

HELSINKI 1959
SÄILYTYS: 7

HAVAINTOJA ERILAISTEN
HEVOSVARSITEIDEN OMINAISUUKSISTA

Observations On the Properties of Various
Main Horse Haulage Roads

Eino Toivola

Eräänä hevostalvitien kahden perustyyppin, lumi- ja jäätien, taloudellisuuteen vaikuttavana tekijänä on otettava huomioon kuorman vetovastus ajoradalla. Käytännössä vaikuttavat kuorman suuruuteen samanaikaisesti monet muutkin tekijät, joten liukumiskitkan suuruus samoissa olosuhteissa eri tietyyypeillä ja sen muutokset olosuhteiden vaihtuessa voivat olla sangen vaikeasti arvioitavissa. Asian selvittämiseksi suoritti Kajaani Oy tammi-helmikuussa 1956 pienehkön tutkimuksen jäätien ja hammashöylällä hoidetun polannetien aiheuttamasta vetovastuksesta. Tutkimus tehtiin Metsätehon ohjeiden mukaan Paltamon pitäjässä Kontiomäen työmaalla, jossa oli ajossa kaikkiaan 19 hevosta ajomatkan vaihdellessa 0...1...3 km.

Vetovastusmittausten suorittamiseksi määrättiin varsitiellä, joka oli jäädytetty polannetie, erityinen mittauspaikka mahdollisimman tasaiselle tien osalle. Tästä erotettiin jäätien ja polannetien n. 20 m:n pituiset koeosuudet siten, että väliin jäi n. 10 m kokeiluun kuulumatonta tietä. Kummankin koetien kahteen kohtaan merkittiin tien kovuusmittausten paikat. Tutkimus jakautui varsitien siirtymisen vuoksi kahteen osaan; edellisellä, josta seuraavassa käytetään nimitystä tie 1, koetie sijaitsi rämeellä ja jälkimmäisellä, tiellä 2, mittauspaikkana oli tasainen puronvarsikorpi.

Vetovastusmittauksissa käytettiin "Paul Gräfen"-merkkistä 500 kp:n vetovastusmittaria, joka oli köytetty kiinni pieneen vesikelkkaan. Tämä oli kytketty rekeen "triangelilla"; etupuolelle tuli vetokarttu, johon aisat kiinnitettiin. Mittauksen suoritus tapahtui "lentävällä lähdöllä", siten että hevosen koko ajan vetäessä merkittiin koetien alku- ja päätekohdat vetämällä mittarin itsemerkitsevää osoitinta laitaaan. Jokaisesta koekuormasta suoritettiin vetovastusmittaus sekä jää- että polannetiellä. Kuormien kuutiosisältö mitattiin 0.5 p-m^3 :n tarkkuudella. Koekuormat olivat joko 2 m tuoretta paperipuuta, jonka painona on käytetty 584 kg/p-m^3 , tai tuoretta koivuhalkoa, painoltaan 585 kg/p-m^3 . Parireen painoksi pinotavaralavoineen on arvioitu 200 kg ja vetovastusmittauksen suorittajan, mittarin ja kelkan yhteiseksi painoksi 100 kg. Mittaukset saatiin onnistumaan 92 koekuormasta, joista tien 1 osalle tuli 60 ja tien 2 osalle 32 kuormaa.

Lisäksi mitattiin sekä jää- että polannekoetien pintakovuus Proctor-mittarilla, oikea ja vasen raide sekä kavioura kukin kahdesta kohdasta. Tarkoitus oli suorittaa tämä mittaussarja kunkin vetovastusmittauksen yhteydessä, mutta käytännössä saatiin yksi kovuusmittaussarja n. 4 à 5 koekuormaa kohti. Sittemmin on todettu, että polanteen kovuus vaihtelee näin pieniteräisellä (terä n:o 7, pinta-ala 33.18 mm^2) mittarilla mitattaessa samassakin paikassa erittäin suuresti, joten kovuusmittausten vähälukuisuuden vuoksi saatuja lukemia on pidettävä vain suuntaa antavina.

Ilman lämpötila mitattiin jokaisena arkipäivänä klo 8, 12 ja 16 tavanmukaiselta 2 m:n korkeudelta varjosta. Samalla huomioitiin myös sade, tuuli ja pilvisyys.

Kuvassa 1 on esitetty arkipäivittäin ilman lämpötilan ja pilvisyyden vaihtelut sekä tienhoitotoimenpiteet ja mittauspäivittäin liikenteen, raiteiden pintakovuuden, koekuormien keskipainon ja keskim. vetovastussadanneksen vaihtelut tutkimuksen aikana.

Koko tarkkailuajan oli pakkassää. Korkein päivälämpötila oli -2°C ja alin -40°C . Mittauspäivinä oli keskilämpötila tiellä 1 -16.1°C ja tiellä 2 -13.9°C . Pilvisyys seuraa melko tarkasti lämpötilan vaihteluja, mikä onkin tavallista näin keskitalvella. Pilvisyyssadanneksen huomioimisen perusajatuksena oli näin yksinkertaisella tavalla saada selville auringon säteilyn mahdollinen vaikutus vetovastukseen. Tässä tapauksessa ei kysymykseen ollut mahdollista saada vastausta eri tekijäin vaikutuksen yhteenkytkeytymisen ja aineiston pienuuden vuoksi. Samaa on sanottava muiden säätekijäin, kuten ajoittaisen heikon lumisateen ja tuulen, osalta.

Teiden hoitotoimenpiteet on merkitty päivittäin seuraavasti: J = jyräys, H = höyläys hammasteräisellä lana-höyläyhdistelmällä ja V = jäätien vesitys. Liikenne on ilmoitettu mittauspäivittäin tiellä siihen mennessä ajettujen kuormien lukumääränä.

Jäätien raiteiden pintakovuus on suurimman osan ajasta ollut maksimiarvoon, ts. suurin mittarin antama lukema, 175 kg/cm^2 , on ylitetty useimmissa mittauksissa. Tästä syystä ei kuvassa näy olosuhteiden muutosten mahdollista vaikutusta. Polannetielläkin on vastaava kovuus ollut tiellä 1 useimmiten yli 100 kg/cm^2 , mutta liikenteen raiteita kovettava vaikutus ja osittain ilman lämpötilan vaihtelutkin ovat kuvaajassa selvästi havaittavissa. Tien 2 polanneosalla ovat kovuusarvot olleet huomattavasti pienempiä, $40...60 \text{ kg/cm}^2$. Syy-

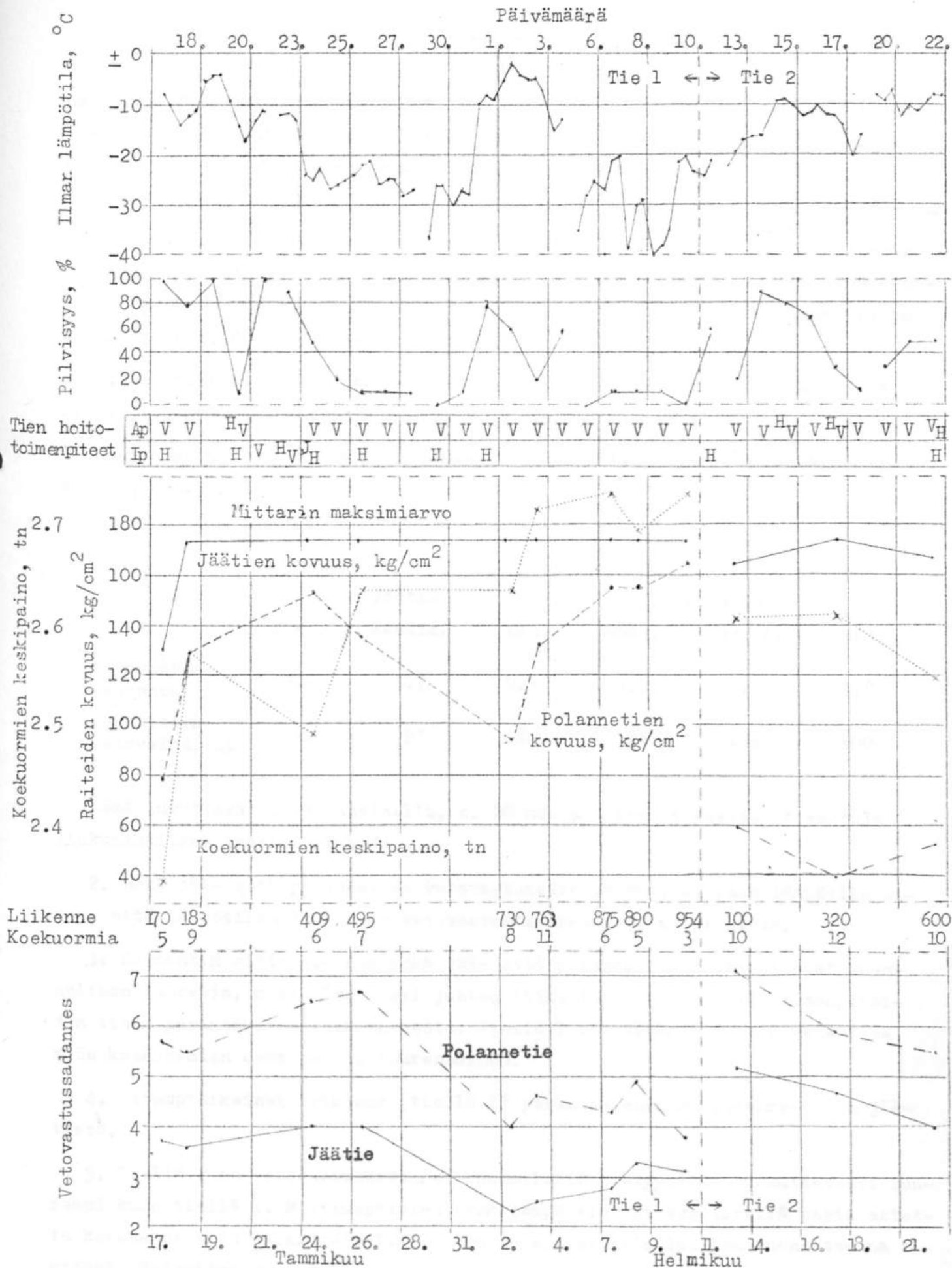
1. Die erste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
2. Die zweite Gruppe der Aufgaben ist die, die die
3. Die dritte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
4. Die vierte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
5. Die fünfte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
6. Die sechste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
7. Die siebte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
8. Die achte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
9. Die neunte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
10. Die zehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die

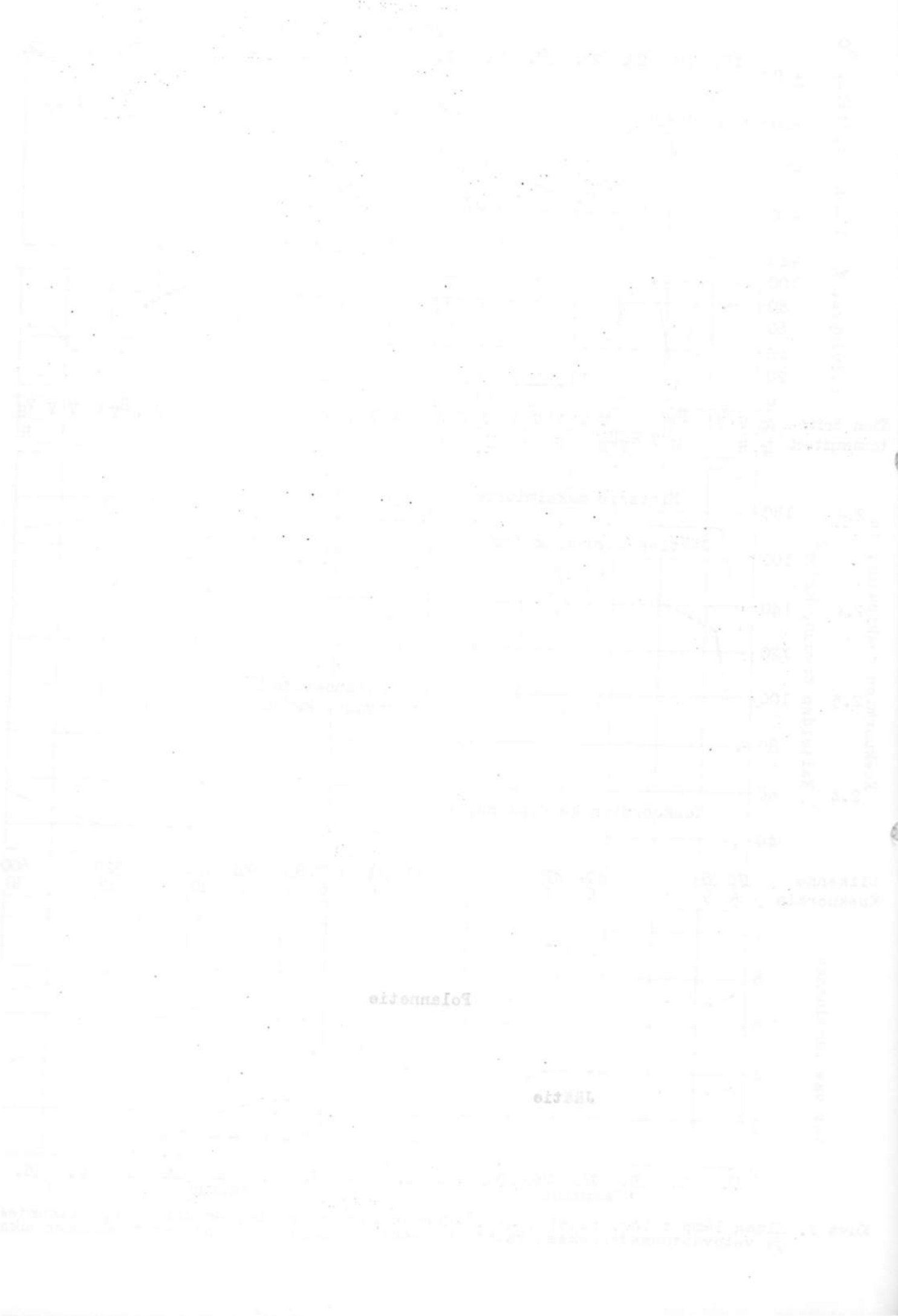
11. Die elfte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
12. Die zwölfte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
13. Die dreizehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
14. Die vierzehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
15. Die fünfzehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
16. Die sechzehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
17. Die siebzehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
18. Die achtzehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
19. Die neunzehnte Gruppe der Aufgaben ist die, die die
20. Die zwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die

21. Die einundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
22. Die zweiundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
23. Die dreiundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
24. Die vierundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
25. Die fünfundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
26. Die sechsundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
27. Die siebenundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
28. Die achtundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
29. Die neunundzwanzigste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
30. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die

31. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
32. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
33. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
34. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
35. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
36. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
37. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
38. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
39. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
40. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die

41. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
42. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
43. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
44. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
45. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
46. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
47. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
48. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
49. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die
50. Die hundertste Gruppe der Aufgaben ist die, die die





nä tähän on todennäköisesti ollut korkeamman keskilämpötilan lisäksi lyhytaikaisempi liikenne. Ennen koekuormia tapahtunut liikenne oli tiellä 1 597 kuormaa ja tiellä 2 369 kuormaa. Polanteen keskivahvuus oli tiellä 1 15 cm ja tiellä 2 30 cm vapaan lumikerroksen vastaavien arvojen ollessa 45 ja 57 cm.

Vetovastus on laskettu sadanneksina kuorman painosta siten, että mittarin osittimen piirtämästä kuvaajasta on silmävaraisesti määrätty keskim. vetovastus ja tämä muunnettu aikaisemmin mainitulla tavalla lasketun kuorman painon sadannekseksi. Kuvasta ilmenee seuraavaa:

1. Vetovastussadannes jäätieellä vaihtelee tiellä 1 2.3...4.0 ja tiellä 2 4.0...5.2 sekä polannetiellä tiellä 1 3.8...6.7 ja tiellä 2 5.5...7.1.

Seuraavassa asetelmassa on kuorman painona käytetty kaikkien koekuormien keskipainoa, 2.62 tn.

	Tiet 1 ja 2					
	Jäätie			Polannetie		
	Maks.	Keskim.	Min.	Maks.	Keskim.	Min.
Vetovastussadannes	5.2	3.7	2.3	7.1	5.5	3.8
Tarvittava vetovoima, kp	136	97	60	186	144	100

Nämä luvut ovat siis tasaisella, n. 20 m:n pituisella koetieellä saatuja liukumiskitkan keskiarvolukuja.

2. Sekä jää- että polannetien vetovastuksiin vaikuttaa ilman lämpötila siten, että lämpötilan laskiessa vetovastus suurenee ja päinvastoin.

3. Kummankin mittauspaikan sekä jää- että polannetien kuvaajat ovat suunnaltaan laskevia, mikä ilmeisesti johtuu liikenteen ja tienhoitotoimenpiteiden tietä parantavasta vaikutuksesta. Tiellä 1 voi tähän osittain vaikuttaa myös koekuormien keskipainon suureneminen.

4. Pitempiaikainen liikenne (tiellä 1) parantaa enemmän polanne- kuin jäätietä.

5. Tiellä 2 on vetovastussadannes kummallakin tietyypillä huomattavasti suurempi kuin tiellä 1. Mittauspäivien keskilämpötila oli edellisellä paria astetta korkeampi kuin jälkimmäisellä, joten se ei voi olla luistoa huonontavana tekijänä. Raiteiden kovuudella ei tämän aineiston puitteissa näytä olevan edes

polannetiellä mitään merkitystä esiintyneiden kovuusvaihteluiden puitteissa, kuten seuraavasta asetelmasta nähdään.

Raiteiden kovuus, kg/cm ²				
	20...59	60...99	100...139	140...179
Vetovastussadannes polannetiellä				
Tie 1	-	4.6	5.8	4.9
Tie 2	6.0	6.6	5.8	-

On todennäköistä, että tien 1 paremmuus johtuu ainakin osittain pitempikäisestä tien hoidosta ja liikenteestä. - Onko mittauspaikkojen maastolla tähän eroon mitään osuutta, ei aineistosta käy päättelemisen.

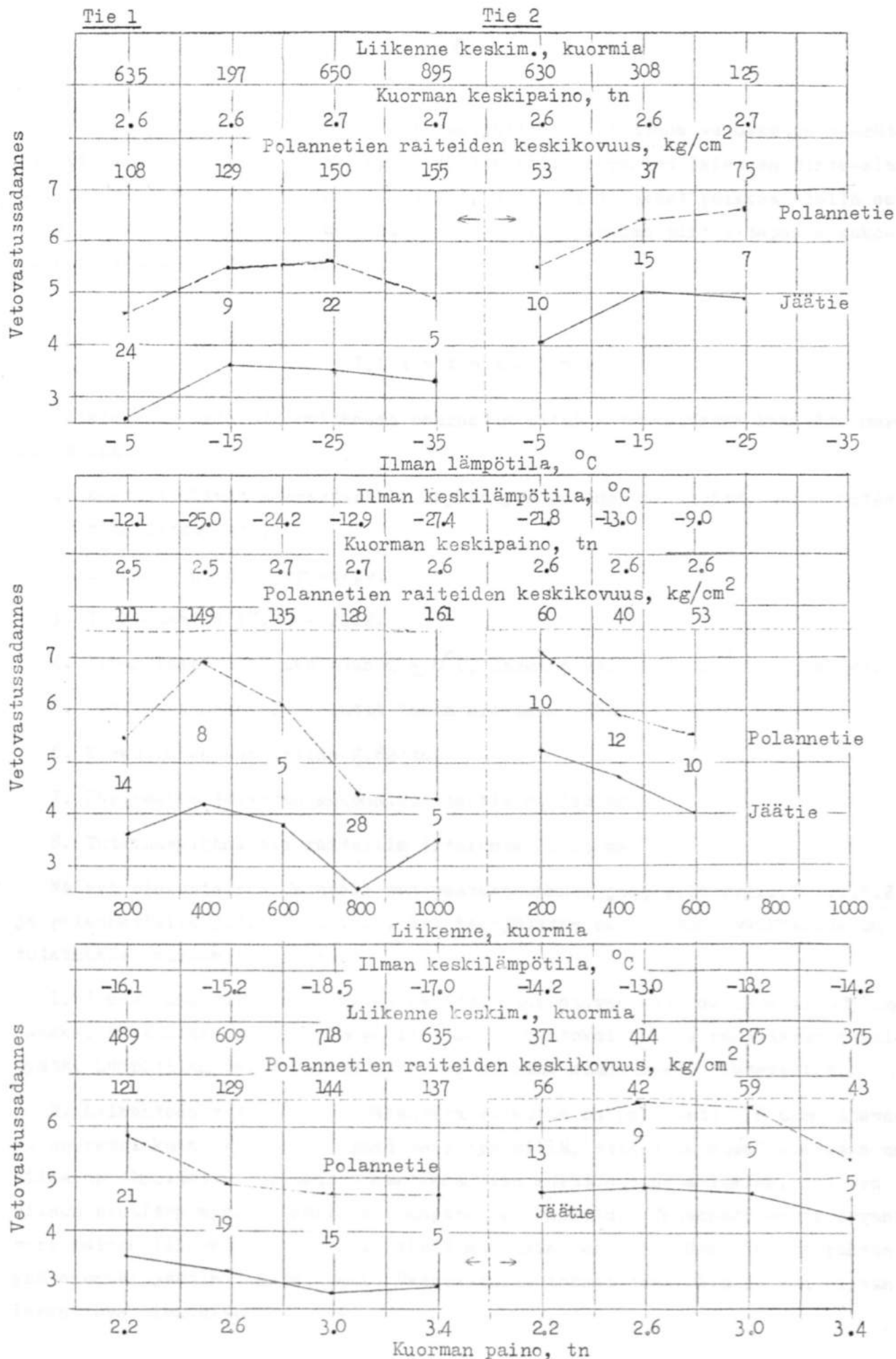
Aineiston pienenus ei tässä tutkimuksessa salli yhden ainoan tekijän vaikutuksen tarkastelemista muiden mahdollisten tekijöitten pysyessä muuttumattomina. Kuvassa 2 on sen vuoksi esitetty ilman lämpötilan, liikenteen ja kuorman painon vaikutukset vetovastussadannekseen ilmoittamalla samalla muiden tekijöitten keskim. arvot jokaisessa olosuhdeluokassa.

Kuvaajista on havaittavissa, että ilman lämpötilan laskiessa -5°C:sta -15°C:een vetovastus kasvaa n. 1:llä sadanneksella pysyen sen jälkeen muuttumattomana. Vetovastuksen pienenemisen tiellä 1 -35°C-luokassa selittää sekä tämän luokan huomattavan suuri liikenne ja siihen liittyvä tien hoito että luokkaan kuuluvien koekuormien vähyys. Kummallakin mittauspaikalla ovat muutokset muissa luokissa samat, vaikka liikenteen vaihtelut tiellä 2 vaikuttavat samansuuntaisesti lämpötilan vaihtelujen kanssa. Toisaalta näyttää lämpötila vaikuttavan samalla tavalla sekä jää- että polannetien liukumiskitkaan.

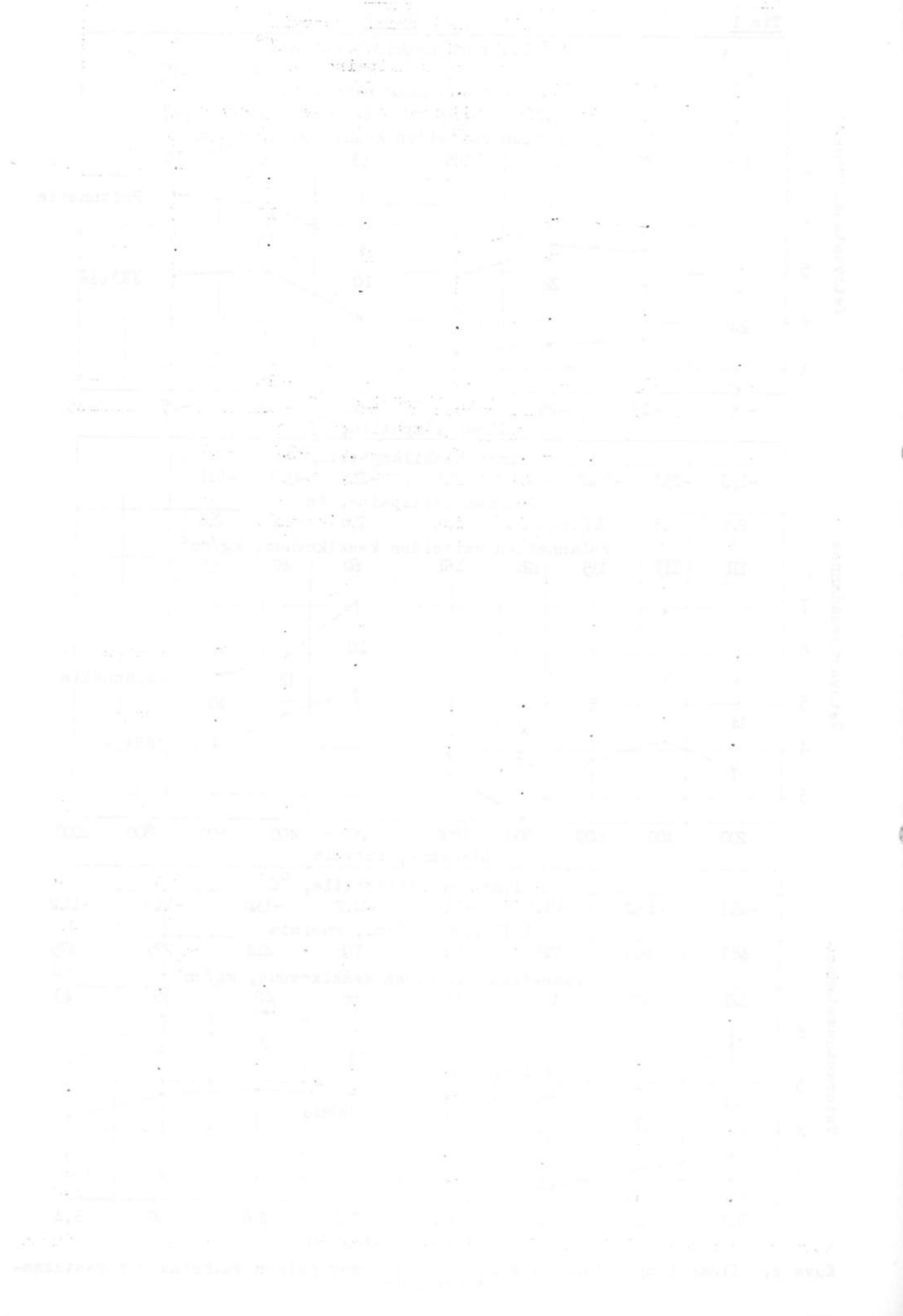
Liikenteen vaikutus on molemmilla polanneteillä kitkaa selvästi pienentävä. Kuvaajien epäsäännöllisyydet tiellä 1 aiheutuvat luokkien suurista keskilämpötilan vaihteluista. Tämän huomioon ottaen on vetovastussadanneksen pieneneminen liikenneluokasta 200 luokkaan 1 000 karkeasti arvioiden n. 1.5. Jäätiellä se on huomattavasti vähemmän, siis sama ilmiö, joka oli havaittavissa jo kuvasta 1. - Tiellä 2 ei liikenteen vaikutus käy selville em. lämpötilan ja liikenteen muutosten vaikutusten samansuuntaisuuden vuoksi.

Kuorman painolla näyttää tämän aineiston puitteissa olevan kaikkein vähäisin vaikutus. Vetovastussadanneksen pieneneminen kuorman painon kasvaessa käy kuvaajista kuitenkin selvästi ilmi.





Kuva 2. Ilman lämpötilan, liikenteen ja kuorman painon vaikutus vetovastussadanneeseen.



Aineistosta on myös laskettu eri tekijöitten aiheuttama vetovastus määrättyä pintapaineysikköä ($1\ 000\text{ kg}/10\text{ dm}^2$) kohti. Koerekien jalasten pinta-alan vaihtelut ovat kuitenkin siksi vähäiset, etteivät tulokset poikkea edellä esitettyistä. Mainittakoon, että jalasten keskim., ajoradan pintaa tapaava kokonaispinta-ala oli n. 114 dm^2 .

T i i v i s t e l m ä

Tutkimusolosuhteista voitaneen seuraavia pitää vetovastuksen kannalta merkittävinä.

1. Koetiet olivat hammasterällä höylättyjä polannevarsiteitä, joita hoidettiin jatkuvasti.
2. Liikenne n. 40 kuormaa/pv.
3. Tutkimusaika 17.1. - 22.2.
4. Ilman lämpötila koko ajan $< \pm 0^\circ\text{C}$, laskien välillä -40°C :een saakka.
5. Tutkimusaikana satoi uutta lunta erittäin vähän.
6. Koekuormien keskipaino 2.62 tn.
7. Parirekien jalasten kokonaispinta-ala n. 114 dm^2 .
8. Tutkimusaikana oli raiteilla irtolunta 1...5 mm.

Näissä olosuhteissa vaihteli vetovastussadannes jäätiellä 2.3...3.7...5.2 ja polannetiellä 3.8...5.5...7.1. Eri tekijöitten osuus tähän vaihteluun on tutkimuksen mukaan seuraava.

1. Ilman lämpötilan aleneminen näyttää suurentavan vetovastusta n. -15°C :een saakka. Tätä alhaisemmissa lämpötiloissa ei muutoksilla ole sanottavaa merkitystä. Lämpötilan vaihteluiden vaikutus on sama kummallakin tietyypillä.

2. Liikenteen vetovastusta vähentävä vaikutus on polannetiellä huomattavasti suurempi kuin jäätiellä. Ilmiö selittyy sillä, että tutkimusaineistossa on liikenne ilmoitettu kokonaisliikenteenä tien käyttöön otosta lukien, jolloin siihen sisältyy myös tienhoitotoimenpiteiden vaikutus. Todennäköisesti parantaa varsinainen liikenne vain polannetietä muuttaen sen raiteiden pintakerroksen yhä enemmän jäätien kaltaiseksi. Vetovastusmuutokset jäätiellä on sen sijaan laskettava tienhoidon tilille.

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...

Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom ... bis ... durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die Tabelle zeigt die Wirkung von ... auf ...

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die Tabelle zeigt die Wirkung von ... auf ...

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die Tabelle zeigt die Wirkung von ... auf ...

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die Tabelle zeigt die Wirkung von ... auf ...

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die Tabelle zeigt die Wirkung von ... auf ...

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

3. Kuorman painon kasvaessa pienenee vetovastussadannes samalla tavoin sekä polanne- että jäätiellä. Aineiston puitteissa on tämä muutos tasainen ja pienempi kuin edellisten tekijäin vaikutukset.

4. Jos raiteiden kovuus on yli 40 kg/cm^2 , ei sen muutoksilla ole vaikutusta vetovastukseen.

5. Mittauspaikkojen (tiet 1 ja 2) vetovastussadannesten eroa voidaan ainakin osittain pitää tienhoitotoimenpiteistä ja niiden jatkuvuudesta johtuvana. Näiden vaikutus näyttää olevan samaa suuruusluokkaa kummallakin tietyyppillä.

6. Muiden vetovastuksen vaihteluihin mahdollisesti vaikuttavien tekijöitten olemassaolosta eivät tämä tutkimus ja siinä käytetyt menetelmät anna vastausta. Todennäköisesti niiden vaikutus näissä olosuhteissa on häviävän pieni.

Observations On the Properties of Various Main Horse Haulage Roads

by

Eino Toivola

SUMMARY

Instead of ploughed horse haulage roads Finland has begun to use increasingly roads built of packing snow. The article discusses some observations on the properties of both types of road. A focal point is measurements of the sliding resistance of the sleigh.

