

Tie- ja vesirakennushallitus Käyttöosaston liikennetoimisto

08
TIE-



77 112

Vr

PARAISTEN - NAUVON LAUTTAPAIKAN
LIIKENTEENVÄLITYSKYKYTUTKIMUS
6.8.1976

ALKUSANAT

Lauttapaikkojen kehittämistarpeen arviointia varten on TVH:ssa käytössä atk-ohjelma nimeltään LAKA. Ohjelman avulla pyritään arvioimaan lauttojen aiheuttamaa ajanhukkaa ja erilaisten kehittämisvaihtoehtojen taloudellista kannattavuutta.

Viimeaikaisten matemaattisten menetelmien ja tietokonesovellustusten avulla voidaan LAKA-ohjelmassa käytettyjä likimääräisiä menetelmiä kehittää. Matemaattisten mallien testaaminen ja tarkentaminen edellyttää kuitenkin myös kenttätutkimusten tekemistä. Saadakseen tietoa ja kokemusta kenttätutkimusten suorittamisesta järjesti TVH:n liikennetoimisto koetutkimuksen Paraisten-Nauvon lauttapaikalla 6.8.1976.

Tutkimus suoritettiin yhtenä perjantai-iltapäivänä liikenteen pääsuunnassa Parainen-Nauvo. Tuloksena saatiin kokemusta kenttätutkimusmenetelmästä ja lisäksi tietoa Paraisten-Nauvon lauttapaikan liikenteenvälityskyvystä ja siihen vaikuttavista tekijöistä.

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
0. JOHDANTO	1
1. LAUTTAPAIKAN VÄLITYSKYKYLASKELMIIN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ	3
2. TUTKIMUKSEN SUORITUS	5
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET	8
3.1 Lautan kiertoaika	8
3.2 Lautan kuljetuskapasiteetti	9
3.3 Liikennemäärät	9
3.4 Viivytykset	10
4. YHTEENVETO	12

LIITTEET

0. JOHDANTO

Lauttapaikkojen kehittämistarpeen arviointia varten on TVH:ssa käytössä atk-ohjelma nimeltään LAKA. Ohjelman avulla pyritään arvioimaan lauttojen aiheuttamaa ajanhukkaa ja erilaisten kehittämisvaihtoehtojen taloudellista kannattavuutta.

Tietokoneohjelman viivytyyslaskelmissa on oletettu kunkin tunnin liikennemäärä tasaisesti jakautuneeksi, mikä aiheuttaa virhettä aikakustannuksissa. Muita tarkasteluja varten olisi toivottavaa, että ohjelmalla saataisiin selville lauttapaikan osalta myös viivytykset, jonopituudet jne.

LAKA-ohjelmassa käytettyjä likimääräisiä menetelmiä vastaavia ratkaisutapoja voidaan kehittää uusien matemaattisten menetelmien ja tietokonesovellutusten avulla:

- (1) tietokonesimulointi + kenttämittaukset
- (2) stokastiset mallit + kenttämittaukset
- (3) kenttämittaukset

Alustavien laskelmien perusteella on voitu todeta, että lauttapaikan välityskyvyn tutkimuksissa on syytä erottaa:

- (1) pienet liikennemäärät
- (2) liikennemäärät, jotka ovat pienemmät kuin lautan kuljetuskapasiteetti
- (3) lautan kuljetuskapasiteetin ylittävät liikennemäärät

Edellä mainituista LAKA-ohjelman kehittämismenetelmistä lienee tapa (2) suositeltavin. Työ jakaantuisi tällöin seuraaviin vaiheisiin:

1. Matemaattisten mallien laatiminen
2. Mallien testaus tietokoneella
3. Kenttätutkimusten suunnittelu
4. Aineiston käsittelyn suunnittelu
5. Tarvittavien tietokoneohjelmien laatiminen
6. Kenttämittausten tekeminen

7. Mallien tarkentaminen
8. Tulosten selvittäminen

Lopputulosten perusteella pystytettäisiin tarkistamaan ja korjaamaan LAKA-ohjelma ja lisäksi saamaan selville mm:

- viivytykset
- jonopituudet
- lauttojen käyttösuhde
- tarvittavat aikataulut
- lautan aiheuttamat viivytykset
- lautan liikenteelle aiheuttama kokonaisviivytys
- ym.

Saadakseen kokemusta kenttämittauksista suoritti TVH:n liikenne-toimisto perjantaina 6.8.1976 Paraisten-Nauvon lauttapaikalla välityskykytutkimuksen. Tämän tutkimuksen suoritusta sekä välityskykykylaskelmiin yleisesti liittyviä käsitteitä selvitetään seuraavassa.

1. LAUTTAPAIKAN VÄLITYSKYKYLASKELMIIN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ

Lauttapaikan liikenteen sujuvuuteen vaikuttavat perustekijät ovat lautan kiertoaika (min/kierto), kuljetuskapasiteetti (hay/kierto) ja saapuva liikennemäärä (hay/kierto).

Lautan kiertoaika T_L lasketaan kuormauksen alkamishetkestä seuraavan samassa suunnassa tapahtuvan kuormauksen alkamishetkeen. Kiertoaika muodostuu siten kummankin suunnan kuormausajoista tk_1 ja tk_2 , ylitysajoista ty_1 ja ty_2 , purkamisajoista tp_1 ja tp_2 sekä mahdollisista odotusajoista. Kuormauksen alkamishetkeksi voidaan katsoa se hetki, jolloin ensimmäinen kuormattava ajoneuvo ohittaa puomin.

Lautan kuljetuskapasiteetti C_L on kiinteä lautan kantavuudesta (liikennekannen hyötymitoista) riippuva arvo.

Saapuva liikennemäärä q on se liikennemäärä, joka saapuu jonoon tai lautalle alkaen siitä hetkestä, jolloin lautta on kuormattu ja päättyen, kun lautta seuraavalla kierroksella jälleen on kuormattu. Kuormauksen päättymishetkenä voidaan pitää hetkeä, jolloin viimeinen kuormattava ajoneuvo ohittaa puomin.

Viivytys D on ajoneuvon saapumis- ja poistumishetken välinen aika. Saapumishetkeksi katsotaan hetki, jolloin ajoneuvo pysähtyy jonoon tai mikäli jonoa ei ole, ohittaa puomin. Poistumishetkeksi määritellään vastaavasti hetki, jolloin ajoneuvo lautavälin loppupäässä ohittaa puomin. Viivytykset muodostuvat

- hidastuksista
- jonotusajasta
- lautalle siirtymisestä
- odotusajasta lautalla
- ylitysajasta
- lautalta siirtymisestä

Jonotusaika D_J on ajoneuvon saapumishetken ja lautalle siirtymishetken välinen aika. Siirtymishetkeksi katsotaan tällöin puomin ohitushetki.

Ylimenon aiheuttama viivytys D_L koostuu siirtymisestä lautalle ja lautalta, odotusajasta lautalla ja ylitysajasta.

Ajoneuvolle aiheutuva kokonaisviivytys on siis $D = D_J + D_L$. Käytännössä lienee jonotusaikaan syytä lukea aika saapumishetkestä lautan lähtöhetkeen, koska vasta tällöin voidaan katsoa matkan yhtäjaksoisesti jatkuvan.

2. TUTKIMUKSEN SUORITUS

Tutkimus suoritettiin perjantai-iltapäivänä 6.8.1976 Paraisten-Nauvon lauttapaikalla. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada kokemusta lauttapaikkojen välityskyvyn kenttämittauksiin liittyvistä ongelmista. Samalla saatiin kuitenkin erityistietoa Paraisten-Nauvon lauttapaikasta, joka vilkasliikenteisenä muodosti erinomaisen tutkimuskohteen.

Tutkimus tehtiin liikenteen pääsuunnassa (perjantaina Parainen-Nauvo). Havainnot aloitettiin kello 13.50 lähteneen lauttavuoron jälkeen ja niitä jatkettiin, kunnes ruuhka oli purkautunut. Viimeinen tutkimuksessa mukana ollut lauttavuoro lähti klo 22.25.

Tutkimus suunniteltiin niin, että perustietoina saatiin seuraavat ajoneuvokohtaiset tiedot (liite 1):

- ajoneuvon saapumishetki
- ajoneuvon siirtymishetki lautalle
- ajoneuvon (eli lautan) lähtöhetki
- ajoneuvon poistumishetki
- ajoneuvotyyppi
- ajoneuvon kuormitus (henk/ajon)

Lisäksi saatiin seuraavat lauttakohtaiset perustiedot (liite 2):

- lautan saapumishetki
- purkamisen alkamishetki
- purkamisen päättymishetki
- kuormauksen alkamishetki
- kuormauksen päättymishetki
- lautan lähtöhetki

Havainnoitsijoiden tehtävät olivat seuraavat (kuva 1. Yleiskuva mittausten järjestelyistä):

Havainnoitsija 1

Havainnoitsija liikkui ajoneuvojonon loppupään mukaan ja kirjasi jokaisesta laskentasuunnassa saapuneesta ajoneuvosta

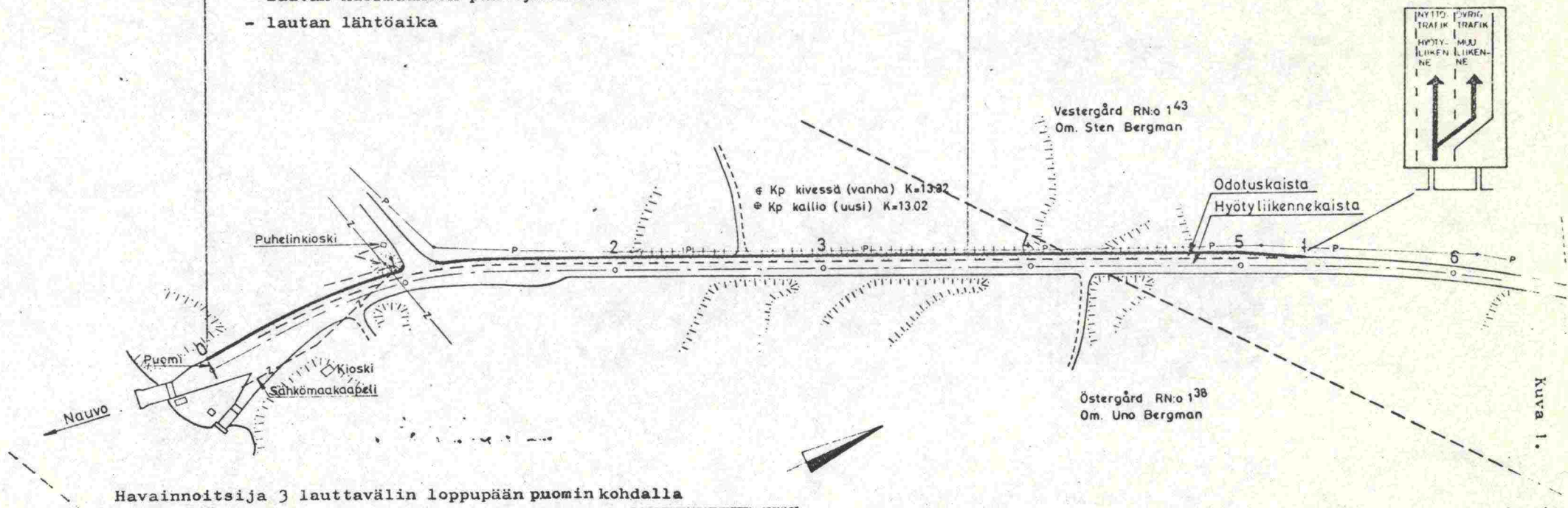
- rekisteritunnuksen
- ajoneuvotyyppin

Havainnoitsija 2 alkupään puomin kohdalla

Havainnoitsija 1 ajoneuvojonon loppupään kohdalla

- lautan saapumisaika
- lautan purkamisen alkamishetki
- lautan purkamisen päättymishetki
- lautan kuormauksen alkamishetki
- kuormattavista ajoneuvoista
 - rekisteritunnus
 - siirtymishetki lautalle
- lautan kuormauksen päättymishetki
- lautan lähtöaika

- rekisteritunnus
- ajoneuvotyyppi
- henkilöiden lukumäärä
- saapumisaika



Havainnoitsija 3 lauttavälin loppupään puomin kohdalla

- lautan saapumisaika
- lautan purkamisen alkamishetki
- purettavista ajoneuvoista
 - rekisteritunnus
 - siirtymishetki lautalta
- lautan purkamisen päättymishetki
- lautan kuormauksen alkamishetki
- lautan kuormauksen päättymishetki
- kuormattujen ajoneuvojen lukumäärä tyypeittäin
- lautan lähtöaika

- X henkilö- tai pakettiauto
- Xp perävaunullinen henkilö- tai pakettiauto
- L linja-auto
- K kuorma-auto ilman perävaunua
- Kp perävaunullinen kuorma-auto
- T traktori
- Tp perävaunullinen traktori
- M moottoripyörä tai mopo
- henkilöiden lukumäärän (ei linja-autoista)
- saapumisajan mahdollisimman tarkasti

Havainnoitsija 2

Havaintopaikka sijaitsi lauttavälin alkupään puomin lähetyvil-
lä ja havainnoitsijan tehtävänä oli kirjata

- lautan saapumisaika
- lautan purkamisen alkamishetki
- lautan purkamisen päättymishetki
- lautan kuormauksen alkamishetki
- kuormattavista ajoneuvoista
 - rekisteritunnus
 - siirtymishetki lautalle
- lautan kuormauksen päättymishetki
- lautan lähtöaika

Havainnoitsija 3

Havaintopaikka oli lauttavälin loppupään puomin kohdalla, mis-
sä kirjattiin

- lautan saapumisaika
- lautan purkamisen alkamishetki
- purettavista ajoneuvoista
 - rekisteritunnus
 - siirtymishetki lautalta
- lautan purkamisen päättymishetki
- lautan kuormauksen alkamishetki
- lautan kuormauksen päättymishetki
- kuormattujen ajoneuvojen lukumäärä tyypeittäin
- lautan lähtöaika

Havainnoitsijat 1 ja 2 merkitsivät tietonsa työlomakkeille, havainnoitsija 3:lla oli lisäksi apunaan magnetofoni. Aikahavainnot tehtiin minuutin sadasosajaotuksella varustetuilla kelloilla. Työlomakkeista tiedot kerättiin ajoneuvo- ja lauttakohtaisille yhdistelmälomakkeille (liitteet 1 ja 2).

Seuraavassa luvussa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia. Koska tutkimuksen tarkoituksena ei ollut nimenomaan selvittää Paraisen-Nauvon lauttapaikan välityskykyongelmia, ei kaikkia käytettävissä olevia tietoja ole analysoitu, vaan tyydytty toteamaan tärkeimmät tulokset.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

3.1 Lautan kiertoaika

Lauttapaikalla liikennöi kaksi kantavuudeltaan 130 t lautta-alusta Meritie ja Raippaluoto 2. Ruokailutaukojen vuoksi oli klo 18.28-19.55 välisenä aikana liikenteessä vain yksi lautta-alus.

Lautan kiertoaikaa tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon vain ruuhka-ajan kierto, koska alukset tällöin liikennöivät maksimikapasiteetilla eikä odotusaikoja pitäisi esiintyä. Keskimääräiseksi ajaksi kuormauksen alusta purkamisen päättymiseen saatiin

- lautalle 1 (Meritie) 16,89 min (15,93-17,74 min)

- lautalle 2 (Raippaluoto 2) 17,36 min (16,95-17,66 min)

Edellä olevat tulokset koskevat suuntaa 1, koska se välityskyvyn kannalta oli määräävä. Tuloksissa on otettu huomioon vain ne ajat, joihin ei sisälly odotus- ym. häiriöaikoja. Suunnassa 2 vastaavat ajat vaihtelivat 11,39 min:sta ylöspäin riippuen kuormattavien ajoneuvojen lukumäärästä ja odotusajoista.

Tuloksista voidaan todeta, että yhden lautta-aluksen keskimääräinen maksimikiertoaika ko. lauttapaikalla, missä ylitysmatka on n. 2,9 km, on \leq 35 min, mikä edellyttää täyttä kuormitusta (32-33 hay) kummassakin suunnassa. Pienin kiertoaika lautalla 1 oli 28,73 min (kuormitus suunnassa 1 32,5 hay ja suunnassa 2 1 hay) ja lautalla 2 29,71 min (kuormitus suunnassa 1 32,5 hay ja suunnassa 2 0 hay).

Lautan kiertoaikaan eniten vaikuttava tekijä oli kuormausaika, mikä luonnollisesti riippui kuormattavien ajoneuvojen lukumäärästä. Täyden kuorman (\geq 30 hay) kuormausaika vaihteli välillä 2,38-4,90 min. Lautta-alusten ylitysaika vaihteli vain vähän, eikä juuri riippunut kuormituksesta. Keskimääräiset ylitysaajat olivat

- lautalle 1 suunnassa 1 11,48 min (11,22 - 11,91 min)

suunnassa 2 11,43 min (10,98 - 11,94 min)

- lautalle 2 suunnassa 1 12,19 min (11,38 - 12,82 min)

suunnassa 2 11,87 min (11,07 - 12,62 min)

Ruokailutauoista ym. odotusajoista johtuen keskimääräinen vuoroväli koko tutkimuksen aikana oli 19,83 min, kun se viimeisen kolmen tutkimustunnin aikana täydellä kapasiteetilla ajettaessa oli 16,00 min.

3.2 Lautan kuljetuskapasiteetti

Lautan kuljetuskapasiteettia tarkasteltaessa käytettiin eri ajoneuvotyypeille seuraavia hay-kertoimia:

X = 1 hay

Xp = 2,5 hay

L = 3 hay

K = 2,5 hay

Kp = 5 hay

T = 1 hay

Tp = 2,5 hay

M = 0,5 hay

Keskimääräinen kapasiteetti ruuhka-aikana oli

- lautalle 1 31,45 hay/kuorma (max 32,5 hay)

- lautalle 2 31,80 hay/kuorma (max 33 hay)

3.3 Liikennemäärät

Seuraavassa taulukossa on esitetty tutkimusajan (13.50 - 22.25) kokonaisliikennemäärät ajoneuvotyypeittäin suunnissa 1 ja 2. Vertailun vuoksi on esitetty myös vuoden 1973 elokuun perjantain liikennemäärät vastaavana aikana.

Taulukko 1. Liikennemäärät ajoneuvotyypeittäin ja suunnittain

Suunta	Ajoneuvotyyppi								Yht.	Hay
	X	Xp	L	K	Kp	T	Tp	M		
1	652	10	18	9	-	1	1	3	694	759
2	180	-	9	12	-	-	-	1	202	238
Yht.	832	10	27	21	-	1	1	4	896	997
Yht. v.1973	880		23	30	3	4		22	962	

Taulukosta todetaan, että liikennemäärät vastasivat jokseenkin vuoden 1973 lukuja, joskin kokonaismäärä oli noin 7 % pienempi. Liikennemäärät saattavat kuitenkin vaihdella kyseisen tyyppisillä paikoilla huomattavasti vierekkäisinäkin viikonvaihteina kesälomista ym. riippuen.

Liitteessä 3 on esitetty suunnan 1 saapuneet ja lähteneet ajoneuvot yhden lautan kierron aikana. Voidaan todeta, että saapuva liikennemäärä on ollut lähtevää liikennemäärää suurempi klo 15.24 - 19.46 välisenä aikana, jolloin lauttapaikan välityskyky on siis ylittynyt. Epäsäännöllisistä kiertoajoista johtuen ei liitteestä suoraan selviä aikayksikössä saapuneiden ajoneuvojen lukumäärä. Kuitenkin nähdään, että saapuva liikenne on ollut vilkkainta kello 16.30 tienoissa.

3.4 Viivytykset

Liitteessä 4 on esitetty ajoneuville aiheutunut jonotusaika, millä tässä tapauksessa on tarkoitettu lautan lähtöhetken ja saapumishetken erotusta. Samasta liitteestä selviää myös jonopituus ajoneuvoina saapumishetken mukaan. Pisin jonotusaika oli välittömästi kello 19 jälkeen saapuneilla (klo 19.01 129,45 min) ja pisimillään jonossa oli klo 19.43 197 ajoneuvoa.

Keskimääräinen jonotusaika suunnassa 1 oli 64,28 min/ajon, ja kokonaisjonotusaika n. 725 h. Kokonaisjonotusajasta oli ruuhkautumisen aiheuttamaa jonotusta n. 610 h, mikä aikakustannuksena vastaa n. 2780 mk (4,56 mk/h/ajon). On kuitenkin huomattava, että ajan arvo on riippuvainen subjektiivisista tekijöistä ja vaihtelee voimakkaasti yksilöstä ja tilanteesta toiseen. Lisäksi on todettava, että ko. arvo 4,56 mk/h/kevyt auto ¹⁾ on keskimääräinen, eikä ota huomioon matkan tarkoitusta (työmatka, vapaa-ajan matka jne.) eikä ajoneuvon kuormitusta, mikä tutkimussuunnassa oli 2,33 henkilöä kevyttä ajoneuvoa kohden. Normaalista suurempi kuormitus johtui viikonlopun lomamatkojen runsaasta osuudesta.

1) Vesa Rantala: Ajan arvo liikenteessä; TVH, tiesuunnitteluosasto, teknillistaloudellinen toimisto, 1971.

Mikäli ruuhkautuminen olisi haluttu välttää, olisi käyttöön tarvittu kolmas vastaavankokoinen lautta-alus kello 15.40 - 18.40 väliseksi ajaksi. Tällöin ruuhkautumisen välttäminen olisi edellyttänyt lautta-alusten toimintaa maksimikapasiteetilla (kiertoaika 33-35 min). Kello 20 jälkeen saapuva liikennemäärä vastasi enää yhden lautan välityskykykapasiteettia.

4. YHTEENVETO

Tutkimus suoritettiin perjantai-iltapäivänä 6.8.1976 Paraisten-Nauvon lauttapaikalla liikenteen pääsuunnassa.

Tutkimuksen tarkoituksena oli saada tietoa lauttapaikkojen välityskykymittausten kenttätutkimusmenetelmistä.

Tutkimusmenetelmässä tarvittiin kolme havainnoitsijaa, joiden yhteisistä havainnoista saatiin seuraavat ajoneuvo- ja lautta-kohtaiset perustiedot:

- ajoneuvon saapumishetki
- ajoneuvon siirtymishetki lautalle
- ajoneuvon (eli lautan) lähtöhetki
- ajoneuvon poistumishetki
- ajoneuvotyyppi
- ajoneuvon kuormitus
- lautan saapumishetki
- purkamisen alkamishetki
- purkamisen päättymishetki
- kuormauksen alkamishetki
- kuormauksen päättymishetki
- lautan lähtöhetki

Tutkimusmenetelmä (ks. luku 2) osoittautui melko sopivaksi vilkkaasta liikenteestä huolimatta. Joitakin parannuksia voidaan kuitenkin tehdä esim. havainnoitsijoiden käytössä olevia apuvälineitä (magnetofonit, radiopuhelimet) lisäämällä.

Tutkimustuloksina saatiin tietoja Paraisten-Nauvon lauttapaikan viikonloppuliikenteestä. Saapuva liikennemäärä ylitti lähtevän liikennemäärän klo 15.30 - 19.45 välisenä aikana. Välityskyvyn ylittymisen seurauksena oli ruuhkautuminen. Pisin jonotusaika saapumishetkestä lautan lähtöhetkeen oli 2h 9 min ja suurin jonopituus 197 ajoneuvoa. Ruuhkautumisen aiheuttama kokonaisjonotusaika oli n. 610 h.

Ruuhkautumista lisäävinä tekijöinä olivat ruokailutauot ym. odotusajat, jotka rajoittivat lauttapaikan maksimivälityskykyä. Ruokailutauon aikana (n. klo 18.30 - 19.55) liikennettä hoiti

vain toinen lautta-alus. Teoriassa ruuhkaantuminen olisi voitu kokonaan välttää, mikäli klo 15.40 - 18.40 välisenä aikana olisi ollut liikenteessä kolmas vastaavankokoinen lautta-alus. Kello 20 jälkeen olisi tällöin tultu toimeen yhdellä lautta-aluksella.

— lähteneet ajoneuvot yhden kierron aikana
 - - - - - saapuneet ajoneuvot yhden kierron aikana

kpl ajon

60

50

40

30

20

10

14

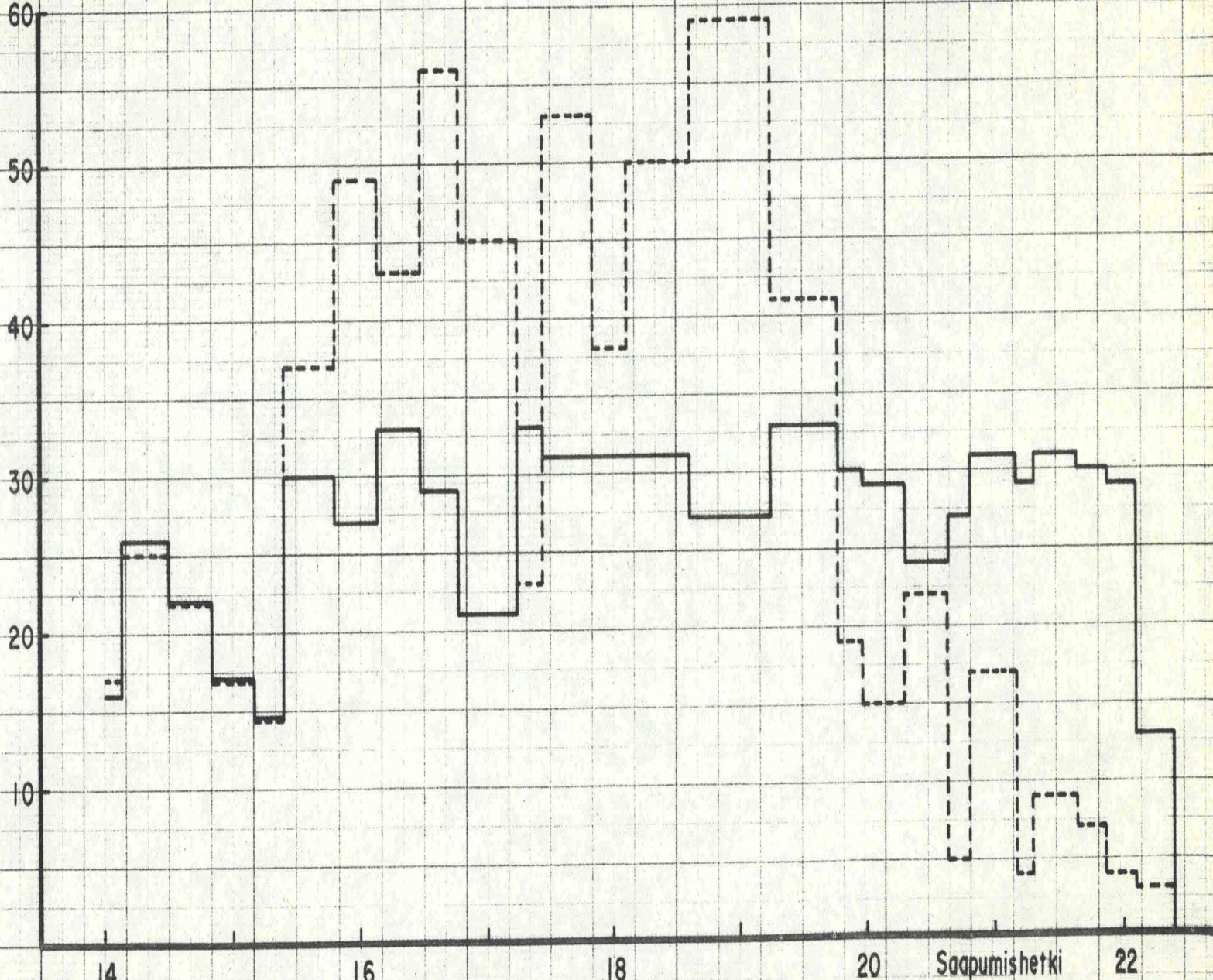
16

18

20

Saapumishetki

22



----- jonopituus ajon kpl
 ————— jonotusaika min
 (aika saapumisesta lautan lähtöhetkeen)

ajon kpl min
 240 120

200 100

160 80

120 60

80 40

40 20

14

16

18

20

Saapumishetki

22

