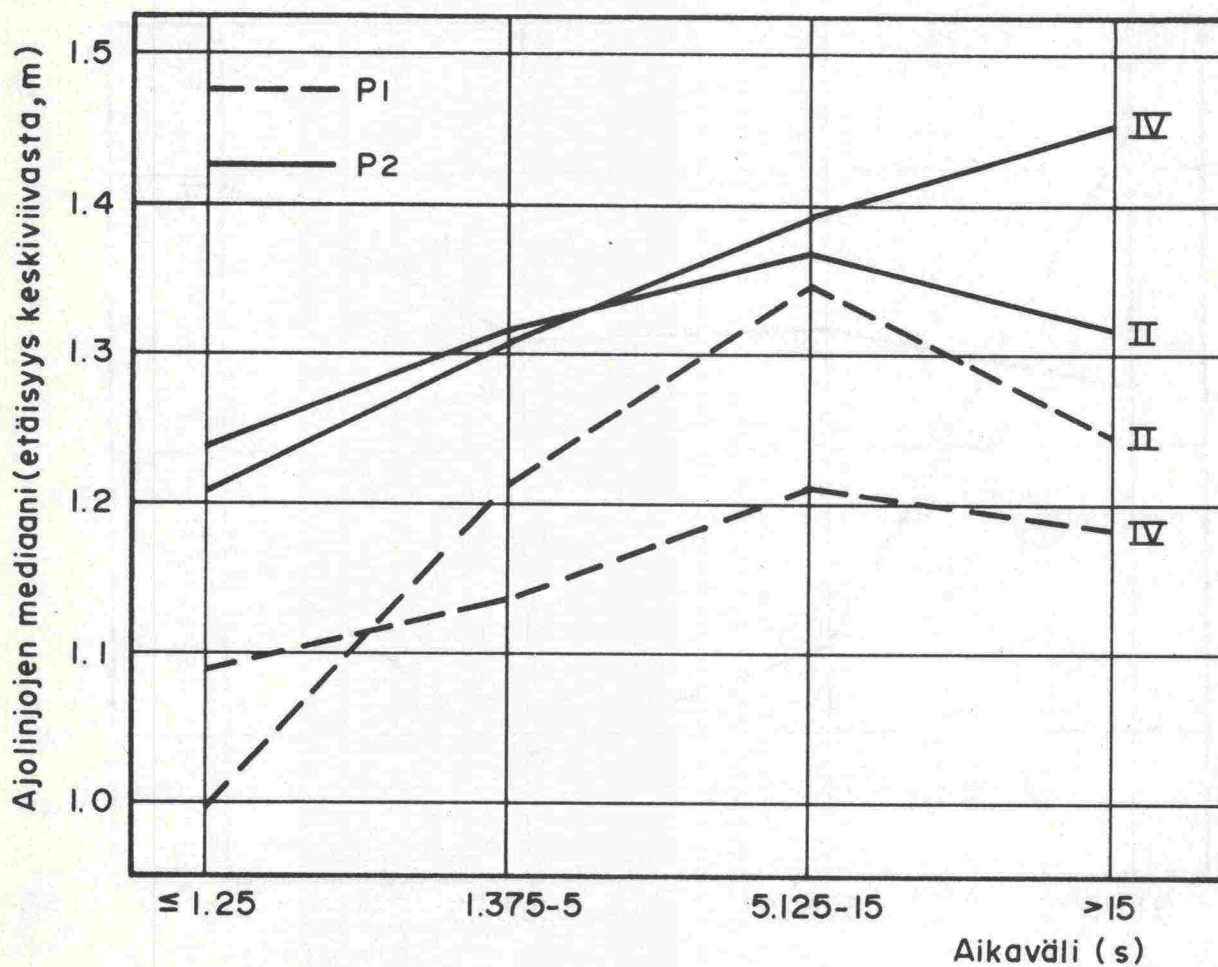
Taulukko IX. Kolmisuuntainen X^2 -analyysi ajolinjan (A), aikavälin (B) ja mittauspäivän (C) välillä pisteessä P1.

Lähde	X^2	df	p
Total	93.443	38	.001
AB	54.785	15	.001
AC	11.828	5	.05
BC	9.656	3	.05
ABC	17.174	15	-

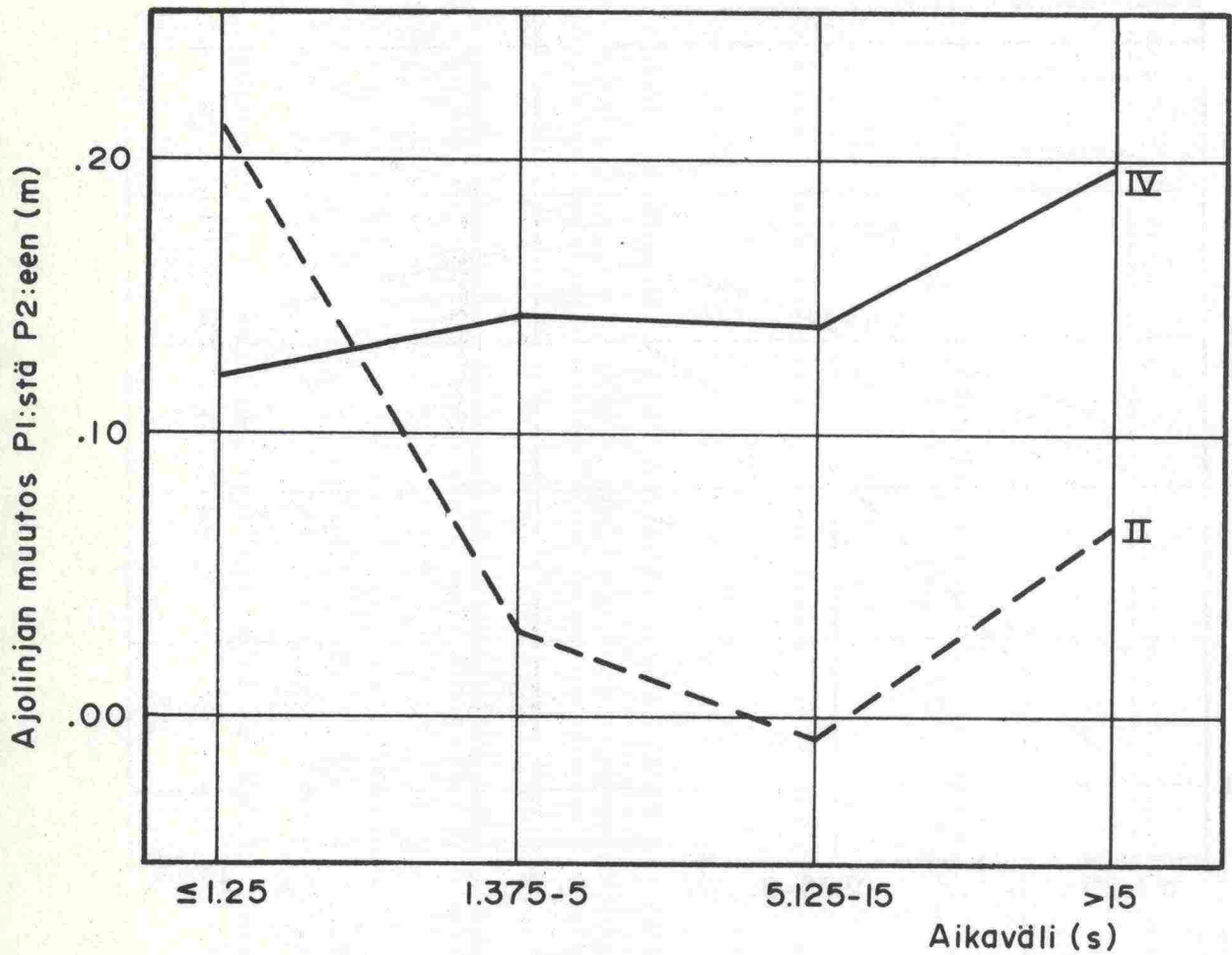
Taulukko X. Kolmisuuntainen X^2 -analyysi ajolinjan (A), aikavälin (B) ja mittauspäivän (C) välillä pisteessä P2.

Lähde	X^2	df	p
Total	92.995	38	.001
AB	44.630	15	.001
AC	7.798	5	-
BC	10.834	3	.05
ABC	29.732	15	.05

Taulukosta IX voidaan havaita, että pisteessä P1 aikavälin vaikutus ajolinjoihin (AB) oli erittäin merkitsevä ($p < .001$). 95 %:n luotettavuustasolla merkitseviä olivat mittauspäivän vaikutus ajolinjoihin (IV päivänä ajettiin 5.8 cm keskemällä kuin II päivänä) ja mittauspäivien ja aikavälien interaktio (BC: IV mittauspäivänä, jolloin liikenne oli hiukan vilkkaampaa, oli vähemmän yli 15 s:n aikavälejä). Aikavälien ja mittauspäivien yhteisvaikutus ajolinjoihin (ABC) ei noussut tilastollisesti merkitseväksi, vaikka kuvasta 11 nähdäänkin, kuinka eri päivien kuvaajat menevät ristiin P1:n osalta.



Kuva II. Ajolinjojen mediaanit aikaväliluokittain II (koetilanne) ja IV (kontrollitilanne) mittauspäivänä pisteissä P1 ja P2



Kuva 12. Ajolinjojen muutokset (mediaanit) P1:stä P2:een aikaväliluokittain II (koetilanne) ja IV(kontrolli-tilanne) mittauspäivänä

Taulukosta X voidaan havaita samanlaisia tuloksia P2:n osalta. Nyt vain ajolinjoissa ei ollut eroja eri päivien välillä, ja interaktio ABC taas oli 95 %:n luotettavuustasolla merkitsevä. (Huomattakoon, miten tarkasti eri päivien käyrät P2:ssa seurailevat toisiaan aina 15 s:n aikaväliin saakka: vasta tässä käyrät eroavat siten, että yli 15 s:n aikaväleillä ajettiin IV mittauspäivänä lähempänä tien reunaa kuin II mittauspäivänä, kuva 11).

Kummassakin pisteessä voitiin ajolinjojen todeta eroavan eri aikaväliluokissa - ts. tämä tapahtui tarkkailijasta riippumatta. Koska X^2 -testi on hyvin herkkä havaintojen riippuvuudelle, suoritettiin vielä Kruskal-Wallis-H-testit erikseen kummassakin pisteessä kumpanakin päivänä, joten ne olivat tilastollisen päätöksenteon suhteen täysin moitteettomat (taulukko XI). Vastaavat parittaiset vertailut on esitetty taulukossa XII.

Taulukko XI. Kruskal-Wallis H ajolinjojen eroille eri aikaväliluokissa kummassakin mittauspisteessä II ja IV mittauspäivänä.

		Mittauspäivä	
		II (Koe)	IV (Kontrolli)
Mittaus- piste	P1	45.970+++	7.129 ^a
	P2	6.340 ^a	24.231+++
+++ $p < .001$			
a $.10 < p < .05$			
df = 3			

Taulukko XII. Ajolinjat eri aikaväliluokissa: parit-
taiset vertailut kummassakin mittaus-
pisteessä II ja IV mittauspäivänä
(Mann-Whitneyn U-testit, z-arvot,
kaksisuuntainen testaus).

		Mittauspäivä					
		II			IV		
		Aikaväliluokka ^a			Aikaväliluokka		
		ii	iii	iv	ii	iii	iv
Mittaus- piste	i	4.65+++	6.32+++	5.31+++	.92	2.38+	2.09+
	P1 ii	-	2.60++	.32	-	1.54	1.20
	iii		-	-2.63++		-	-.52
	iv			-			-
P2	i	1.80	2.47	1.83	2.12+	3.12++	4.50+++
	ii	-	.90	-.15	-	1.53	3.01++
	iii		-	-1.15		-	1.00
	iv			-			-

^a Aikaväliluokat: i = ≤ 1.25 s, ii = 1.375-5 s,
iii = 5.125-15 s, iv = > 15 s,

+++ p < .001

++ p < .01

+ p < .05

Vaikka ajolinjojen erot eri aikaväliryhmissä eivät kai-
kissa tapauksissa yltäneetkään tilastolliseen merkitse-
vyyteen, voitaneen todeta, että pienillä aikaväleillä
ajettiin lähinnä tien keskiviivaa, aikavälin kasvaessa
ajolinja siirtyi reunemmaksi, mutta yli 15 s:n aikavä-
leillä jälleen hieman keskemälle (ks. kuva 11).

3.36 Ajolinjojen muutokset ja aikavälit

Kuvassa 12 on esitetty ajolinjojen muutokset pisteestä
P1 pisteeseen P2 aikaväliluokittain II ja IV mittaus-

päivänä; aikavälit ovat aikavälejä pisteessä P1. Vastaavat jakautumat on esitetty liitteissä 17 ja 18. Koska tarkkailijoiden arvioinneissa oli systemaattinen virhe (ks. 3.34), ei aikaväliluokkien välisiä eroja sinänsä voi pitää luotettavina¹⁴, mutta jos oletetaan, että virhe on ollut suurin piirtein samanlainen kumpanakin päivänä, voidaan tarkastella, millainen vaikutus koe- vs. kontrollitilanteella on ollut ajolinjoihin eri aikaväliryhmissä.

Näyttää siltä, että jos ajoneuvon aikaväli P1:ssä on ollut pieni, sen ajolinja on koetilanteessa (II) siirtynyt selvästi reunemmaksi kuin aikavälin ollessa pitempi, mutta kontrollitilanteessa (IV) tällaista eroa ei ole havaittavissa (kuva 12). X^2 -analyysissä (taulukko XIII) tämä poikkeama koe- ja kontrollitilanteen välillä (interaktio ABC) ei tosin osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi, mutta on huomattava, että ko. testi on varsin heikko kolmannen asteen interaktion merkitsevyyden osoittamiseen (Winer, 1962, 631). Erikseen kummassakin tilanteessa suoritettussa Kruskal-Wallis-H-testissä todettiin, että kontrollitilanteessa (IV) erot aikaväliluokkien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($H = 3.167$; $df = 3$), mutta koetilanteessa (II) olivat ($H = 20.781$; $df = 3$; $p < .001$), vieläpä siten, että enintään 1.25 s:n ryhmä erosi kaikista muista 99.9 %:n luotettavuustasolla, mutta muut erot eivät olleet merkitseviä (taulukko XIV).

¹⁴ Koska tarkkailija A suoritti arvioinnit P1:ssä ja tarkkailija B P2:ssa, todettu systemaattinen ero arvioinneissa vaikutti siten, että lyhyillä aikaväleillä havainnot osoittivat todellista suurempaa siirtymää tien reunaa kohti ja pitkillä aikaväleillä todellista pienempää siirtymää reunaa kohti (tai todellista suurempaa siirtymää keskiviivaa kohti; ks. 3.34).

Taulukko XIII. Kolmisuuntainen X^2 -analyysi ajolinjan muutoksen (A), aikavälin (B) ja mittauspäivän (C) kesken.

Lähde	X^2	df	p
Total	77.978	45	.01
AB	30.956	18	.05
AC	16.376	6	.05
BC	7.974	3	.05
ABC	22.671	18	-

Taulukko XIV. Ajolinjojen muutokset eri aikaväluokissa: parittaiset vertailut (Mann-Whitneyn U-testi, z-arvot, kaksisuuntainen testaus).

		Aikaväli ^a			
		i	ii	iii	iv
Aika- väli	i	-	-3.817+++	-4.168+++	-3.872+++
	ii		-	-.637	.161
	iii			-	.806
	iv				-

^a i = <1.25 s, ii = 1.375-5 s, iii = 5.125-15 s, iv = >15 s,

+++ p < .001

3.37 Ajolinjat ja vastaantulijat

Toisessa mittauspisteessä (P2) voitiin rekisteröidä myös vastaantulijan etäisyys sekunneissa, ts. aika siitä hetkestä, jolloin mittaussuuntaan kulkevan auton etupyörät ylittivät pisteen P2 siihen hetkeen, jolloin

seuraavan vastaan tulleen auton etupyörät ylittivät pisteen P2. Tämä ajassa ilmaistu etäisyys ei siis merkitse sitä, kuinka kauan P2:n ohittamisen jälkeen mittaussuuntaan kulkeva auto kohtaa vastaantulijan; sen sijaan voidaan sanoa, että jos kohtaavien autojen nopeudet ovat yhtä suuria, mittaussuuntaan kulkeva auto - ohitettuaan pisteen P2 - kohtaa vastaan tulevan puolella tässä käytetyn etäisyyden mittarin osoittamasta ajasta. Ja jos oletetaan, että nopeudet ovat yhtä suuria ja esim. 80 km/h:n suuruisia, 1 sekunnin etäisyys vastaantulijaan merkitsee tässä tutkimuksessa sitä, että autojen kohtauspiste on 11.1 m:n päässä P2:sta (80 km:n tuntinopeudella auto kulkee 22.2 metriä sekunnissa).

Kuvassa 13 on esitetty ajolinjan riippuvuus etäisyydestä vastaantulijaan II ja IV mittauspäivänä, erikseen niillä ajoneuvoilla, joiden aikaväli edellä ajavaan oli enintään 1.25 s ja niillä ajoneuvoilla, joiden aikaväli oli suurempi kuin 1.25 s.

Pitkillä (> 1.25 s) aikaväleillä ajettiin - kuten odottaa saattaa - sitä lähempänä reunaa, mitä lähempänä vastaan tulija oli; tosin riippuvuus oli tilastollisesti merkitsevä vain IV mittauspäivänä (kontrollitilanne; Kruskal-Wallis-H = 38.768; df = 3 $p < .001$; ryhmien välisistä eroista ks. taulukko XV; II päivä: H = 4.550; df = 3). Lyhyillä (≤ 1.25 s) aikaväleillä sen sijaan viitteitä em. riippuvuudesta voidaan havaita II mittauspäivänä (koe-tilanne), joskaan ei tilastollisesti merkitsevänä (H = 5.125; df = 3), mutta ei IV mittauspäivänä (H = .992; df = 3; ks. kuva 13).

Taulukko XV. Ajolinjojen riippuvuus etäisyydestä vastaantulijoihin: parittaiset vertailut eri etäisyysryhmien kesken IV mittauspäivänä (Mann-Whitneyn U-testi, z-arvot, kaksisuuntainen testaus).

		Etäisyys vastaantulijaan ^a			
		i	ii	iii	iv
Etäisyys	i	-	-2.395+	-3.895+++	-5.874+++
vastaan-	ii		-	-1.112	-3.109++
tulijaan	iii			-	-2.493+
	iv				-

^ai = ≤ 2 s, ii = 2.125-5 s, iii = 5.125-15 s, iv = >15.

+++ p < .001

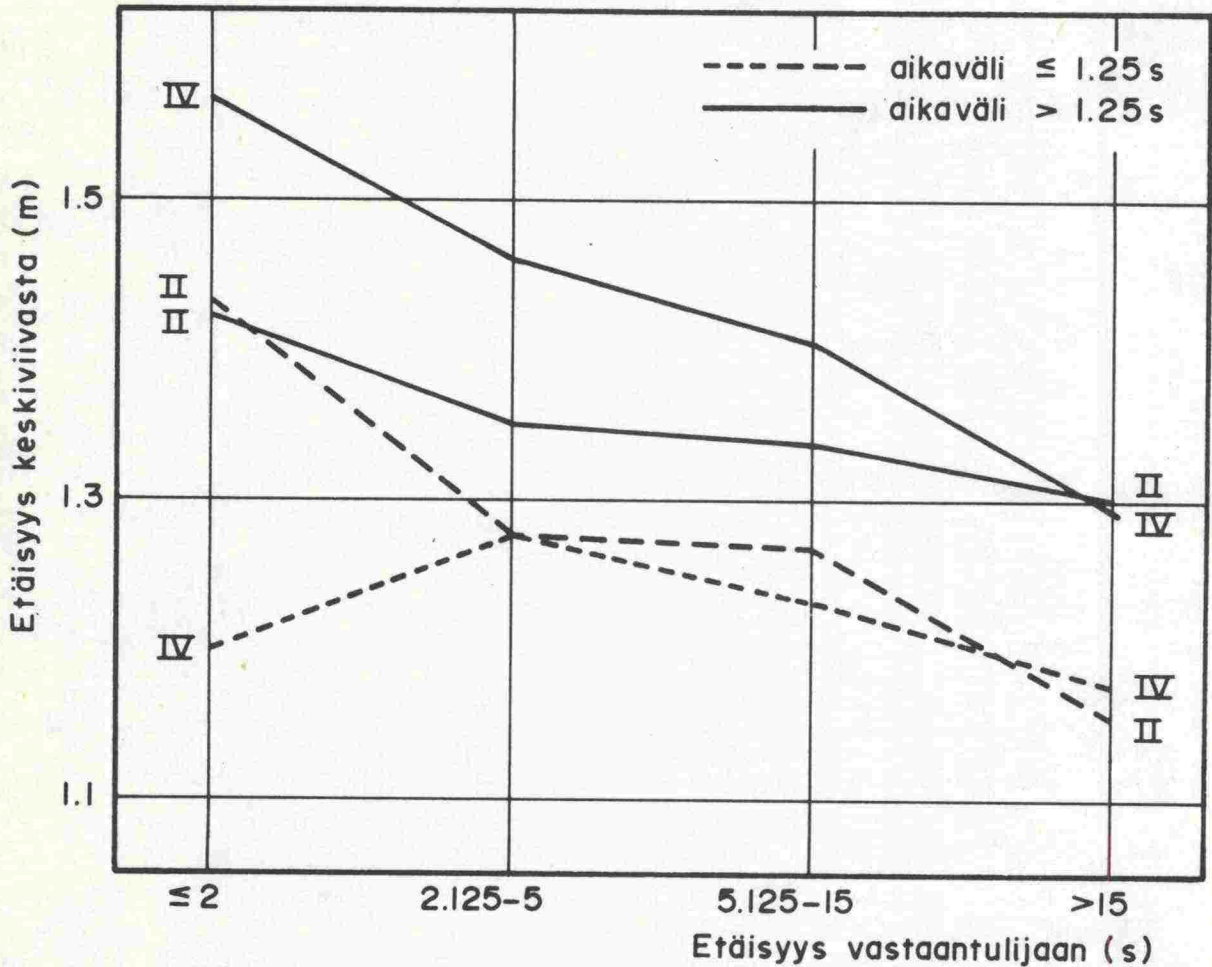
++ p < .01

+ p < .05

3.4 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, lisääkö pyrkimys ohitukseen liikennevirran onnettomuuspotentiaalia, ts. (kohdan 1 tarkastelun mukaisesti) pienentääkö se ajoneuvojen turvamarginaaleja. Tutkimuksessa verrattiin normaalitilannetta (kontrollitilanne) tilanteeseen, jossa ohitus kuljettajien välittömänä tavoitteena pyrittiin poistamaan pitkähköllä ohituskiellolla (koetilanne); tarkastellut turvamarginaalit (riippuvat muuttujat) olivat ajoneuvojen pitkittäissuuntainen etäisyys (aikaväli) ja sivuttaissuuntainen etäisyys (ajolinja).

Teorian perusteella oletettiin (ks. kohta 2), että kontrollitilanteessa kuljettajien motiivien synnyttämä ohituspyrkimys johtaa ohitusmahdollisuuden kärkkymiseen aivan edellä ajavan takana ja näin ollen pieniin aikaväleihin ja lähellä keskiviivaa ajamiseen. Ohituskiellon



Kuva 13. Ajolinjan (etäisyys keskiviivasta)riippuvuus etäisyydestä vastaantulijaan II (koetilanne) ja IV (kontrollitilanne) mittauspäivänä erikseen niillä ajoneuvoilla, joiden aikaväli edellä ajavaan oli ≤ 1.25 s, ja niillä, joiden aikaväli edellä ajavaan oli > 1.25 s.

pitäisi (koetilanteessa) synnyttää ehkäisevä motiivi, (subjektiivinen riski kiinnijoutumisesta¹⁵) joka vaikuttaa kuljettajan päätöksentekoon siten, että ohitustavoitetta lykätään; tällöin voidaan myös jättää pienempi väli edellä ajavaan ja ajaa hieman reunemmassa, kun ei tarvitse pelätä ohitusmahdollisuuden menettämistä. Teorian perusteella turvamarginaalit olisivat siten koetilanteessa suuremmat kuin kontrollitilanteessa.

Aikavälit. Aikavälijakautumien tarkastelu mittauspäivittäin kummassakin mittauspisteessä (samat autot kummassakin) toi tuloksia jotka olivat hypoteesin suunnassa (ts. pienet aikavälit vähenivät P1:stä P2:een koapäivinä, mutta eivät juuri kontrollipäivinä; ks. kuvat 3-9), mutta eivät täysin luotettavalla menetelmällä merkitseviksi osoitettavissa.

Seuraavaksi otettiin tarkastelun kohteeksi ne ajoneuvot, jotka ensimmäisessä pisteessä olivat enintään 1.25 s:n etäisyydellä (=aikaväli) edellä ajavasta ja jotka eivät ennen toista mittauspistettä ohittaneet edellä ajavaa.

Tällainen rajoitus tehtiin, jotta voitaisiin tarkastella samojen ajoneuvojen aikavälien muutoksia mittauspisteestä toiseen ja myös testata niitä luotettavasti. Tämän tutkimuksen kannalta juuri nämä ajoneuvot olivatkin mielenkiin-

¹⁵ Olettamusta ohituskiellon aiheuttamasta (ohituksen ennakoituihin seurauksiin liittyvästä) subjektiivisesta riskistä voitiin perustella sillä, että aikavälimittauksissa käytettiin letkuja, ja kaksi - tosin kaukana toisistaan sijaitsevaa - letkua olivat omiaan viittaamaan valvontaan.

Ohituskielto ilmaistiin liikennemerkillä, ja tunnettua on, että liikennemerkkejä ei aina tarkkailla kovin hyvin (ks. esim. Häkkinen, 1965; Summala & Näätänen, 1974). Tuloksia nimenomaan ohituskieltomerkin huomaamisesta ei tutkimuksessa ollut käytettävissä, mutta voitiin odottaa, kaikki eivät merkkiä (ainakaan ensimmäisellä ohiajokerralla) huomaa (esim. nopeusrajoitusmerkin huomaamisprosentti lienee 80:n luokkaa; Häkkinen, 1965). Käytetyssä koeasetelmassa tämän ei kuitenkaan katsottu aiheuttavan hankaluuksia eikä ongelman selvittämistä myöskään sisällytetty tutkimukseen.

toisia, sillä kummassakin mittauspisteessä ne olivat suurin piirtein samassa tilanteessa, jolloin voitiin tarkastella todella toisiaan vastaavia turvamarginaaleja kahdessa pisteessä.

Eri mittauspäivien ei-huipputunteja verrattiin aikavälimuutosten suhteen Friedman-testillä (joka ottaa havaintojen mahdollisen riippuvuuden huomioon) käytämällä vertailuperusteen sekä mediaaneja että niiden muutosten osuuksia, jotka olivat yhtä suuria tai pienempiä kuin 0. Edellisessä tapauksessa erot eivät aivan yltäneet tilastollisesti merkitsevälle tasolle, mikä taas jälkimmäisessä saavutettiin. Voitaneen olettaa, että ero johtuu vain sattumasta (ja I mittauspäivän lievästä, uskottavasti satunnaisesta kaksihuippuisuudesta). Kuitenkin lienee perusteltua käyttää kriteerinä juuri niiden muutosten osuutta, jotka ovat pienempiä tai yhtä suuria kuin 0. Aikavälin kasvu merkitsee nimittäin ohitusaikeissa olevalle (tai olleelle) subjektiivisesti selvää "saavutetun edun" menettämistä, ja pieninkin tutkimuksessa mitattavissa ollut aikavälin kasvu (1/8 s) merkitsi esim. 80 km:n tuntinopeudella välimatkaan 2.8 metrin lisäystä.

Varmemmaksi vakuudeksi päivien välisiä eroja testattiin myös Kruskal-Wallis-testillä ¹⁶, joka ottaa huomioon jakautumat kokonaisuudessaan, mutta samalla edellyttää havaintojen riippumattomuutta. Riippumattomuusvaatimusta tarkasteltiin jo tulosten käsittelyn yhteydessä (3.33) ja todettiin, että jonkin verran riippuvuutta aineistossa luultavasti on, ja analy-

¹⁶ Sääolosuhteet sekoittivat valitettavasti koeasetelmaa aika lailla, ja kun yhtenä mittauspäivänä ei aikavälirekisteröintejä kaikkien tuntien osalta saatu, ei aineiston käsittelystä tullut niin selväpiirteistä kuin oli tarkoitus. Suoritettuihin Friedman-analyysihin III mittauspäivän kahden tunnin poisjääminen etenkin vaikutti niin, että ne joiltakin osin perustuivat pieniin havaintomääriin (mm. mahdollisuus havaintomääriltään pienimpien tuntien yhdistämiseen menetettiin em. seikan takia).

siin sen takia on suhtauduttava pienellä varauksella. On kuitenkin todettava, että tällainen menettely ei ole mitenkään poikkeuksellista tämäntyyppisessä liikennetutkimuksessa (ks. esim. Syvänen, 1971, 68-72).

Kruskal-Wallis-analyysissä todettiin päivien eroavan merkitsevästi toisistaan. Kaikki erot olivat täysin tutkimushypoteesin suuntaisia (tämä voitiin osoittaa myös testeillä, joissa havaintojen mahdollinen riippuvuus voitiin ottaa huomioon): silloin kun ohitus oli kielletty, aikaväli kasvoi pisteestä P1 pisteeseen P2 aina enemmän kuin kummassakaan kontrollitilanteessa (ennen tai jälkeen koetilanteiden). Ohituskiellon vaikutus voitiin todeta myös X^2 -analyysissä¹⁷, jotka toisaalta eivät osoittaneet muita (sään tai mittauspäivien järjestyksen) vaikutuksia aikavälien muutoksiin.

Huipputunteina, jolloin vain I, II ja IV mittauspäivä olivat mukana analyysissä, vain ero (aurinkoisen) koetilanteen ja jälkimmäisen (aurinkoisen) kontrollitilanteen välillä oli (hypoteesin suunnassa) merkitsevä. Kun kaikki tunnit otettiin huomioon, koetilanne erosi kuitenkin merkitsevästi kummastakin kontrollitilanteesta, eikä toisaalta X^2 -analyysi osoittanut, että päivien väliset erot olisivat olleet erilaisia huippu- ja ei-huipputunteina.

Aikavälien muutoksia koskevissa analyysissä aineistosta oli poistettu ohitustapaukset (P1:n ja P2:n välillä ja niiden kohdalla tapahtuneet ohitukset), joissa toisiaan vastaavia turvamarginaaleja ei voitu kummassakin pisteessä vertailla. Tämä toimenpide ei kuitenkaan aseta tuloksia kyseenalaisiksi, koska sen mahdolliset vaikutukset ovat eri analyysissä toimineet tutkimushypoteesin hyväksymistä vastaan. Ohitustapauksissa nimittäin aikaväli pisteessä P1 oli yleensä suurempi kuin pisteessä P2, ja toisaalta kontrollitilanteissa tapahtui hieman enemmän ohituksia kuin koetilanteissa. (Suurta eroa ei ohitusten määrässä ollut; valitettavasti vain ei tutkimuksessa ollut mahdollista tarkalleen todeta, tapahtuiko ohitus ennen merkkiä tai sen sijain-

¹⁷ Havaintojen riippuvuutta koskeva tarkastelu koskee myös näitä.

tipaikkaa vai sen jälkeen, kuten ei esim. myöskään sitä, minkä verran ohituksia sattui merkin koko vaikutusalueella).

Pieni osa aineiston tapauksista oli ilmeisesti sellaisia, joissa ohitus oli tapahtunut juuri ennen ensimmäistä mittauspistettä, ja aikaväli näin ollen kasvoi huomattavasti P1:n ja P2:n välillä. Näissä tapauksissa aikavälin ei voida katsoa (kummassakin mittauspisteessä) olevan turvamarginaalin mitta samassa mielessä kuin aineistossa yleensä; aineistosta niitä ei kuitenkaan objektiivisen kriteerin perusteella saatu poistetuksi (ei esim. ollut mahdollisuutta nopeuseron toteamiseen pisteessä P1). Tällaisiin tapauksiin viittaavia suuria aikavälin muutoksia oli aineistossa kuitenkin hyvin vähän, eivätkä ne vaikuttaneet tuloksiin.

Kaiken kaikkiaan voidaan tehdä johtopäätös, että ohituskiellolla oli aikavälejä lisäävä vaikutus normaali-tilanteeseen verrattuna. Ohituskieltomerkki pidensi enintään 1.25 s:n aikavälejä (kaikkien päivien eihuipputunneista laskettuna) keskimäärin 0.19 sekuntia. Esim. 80 km:n tuntinopeudella tämä merkitsisi sitä, että ohituskiellon ansiosta arveluttavan lähellä edellä kulkevaa ajoneuvoa ajavat lisäsivät välimatkaansa tähän keskimäärin 4.2 metriä.

Ajolinjat. Ajolinjojen tarkkailumenetelmä osoittautui kontrollikokeessa hieman kyseenalaiseksi, ja todettu systemaattinen virhe rajoitti huomattavasti mahdollisuuksia riittävän luotettavaan tarkasteluihin. Toiseksi arviointeja voitiin saada vain kahtena päivänä, minkä takia tottumis- ym. trendejä ei voitu kontrolloida ajolinjojen suhteen niin hyvin kuin aikavälihavaintojen suhteen.

Ajolinjan ja aikavälin riippuvuus voitiin todeta kummassakin mittauspisteessä (ts. tarkkailijasta riippu-

matta) jokseenkin samanlaisena, joten sitä voitaneen pitää todellisena ilmiönä. Aivan toisen takana (aikaväli ≤ 1.25 s) ajettiin keskemällä kuin kohtalaisella etäisyydellä (1.375-15 s) ajaettaessa, mutta etäisyyden ollessa pitkä (> 15 s) jälleen hieman lähempänä keskiviivaa (suurimmilla aikaväleillä ajolinjahavainnot eivät kuitenkaan olleet johdonmukaisia). Se, että aivan toisen perässä ajavat ajoivat myös keskemällä kuin muut, tukee hypoteesia ohitusmahdollisuuden kärkkyjistä (ks. 3.21). Toisaalta ohituskielto näyttää siirtäneen näiden "kärkkyjien" ajolinjoja oikealle: Ne, jotka koetilanteessa ennen merkkiä ajoivat hyvin lähellä edellä kulkevaa, näyttävät ajaneen merkin jälkeen lähempänä reunaa; vastaavaa muutosta ei tapahtunut silloin, kun aikaväli oli pitempi, ja kontrollitilanteessa (IV mittauspäivänä) eivät ajolinjan muutokset olleet aikavälistä riippuvaisia.

Voitaneen siis - tosin pienellä varauksella - tehdä johtopäätös, että ohituskiellolla on ollut hypoteesin suuntainen vaikutus ajolinjoihin (ajolinjan muutoksista voidaan tietenkin päätellä jotain vain sillä edellytyksellä, että ko. tarkkailijan suorituksessa ei ole tapahtunut muutoksia II ja IV mittauspäivän välillä).

On selvää, että hieman keskemällä ajaminen ei välttämättä lisää vaaraa silloin, kun näkyvyys on hyvä ja vastaantulijoita ei ole¹⁸. Tässä tutkimuksessa turvamarginaalin mittana käytetty ajolinja (etäisyys keskiviivasta) onkin lähinnä merkityksellinen kohtaamistilanteissa.

¹⁸ Lähinnä valppauden pettäminen aiheuttanee silloin tällöin tahattomia keskiviivan tuntumassa tai vasemmalla kaistalla käväisemisiä, joita saattaa sattua myös silloin, kun on vastaantulijoita (pätellen siitä onnettomuuskategoriasta, jossa kaksi autoa on hyvällä säällä ja hyvissä tieolosuhteissa ajanut vastakkain ilman mitään käsitettävää - teknistä tai muuta - syytä). Tällaisten tapausten varalle yleensäkin reu-
nemmassa ajaminen tietenkin lisääisi turvamarginaalia, mutta silloin taas (useimmiten heikommin näkyvä) kevyt liikenne olisi valppauden pettäessä suuremmissa vaarassa.

Kohdassa 3.37 tarkasteltiin ajolinjojen riippuvuutta etäisyydestä vastaantulijaan. Etäisyyttä mitattiin aikana (sekunneissa) siitä hetkestä, jolloin mittaus-suuntaan kulkeva auto ylitti pisteen P2, siihen hetkeen, jolloin vastaantuliya ylitti pisteen P2. Tämä ei tietenkään ollut niin hyvä etäisyyden mitta kuin olisi ollut aika, joka ajolinjan mittaushetkestä kului kohtaamishetkeen, mutta se oli helposti mitattavissa ja toiseksi yleinen 80 km:n nopeusrajoitus antoi aiheen olettaa, että nopeuksien hajonta olisi vähäistä: niissä tapauksissahan, joissa kohtaavien ajoneuvojen nopeudet olivat yhtä suuria, oli käytetty etäisyyden mitta suorassa suhteessa ajolinjan mittaushetken ja kohtaamishetken väliseen aikaan (oli kaksi kertaa sen suuruinen). Toisaalta ajassa ilmaistua etäisyyttä voitaneen objektiivisia turvamarginaaleja tarkasteltaessa pitää perustellumpana kuin matkassa ilmaistua, koska se ottaa ajoneuvojen nopeudet huomioon. (On huomattava, että kuljettaja sen sijaan ei pysty kunnolla ottamaan huomioon vastaantulijan nopeutta arvioi-
dessaan tulevaa kohtauspistettä. Hän arvioi yleensä kohtauspisteen autojen välimatkan keskipisteeseen, ikään kuin vastaantulijan nopeus olisi yhtä suuri kuin hänen oma nopeutensa; ks. Björkman, 1963).

Tutkimusongelman kannalta ajolinjan riippuvuus etäisyydestä vastaantulijaan osoittautui varsin mielenkiintoiseksi. Silloin, kun ajettiin kaukana edellä ajavasta, siirryttiin vastaantulijan lähestyessä reunemmaksi; samoin näyttää käyneen koepäivänä ajettaessa lähellä edellä ajavaa. Sen sijaan kontrollipäivänä, kun ohituskielto ei ollut voimassa, etäisyydellä vastaantulijaan ei ollut vaikutusta niiden ajolinjaan, jotka ajoivat lähellä edellä ajavaa.

Voidaan sanoa, että silloin, kun ajolinja todella merkitsi turvamarginaalia (ts. kun vastaantuliya oli lähellä), ne autoilijat, jotka eivät - ainakaan vielä - olleet pyrkimässä ohitukseen (joiden aikaväli oli suuri),

ajoivat lähellä tien reunaa; toisaalta ne, jotka ilmeisesti olivat pyrkimässä ohitukseen (aikaväli ≤ 1.25 s), eivät antaneet vastaantulijan vaikuttaa ajolinjaansa. Tässä suhteessa koe- ja kontrollitilanne erosivatkin selvästi toisistaan: ohituskiellon ollessa voimassa lähelläkin edellä kulkevaa ajaneet väistivät selvästi vastaantulojoita. Tämä merkitsi sitä, että ohituskieltomerkki lisäsi turvamarginaalia kohtaavien ajoneuvojen välillä silloin, kun se yleensä on pienimmillään.

4. ONNETTOMUUSPOTENTIALI JA KULJETTAJAN KÄYTTÄYTYMINEN

Näyttää ilmeiseltä, että kuljettajien yllyttävät motiivit johtavat - välittömien tavoitteiden kautta - pieniin turvamarginaaleihin ja onnettomuuspotentiaalin kasvuun. Ainakin osa näistä motiiveista on suhteellisen pysyviä (esim. hedonistiset motiivit; ks. 2.24), ja niihin on vaikea, ellei suorastaan mahdoton suoraan vaikuttaa. Toisaalta pysyvät havaintoon liittyvät tekijät (esim. systemaattiset havainnon vääristymät; ks. 2.21) ja myös (suhteellisen pysyvät) motivaatio-tekijät saavat aikaan sen, että subjektiivinen onnettomuusriski on liikenteessä yleensä vähäinen eikä riitä vastustamaan yllyttäviä motiiveja.

Yllyttävien motiivien aiheuttamaa onnettomuuspotentiaalia voitaisiin ilmeisesti vähentää rajoittamalla kuljettajien mahdollisuuksia vaarallisiin toimintoihin (vaarallisten tavoitteiden toteuttamiseen). On huomattava, että yllyttävien motiivien synnyttämien tavoitteiden toteuttaminen ei yksin ole vaarallista; myös toteuttamattomana tällainen tavoite voi pienentää turvamarginaaleja, kuten kokeellisessa osassa ohituspyrkimyksen suhteen todettiin. Jos toisaalta mahdollisuuksia tällaisten tavoitteiden toteuttamiseen rajoitetaan, eivät ne enää esiinny (ainakaan niin usein) vaihtoehtoina kuljettajien päätöksenteossa.

Kuljettajan mahdollisuuksiin vaarallisten tavoitteiden toteuttamiseen voidaan vaikuttaa pelkillä säännöillä, kuten nopeusrajoituksilla tai - tässä tutkimuksessa - ohituskiellolla ¹⁹. Sääntöihin perustuvien rajoitusten

¹⁹ Kokellisessa osassa todetuista ohituskiellon suotuisista vaikutuksista ajokäyttäytymiseen ei pidä ilman muuta päätellä sitä, että ohituskieltoa osoittava liikennemerkki yleensä olisi tehokas käyttäytymiseen vaikuttava tekijä. Tässä tutkimuksessa merkin tehoa korostivat mittausletkut, jotka ilmeisesti viittasivat valvontaan ja lisäsivät näin kuljettajien subjektiivista riskiä. Tutkimus tosin kesti niin vähän aikaa, että tottumisen vaikutuksia ei saatu näkyviin, mutta luultavaa on, että tutkimusta kauemmin jatkettaessa merkin vaikutus olisivähentynyt, ellei valvontaa todella olisi suoritettu ja ohitukseen puututtu.

vaikutus perustuu subjektiiviseen riskiin, joka liittyy säännön rikkomisen ennakoituihin seurauksiin (ts. sakko-lappuun). Tämän subjektiivisen riskin tuleekin olla riittävä, jotta sääntöjä seurattaisiin, mikä edellyttää riittävää valvontaa.

Toisaalta liikennejärjestelyillä voidaan vaikuttaa onnettomuuspotentiaaliin, jolloin yleensä on kysymyksessä vaaralle alttiina olon määrän vähentäminen. Esim. risteyksien onnettomuuspotentiaalia on tutkittu verrattain paljon ns. konfliktimenetelmällä (Perkins & Harris, 1968) ja todettu mm., että erilaisilla risteysjärjestelyillä voitaisiin vaikuttaa konfliktien ("potentiaalisten vaaratilanteiden") määrään (esim. Peleg, 1967). Turvamarginaaleihin vaikuttamisesta liikennejärjestelyin antavat moottoritiet esimerkin: vastakkaisiin suuntiin kulkevien ajoneuvojen turvamarginaali toisiinsa nähden on näillä teillä pakostakin suuri ja usein vielä aidalla tai kaiteella tehostettu. (Toisaalta samaan suuntaan kulkevien ajoneuvojen väliset turvamarginaalit ovat moottoriteillä suuri ongelma).

Kaksikaistaisten teiden osalta linjaosuudet ovat risteyksiä huomattavasti pulmallisempia, mitä tulee onnettomuuspotentiaaliin vaikuttamiseen. Yksittäisonnettomuuksien taustalla olevaa onnettomuuspotentiaalia voidaan mitata suhteellisen helposti, koska liian suuri nopeus selittää suuren osan näistä onnettomuuksista (vrt. kaarre-esimerkki kohdassa 1).

Yhteenajojen taustalla olevaa onnettomuuspotentiaalia tarkasteltiin kokeellisessa osassa. Tämän tarkastelun perusteella voidaan todeta, että osa tästä potentiaalista on ilmeisesti tieolosuhteista riippumatonta, kuten suureksi osaksi ohituspyrkimyksestä aiheutuvat ajoneuvojen pienet pitkittäis- ja sivuttaissuuntaiset etäisyydet. Tällaiseen onnettomuuspotentiaaliin voidaan lähinnä vaikuttaa yleisillä toimenpiteillä, jotka rajoittavat ko. tavoitteita. Tällainen toimenpide on esim. nopeusrajoitus, joka tasoittaa nopeuseroja ja vähentää ohitustarvetta. On kuitenkin huomattava, että onnettomuus on yleensä useamman tekijän

yhteisvaikutuksen tulos (ks. alaviite 1): pieni aikaväli johtaa esim. peräänajoon usein mm. silloin, kun edellä ajava jostain syystä äkillisesti jarruttaa. Näin ollen ko. onnettomuuspotentiaaliin voidaan vaikuttaa poistamalla tuollaisia äkillisiä toimenpiteitä aiheuttavat tekijät, jotka lähinnä ovat tieolosuhteisiin liittyviä (mm. yksityisteiden usein huomaamattomat liittymät ovat tässä suhteessa vaarallisia).

Tyypillisesti suurelta osin tieolosuhteista riippuvaa on suurista nopeuksista aiheutuva onnettomuuspotentiaali. Yleensä tätä voidaan mitata suoraan nopeuksia mittaamalla (vrt. yksittäisonnettomuudet edellä), mutta ajo-
linjatkin ovat merkityksellisiä silloin, kun nopeus johtaa ulkokaarteessa ajettaessa kaarteeseen leikkaamiseen, ts. keskiviivalla tai vasemmalla kaistalla ajoon. Nopeudesta aiheutuvan onnettomuuspotentiaalın rajoittamiseen ovat keinot valmiina: tieosakohtainen nopeusrajoitusjärjestelmä on jo sinänsä yksi ratkaisu ongelmaan.

LÄHDELUETTELO

- Adams, J.R. Personality variables associated with traffic accidents. Behavioral Research in Highway Safety, 1970, 1, 3-18.
- Arthur D. Little, Inc. The State of the Art of Traffic Safety. Cambridge, Mass.: Automobile Manufacturers Association, 1966.
- Björkman, M. An exploratory study of predictive judgments in traffic situations. Scandinavian Journal of Psychology, 1963, 4, 65-76.
- Björkman, M. & Ekman, G. Experimentalpsykologiska metoder. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1957.
- Buckner, D.N. & MacGrath, J.J. (Toim.) Vigilance: A Symposium. New York: McGraw-Hill, 1963.
- Chapman, R. The concept of exposure. Accident Analysis & Prevention, 1973, 5, 95-110.
- Cownie, A. R. An operational game for the study of decision making in a hazardous activity. Accident Analysis & Prevention, 1970, 2, 1-10.
- Hulbert, S. F. Drivers' GSRs in traffic. Perceptual and Motor Skills, 1957, 7, 305-315.
- Hurst, P.M. Consistency in driver risk taking. Behavioral Research in Highway Safety, 1971, 2, 73-82.
- Häkkinen, S. Estimation of distance and velocity in traffic situations. Reports from the Institute of Occupational Health 3/1963.
- Häkkinen, S. Liikennemerkkien havaitseminen maantieajossa. Taljan tutkimuksia 1/1965.
- Häkkinen, S., Kaukinen, R. & Tallqvist, A. Tieliikenneonnettomuuksien syytutkimus. Työterveyslaitoksen tutkimuksia 44/1969.

- Häkkinen, S.,
Leinonen, K., &
Ratilainen, L. Nopeusrajoituskokeilu maantieliikenteessä 1962.
Taljan tutkimuksia 3/1965.
- Johansson, G. &
Rumar, K. Drivers' brake reaction times. Report from the
Institute of Psychology, University of Uppsala,
26/1965.
- Kornblum, S. Sequential determinants of information proces-
sing in serial and discrete choice reaction
time. Psychological Review, 1969, 76, 113-131.
- Lehtimäki, R. Tutkimus ajolinjoista ja ajonopeuksista.
Taljan tutkimuksia 25/1971, 1-50.
- Michotte, A. The Perception of Causality. Lontoo: Methuen,
1963.
- Nopeusrajoitus-
komitean mietintö Komiteanmietintö 1972: B 51.
- Näätänen, R. The effect of motivation on perception in a
watch-reading task. Reports from the Institute
of Psychology, University of Helsinki, 2/1972. (a)
- Näätänen, R. Maantiekuelema. Porvoo, Helsinki: WSOY, 1972. (b)
- Näätänen, R., &
Summala, H. A model for the role of motivational factors in
drivers' decision making. Accident Analysis &
Prevention, 1974, painossa.
- Peleg, M. Evaluation of conflict hazard of uncontrolled
junctions. Traffic Engineering & Control, 1967,
9, 346-347.
- Perkins, S. R. &
Harris, J. I. Traffic conflict characteristics - Accident
potential at intersections. Highway Research
Record, 1968, 225, 34-43.
- Planek, T.W. Driver education research in the United States -
Can the new directions be supported? Esitelmä:
International Symposium on Psychological Aspects
of Driver Behaviour. Noordwijkerhout, 2-4.8.1971.
- Preston, B. Insurance classifications and drivers' galvanic
skin response. Ergonomics, 1969, 12, 437-446.

- Rabbitt, P.M.A. Errors and correction in choiceresponse tasks. Journal of Experimental Psychology, 1966, 71, 264-272.
- Russell, G.W. Seat belts, Saints and fear. Journal of Safety Research, 1971, 3, 80-85.
- Rutley, K.S. & Mace, D.G.W. Heart rate as a measure in road layout design. Ergonomics, 1972, 2, 165-173.
- Siegel, S. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York: McGraw-Hill, 1956.
- Sternbach, R.A. Principles of Psychophysiology. New York: Academic Press, 1966.
- Summala, H. & Näätänen, R. Perception of highway traffic signs and motivation. Journal of Safety Research, 1974, painossa.
- Syyrakki, V. Jonot ja ohitukset tieliikenteessä. Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus 1/1968.
- Syvänen, M. Valvonnan vaikutus kuljettajien ajotapaan. Tampereen yliopiston psykologian laitoksen tutkimuksia 54/1971.
- Taylor, D.H. Driver's galvanic skin response and risk of accident. Ergonomics, 1964, 7, 439-451.
- TVH/Tiesuunnitteluosasto Pistekohtaisen enimmäisnopeuden suositusten kokeilun tulokset. 2.3.1973.
- Whitlock, F.A. Death on the Road: A Study in Social Violence. Lontoo: Tavistock, 1971.
- Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. New York: McGraw-Hill, 1962.

Liite 1. Sekunnin pituiset tai sitä pienemmät aikavälit pisteissä P1 ja P2 ei-huipputunteina: Friedmanin kaksisuuntainen järjestykseen perustuva varianssianalyysi.

Mittaustunti	Mittauspäivä				
	I	II	III	IV	
b	4/6	5/5	5/5	5/5	Sekunnin pituiset tai sitä pienemmät aikavälit pisteessä P2 suhteessa vastaaviin aikaväleihin pisteessä P1
c	7/6	3/6	4/5	13/10	
d	3/4	6/9	7/9	8/10	
e	9/9	11/14	6/7	12/12	
f	13/14	25/25	2/6	11/10	
b	1	3	3	3	Mittauspäivien järjestys mittaustunneittain
c	3	1	2	4	
d	2	1	3	4	
e	3.5	1	2	3.5	
f	2	3	1	4	
R_j	11.5	9	11	18.5	
R_j^2	132.25	81	121	342.25	

$$X_r^2 = \frac{12}{Nk(k+1)} \sum R_j^2 - 3N(k+1)$$

$$= 6.18$$

$N=5$

$k=4$

$$df = k-1 = 3$$

$$.10 < p < .20$$

Liite 2. Sekunnin pituiset tai sitä pienemmät aikavälit pisteissä P1 ja P2 kaikkina tunteina: Friedmanin kaksisuuntainen järjestykseen perustuva varianssianalyysi.

Mittaustunti	Mittauspäivä			
	I	II	IV	
a	16/19	7/16	16/23	Sekunnin pituiset tai sitä pienemmät aikavälit pisteessä P2 suhteessa vastaaviin aikaväleihin pisteessä P1
b	4/6	5/5	5/5	
c	7/6	3/6	13/10	
d	3/4	6/9	8/10	
e	9/9	11/14	12/12	
f	13/14	25/25	11/10	
g	19/18	38/50	54/54	
a	3	1	2	Mittauspäivien järjestys mittaustunneittain
b	1	2.5	2.5	
c	2	1	3	
d	2	1	3	
e	2.5	1	2.5	
f	1	2	3	
g	3	1	2	
R_j	14.5	9.5	18	

$$\chi^2_F = 5.21$$

$$df = 2$$

$$.05 < p < .10$$

$$N=7$$

$$k=3$$

Liite 3. Pienten aikavälien muutosten (aikaväli pisteessä P2 - aikaväli pisteessä P1) jakautumat mittauspäivittäin: ei-huipputunnit.

Aikavälin muutos, sek.	Mittauspäivä				
	I	II	III	IV	
>2.5	1	3	3	2	
2.5					
2.375					
2.25		2			
2.125					
2.0					
1.875					
1.75	2	1	1		
1.625	2		1		
1.5		1			
1.375					
1.25	1		1	1	
1.125	3		2	1	
1.0		1		1	
0.875	1	2	2	1	
0.75	1	3		2	
0.625	1	4	1	3	
0.5	2	9	4	1	-- x
0.375	5	4	4	3	
0.25	3	13	3	5	--
0.125	2	10	7	8	
0.0	12	15	11	21	--
-.125	7	3	3	10	--
-.25	6		1	5	
-.375	2			1	
-.5		2		1	
-.625	1	1			
-.75		1			
Yht.	52	75	44	66	
Md	.052	.241	.188	.033	

x = luokkarajat suoritetuissa X^2 -testeissä

Liite 4. Pienten aikavälien muutosten (aikaväli pisteessä P2 - aikaväli pisteessä P1) jakautumat mittauspäivittäin: huipputunnit.

Aikavälin muutos, sek.	Mittauspäivä			
	I	II	IV	
> 2.5	1	2	1	
2.5			1	
2.375		1		
2.25				
2.125			1	
2.0	1	2		
1.875				
1.75				
1.625			1	
1.5	2		2	
1.375			1	
1.25		1		
1.125	3			
1.0		1	1	
0.875		2	2	
0.75	3	6	5	
0.625	1	5	2	
0.5	8	3	7	-- x
0.375	5	6	6	
0.25	5	8	6	--
0.125	3	15	9	
0.0	7	16	21	--
-.125	7	3	12	--
-.25	3	2	3	
-.375	2		3	
-.5			3	
-.625		1		
-.75	1		1	
Yht.	52	74	88	
Md	.262	.188	.077	

x = luokkarajat suoritetuissa X^2 -testeissä

Liite 5. Pienten aikavälien muutosten (aikaväli pisteessä P2 - aikaväli pisteessä P1) jakautumat mittauspäivittäin: kaikki tunnit.

Aikavälin muutos, sek.	Mittauspäivä			
	I	II	IV	
2.5	2	5	3	
2.5			1	
2.375		1		
2.25		2		
2.125			1	
2.0	1	2		
1.875				
1.75	2	1		
1.625	2		1	
1.5	2	1	2	
1.375			1	
1.25	1	1	1	
1.125	6		1	
1.0		2	2	
0.875	1	4	3	
0.75	4	9	7	
0.625	2	9	5	
0.5	10	12	8	-- x
0.375	10	10	9	
0.25	8	21	11	--
0.125	5	25	17	
0.0	19	31	42	--
-.125	14	6	22	--
-.25	9	2	8	
-.375	4		4	
-.5		2	4	
-.625	1	2		
-.75	1	1	1	
Yht.	104	149	154	
Md	.162	.220	.051	

x = luokkarajat suoritetuissa X^2 -testeissä

Liite 6. Pienten aikavälien muutokset ei-huipputunteina:
 Friedmanin kaksisuuntainen järjestykseen perustuva
 varianssianalyysi; vertailuperuste mediaani.

Mittaustunti	Mittauspäivä				
	I	II	III	IV	
b	.000	1.250	.083	.063	Aikaväli- muutosten mediaanit
c	.250	2.417	1.500	.000	
d	1.500	.625	.250	.150	
e	.100	.875	1.000	.500	
f	1.250	1.125	1.250	.036	
b	4	1	2	3	Mittauspäivien järjestys mittaus- tunneittain
c	3	1	2	4	
d	1	2	3	4	
e	4	2	1	3	
f	1.5	3	1.5	4	
R_j	13.5	9	9.5	18	

$$\chi^2_r = 6.30$$

$$df = 3$$

$$.05 < p < .10$$

$$N=5$$

$$k=4$$

Liite 7. Pienten aikavälien muutokset ei-huipputunteina:
 Friedmanin kaksisuuntainen järjestykseen perustuva
 varianssianalyysi; vertailuperuste niiden
 aikavälimuutosten osuus, jotka ≤ 0 .

Mittaustunti	Mittauspäivä				
	I	II	III	IV	
b	7/10	1/6	4/6	6/9	Niiden aikaväli- muutosten osuus, jotka ≤ 0
c	4/8	1/6	2/9	6/11	
d	2/5	4/11	5/10	7/12	
e	8/13	5/19	4/11	9/20	
f	7/16	11/33	0/8	10/14	
b	4	1	2.5	2.5	Mittaus- päivien järjestys mittaus- tunneittain
c	3	1	2	4	
d	2	1	3	4	
e	4	1	2	3	
f	3	2	1	4	
R_j	16	6	10.5	17.5	

$$X_r^2 = 8.82$$

$$df = 3$$

$$p < .05$$

$$N=5$$

$$k=4$$

Liite 8. Mann-Whitney-U ja Kruskal-Wallis-H:
käytetyt kaavat.

Mann-Whitney:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1, \text{ jossa}$$

n_1 ja n_2 ovat havaintojen lukumääriä eri ryhmissä ja R_1 ryhmän 1 havaintojen sijoitusten summa;

$$z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\left(\frac{n_1 n_2}{N(N-1)}\right)\left(\frac{N^3 - N}{12} - \sum T\right)}}, \text{ jossa}$$

$$N = n_1 + n_2 \quad \text{ja}$$

$$T = \frac{t^3 - t}{12}.$$

Kruskal-Wallis:

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}, \text{ jossa}$$

N = kaikkien havaintojen lukumäärä,

n_j = havaintojen lukumäärä ryhmässä j ,

R_j = havaintojen sijoitusten summa ryhmässä j ,

k = ryhmien lukumäärä,

$T = \frac{t^3 - t}{12}$, kun t on saman järjestysnumeron omaavien havaintojen lukumäärä (ks. Siegel, 1956, 188).

Liite 9. Aikavälien muutokset eri mittauspäivinä, ei-huipputunnit: Kruskal-Wallis-H ja Mann-Whitney-U aineistoille, joista on poistettu suuremmat kuin 1 s:n aikavälin muutokset.

Kruskal-Wallis-H = 16.449; df=3; p<.001.

Mittauspäivä	n_j	R_j	R_j/n_j
I	43	3655.5	85.01
II	68	8478.5	124.68
III	36	4139	114.97
IV	62	5672	91.48

Mann-Whitney-U mittauspäivien välillä: z-arvot

		Mittauspäivä			
		I	II	III	IV
Mittaus- päivä	I	-	3.151 ^{a+++}	2.325 ^{a+}	.744 ^b
	II		-	-1.007 ^b	-3.206 ^{a+++}
	III			-	-2.048 ^{a+}
	IV				-

+++ p<.001

+ p<.05

a yksisuuntainen testaus

b kaksisuuntainen testaus

Liite 10. Pienten aikavälien muutokset, kaikki tunnit.
 Friedmanin kaksisuuntainen järjestykseen
 perustuva varianssianalyysi; vertailuperuste
 mediaani.

Mittaustunti	Mittauspäivä				
	I	II	IV		
a	1.083	1.100	.750		
b	.000	1.250	.063		
c	.250	2.417	.000	Aikaväli- muutosten mediaanit	
d	1.500	.625	.150		
e	.100	.875	.500		
f	1.250	1.125	.036		
g	1.000	.625	.250		
a	2	1	3		
b	3	1	2		
c	2	1	3	Mittauspäivien järjestys mittaus- tunneittain	
d	1	2	3		
e	3	1	2		
f	1	2	3		
g	1	2	3		
R_j	13	10	19		

$$\chi^2_r = 6.00$$

$$N=7$$

$$k=3$$

$$p = .052$$

Liite 11. Pienten aikavälien muutokset, kaikki tunnit.
 Friedmanin kaksisuuntainen järjestykseen perustuva
 varianssianalyysi; vertailuperuste niiden
 aikavälimuutosten osuus, jotka ≤ 0 .

Mittaustunti	Mittauspäivä			
	I	II	IV	
a	10/28	3/15	10/22	Niiden aikaväli- muutosten osuus, jotka ≤ 0 .
b	7/10	1/6	6/9	
c	4/8	1/6	6/11	
d	2/5	4/11	7/12	
e	8/13	5/19	9/20	
f	7/16	11/33	10/14	
g	10/24	19/59	33/66	
a	2	1	3	Mittaus- päivien järjestys mittaus- tunneittain
b	3	1	2	
c	2	1	3	
d	2	1	3	
e	3	1	2	
f	2	1	3	
g	2	1	3	
R_j	16	7	19	

$$\chi^2_r = 11.14$$

$$N=7$$

$$k=3$$

$$p = .0012$$

Liite 12. Ajolinjatarkkailun kontrolli: kahden tarkkailijan arvioiden erot.

Arviointien erotus, arviointiluokkaa (leveys 20 cm)	Ajoneuvon aikaväli		Yht
	< 2 s	≥ 2 s	
+3	1		1
+2	1	1	2
+1	8	34	42
0	43	184	227
-1	1	48	49
-2	1	4	5
-3		3	3

x luokkarajat X^2 -testissä

Liite 13. Ajolinjojen jakautumat aikaväliluokittain;
II mittauspäivä, mittauspiste P1.

Ajolinja- luokka (luokka- keskuksen etäisyys keskiviivasta, m)	Aikaväli, s				
	≤ 1.25	1.375-5	5.125-15	>15	
2.3			2		
2.1		1	6	7	
1.9	1	5	10	20	
1.7	8	17	15	43	
1.5	14	24	25	53	-- x
1.3	13	30	25	80	--
1.1	28	36	21	68	--
0.9	35	24	17	48	--
0.7	18	8	4	38	--
0.5	8	3	2	5	--
0.3	2	1	2	5	
0.1	2	1		1	
-.1				2	
Yht.	129	150	129	370	
Md	.997	1.213	1.348	1.245	

x = luokkarajat X^2 -testeissä

Liite 14. Ajolinjojen jakautumat aikaväliluokittain;
II mittauspäivä, mittauspiste P2.

Ajolinja- luokka (luokka- keskuksen etäisyys keskiviivasta, m)	Aikaväli, s				
	≤1.25	1.375-5	5.125-15	>15	
2.3	1	1		3	
2.1	2	1	2	6	
1.9	5	17	12	27	
1.7	15	29	27	50	-- x
1.5	20	36	28	76	--
1.3	24	35	29	62	--
1.1	17	34	18	68	--
0.9	29	30	22	48	--
0.7	10	8	6	24	--
0.5	1	3	3	5	--
0.3		1		4	
0.1		2		1	
-0.1	1			1	
Yht.	125	197	147	375	
Md	1.237	1.317	1.369	1.318	

x = luokkarajat X^2 -testeissä

Liite 15. Ajolinjojen jakautumat aikaväliluokittain;
IV mittauspäivä, mittauspiste P1.

Ajolinja- luokka (luokka- keskuksen eäisyys keskiviivasta, m)	Aikaväli, s				
	≤1.25	1.375-5	5.125-15	>15	
2.3				1	
2.1		1	2	1	
1.9	4	3	4	11	
1.7	10	11	17	32	-- x
1.5	17	22	21	47	--
1.3	20	32	36	55	--
1.1	34	35	25	52	--
0.9	21	30	29	49	--
0.7	23	11	16	36	--
0.5	8	15	4	14	
0.3	3			3	
0.1	1		1	1	
-.1		1			
-.3				1	
Yht.	140	161	155	303	
Md	1.088	1.134	1.213	1.183	

x = luokkarajat χ^2 -testeissä

Liite 16. Ajolinjojen jakautumat aikaväliluokittain;
IV mittauspäivä, mittauspiste P2:

Ajolinja- luokka (luokka- keskuksen etäisyys keski- viivasta, m)	Aikaväli, s				
	≤1.25	1.375-5	5.125-15	>15	
2.5	1		1		
2.3		2		1	
2.1	6	3	1	8	
1.9	10	13	12	30	
1.7	18	32	38	73	
1.5	23	55	31	83	-- x
1.3	29	35	24	42	--
1.1	31	51	26	41	--
0.9	21	34	27	43	--
0.7	15	9	6	16	--
0.5	7	4	2	5	--
0.3	3	3		2	
0.1	1	1			
-.1	2			1	
-.3	2				
-.5	1				
-.7	2				
Yht.	172	242	168	345	
Md	1.207	1.308	1.392	1.454	

x = luokkarajat χ^2 -testeissä

Liite 17. Ajolinjojen muutosten jakautumat aikaväliluokittain; II mittauspäivä.

Ajolinjan muutos P1:stä P2:een mentäessä (ajolinja- luokittain, luokkaväli 0.2 m)	Aikaväli, s				
	≤1.25	1.375-5	5.125-15	>15	
+1.2	3	1		3	
+1.0	3	1	3	3	
+0.8	8	3	7	10	
+0.6	9	10	10	30	
+0.4	21	21	13	46	-- x
+0.2	28	26	19	72	--
o.0	22	36	35	55	--
-0.2	12	30	31	60	--
-0.4	4	15	13	38	--
-0.6		3	9	13	--
-0.8	2	3		9	
-1.0	1		1	2	
-1.2			1	3	
-1.4				1	
Yht.	113	149	142	345	
Md	.211	.030	-.008	.071	

¹ Positiiviset arvot merkitsevät siirtymistä lähemmäksi tien reunaa.

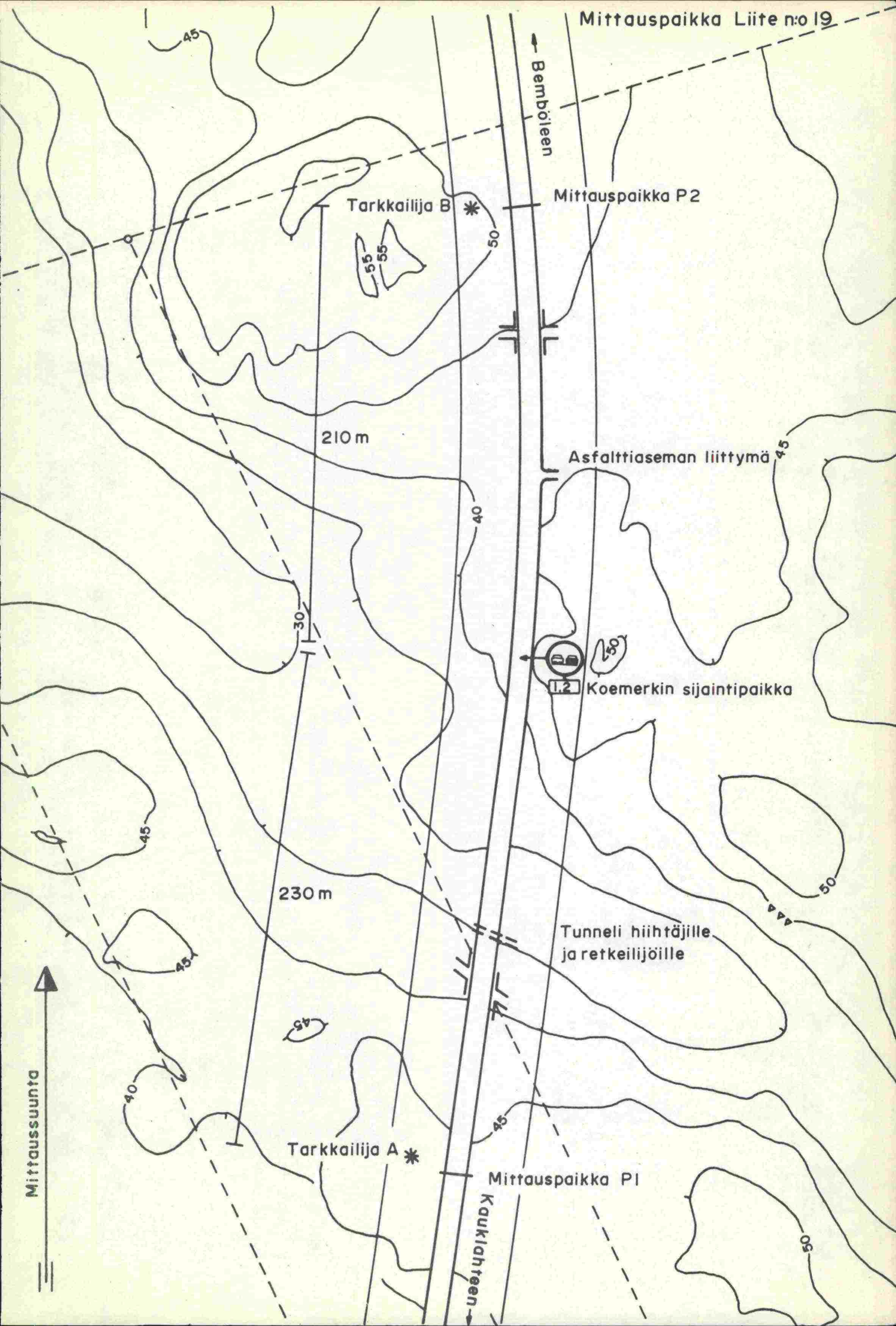
x = luokkarajat X^2 -analyysissä.

Liite 18. Ajolinjojen muutosten jakautumat aikaväli-
luokittain; IV mittauspäivä.

Ajolinjan muutos P1:stä P2:een mentäessä (ajolinja- luokittain, luokkaväli 0.2 m) ¹	Aikaväli, s				
	≤ 1.25	1.375-5	5.125-15	>15	
1.2	1	1	1	2	
1.0	5	1	3	8	
0.8	1	5	7	19	
0.6	10	14	15	33	-- x
0.4	25	31	25	49	--
0.2	24	30	33	53	--
0.0	29	26	27	44	--
-.2	20	24	24	28	--
-.4	4	11	14	21	--
-.6	5	5	2	11	--
-.8	2	2	2	5	
-1.0		1	1	2	
-1.2					
-1.4	1		1		
-1.6				1	
Yht.	127	151	155	276	
Md	.121	.143	.139	.198	

¹ Positiiviset arvot merkitsevät siirtymistä lähemmäksi tien reunaa.

x = luokkarajat X^2 -testeissä.



Bemböleen

Mittauspaikka P2

Tarkkailija B *

210 m

Asfalttiaseman liittymä

1.2 Koemerkin sijaintipaikka

230 m

Tunneli hiihtäjille ja retkeilijöille

Tarkkailija A *

Mittauspaikka P1

Kauklahteen

Mittausuunta



