

Meddelelser fra Veidirektøren

No. 4 -- Juni 1904

Undersøgelse angaaende Trækkraft ved Læskjøring

Udført ved Veidirektørens Foranstaltning

i

1903--1904

Trykt i Centraltrykkeriet, Kristiania
(Chr. Thorvaldsen)

INDHOLD

	Side
I. Indledning	1
II. Prøvevogne, Dynamometer, Kjørebane m. v.	
A. Prøvevogne	2
B. Dynamometer	6
C. Forsøgenes Udførelse	8
D. Kontorbehandling af Resultaterne	11
III. Forsøgsresultater	
A. Tapfriktion	13
B. Modstand mod Veibanen	15
1. Fælgbredden	16
2. Hjulradien	22
3. Fjære	25
4. Trækkraftens Vinkel mod Veibanen	27
C. Stigningers Indflydelse	29
IV. Resume	35
V. Gjøldende Veiplakater	46

I. Indledning.

Medens Bygning af vore Veie i det Store og Hele maa siges at foregaa efter tidsmæssige Systemer, lader som bekjendt Vedligeholdet endnu adskillig tilbage at ønske.

Dette beklagelige Forhold har længe været Gjenstand for Opmærksomhed baade inden Fagkredse og blandt Distrikternes Befolkning i sin Almindelighed. Bestræbelserne for at raade Bod paa nævnte Forhold har ogsaa ført til en voksende Erkjendelse af Veivogterinstitutionens gavnlige Indflydelse; kfr. Overingeniør Skougaards Brochure: «Nogle Oplysninger angaaende Veivedligehold» og Kommuneingeniør Ingstads Brochure: «Vort Veivedligehold og dets Kostende» (1903).

Forstaaelsen af et andet Hovedpunkts store Betydning for Bibehold og Forøgelse af Veienes Transportevne, nemlig: Betydningen af rationelle Kjøretøier, specielt rationelle Læsvogne, har imidlertid haft vanskelig for at gjøre sig gjældende i den almindelige Bevidsthed. Fra teknisk Standpunkt har det gjentagende og længe været fremhævet, at Følgbredden under vore Forhold ofte ikke fyldestgjør de Krav, som man baade af Hensyn til Transportomkostningerne og til Veienes Vedligehold bør stille til den; kfr. Overingeniør Skougaards Brochure: «Nogle Momenter til Belysning af Spørsmaalet om ensartet Veiplakat for det hele Land.» Ingeniørernes Bestræbelser har dog paa dette Omraade ikke baaret syn-derlig Frugt.

Vistnok er der i de fleste Amter vedtaget Bestemmelser, som tilsigter at tjene de Interesser, hvorom der her er Tale; men disse Veiplakater indeholder som Regel ikke tilstrækkelig Garanti for Opnaaelsen af de Maal, som man efter Veidirektørens Mening maa stille sig. Saaledes gjælder disse Bestemmelser ofte blot enkelte Veie og navnlig hyppig bare speciel Trafik, medens den øvrige Trafik enten er fri eller kun bundet ved meget vage Bestemmelser.

Der raader nemlig saavidt skjønnes fremdeles en udbredt Modvilie mod bredfælgede Hjul, idet der mod disse anføres, at de er dyrere og at de gaar tungere end smalfælgede Hjul, specielt i Stigninger. Og naar det gennem Erfaring fra andre Lande er paavist, at nysnævnte Meninger i det væsentlige er urigtige, mødes man med den Paastand, at udenlandske Forsøg og Erfaringer ikke passer paa vore Forhold.

Veidirektøren har derfor anset det ønskeligt at faa udført Trækforsøg her hjemme, og Midler hertil blev bevilget af Stortinget for Budgetterminen 1902/1903. Forsøgene udførtes i det væsentlige Vaaren 1903, med enkelte supplerende Forsøg Vaaren 1904. Deres Hensigt var nærmest at studere Fælgbreddespørmaalet; men ved Siden heraf har man ogsaa beskæftiget sig med endel andre Faktorer, der ogsaa er af stor Betydning, saasom Hjulhøidens Betydning og Fjæres Indflydelse. Endvidere har man behandlet det vigtige, men hidtil lidet belyste Spørmaal, hvorvidt den hos os almindelige Transportmaade : 1 Mand og 1 Hest pr. Læs, af Størrelse 600—800 kg. Netto, er den mest økonomiske. Om end dette Spørmaal ikke er bleven udtømmende udredet ved de anstillede Forsøg, er der dog tilveiebragt vigtige Momenter for dets fortsatte Diskussion.

II. Prøvevogne, Dynamometer. Kjørebane m. v.

A. Prøvevogne.

Til Prøvekjøringen anvendtes

1. *Firhjulet Vogn* og
2. *Kjærre*.

Den firhjulede Vogn er, som det vil sees af omstaaende Tegning Fig. 1, af samme Type, som de her i Landet almindeligst benyttede firhjulede Læsvogne. Vognens specielle Øiemed nødvendiggjorde dog enkelte Modifikationer særlig i Anordningen af Forstellet, til hvilket saavel Styrestang som Kraftmaaler maa fæstes. Denne Anordning vil ogsaa fremgaa af Fig. 1.

Vognen er forsynet med Fjære, som imidlertid kan bringes ud af Aktion ved en mellem Vognrammen og Axelen indkilet Aflastningsblok. Paa denne Maade kan man med samme Vogn gjøre Trækforsøg saavel *med* som *uden* Fjære. Forbindelsen mellem Vognens Overstel og bagre Understel er udført saaledes, at Understellet med Lethed kan frakobles og anvendes paa Kjærren, hvorved man sparer et Par Fjære med Axel.

Förhjul et prøvovogn.

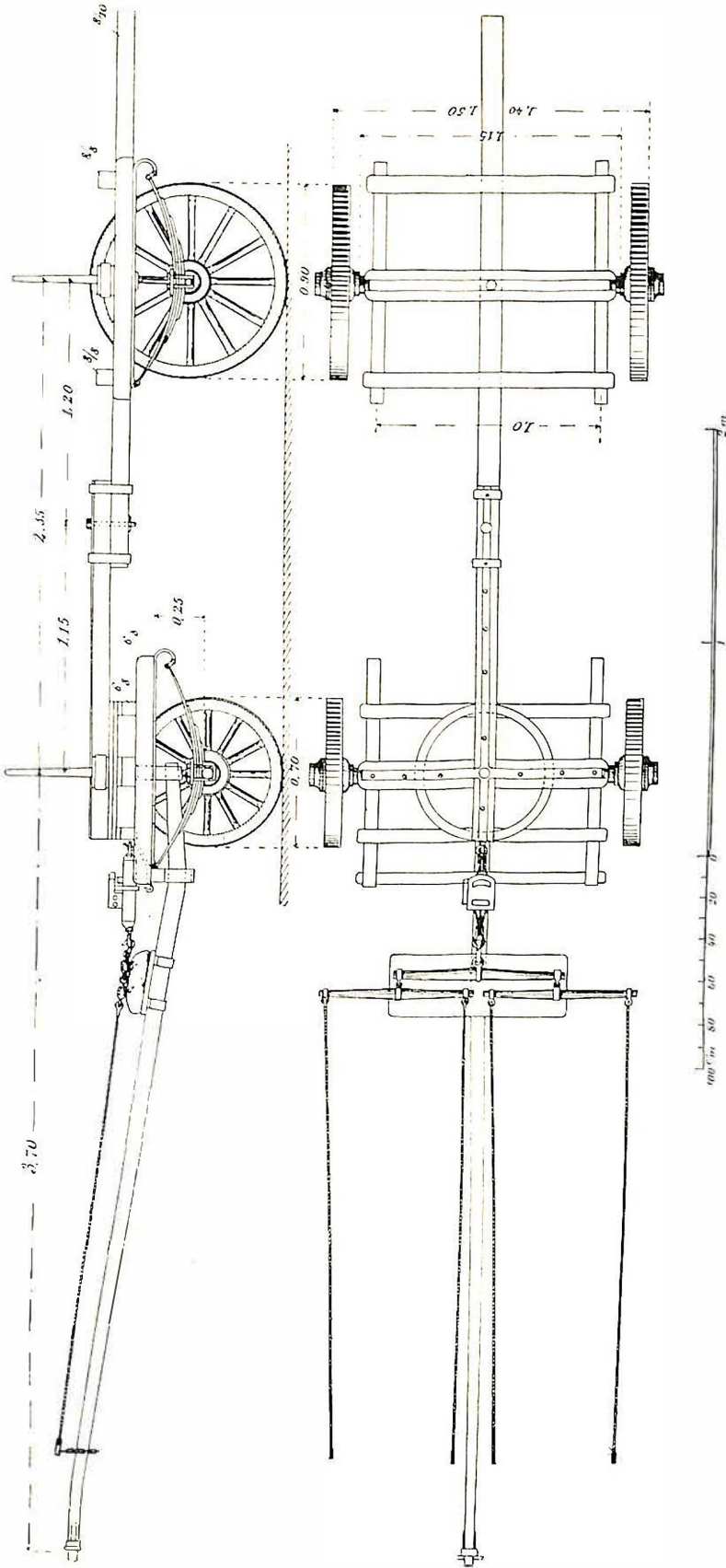


Fig. 1.

Kjærren er som af nedenstaaende Tegning, Fig. 2, vil sees, nærmest af samme Type, som de paa Vestlandet og i det Trondhjemske benyttede Kjærrer, der dog ikke i Almindelighed er forsynet med Fjære.

Provekjærre

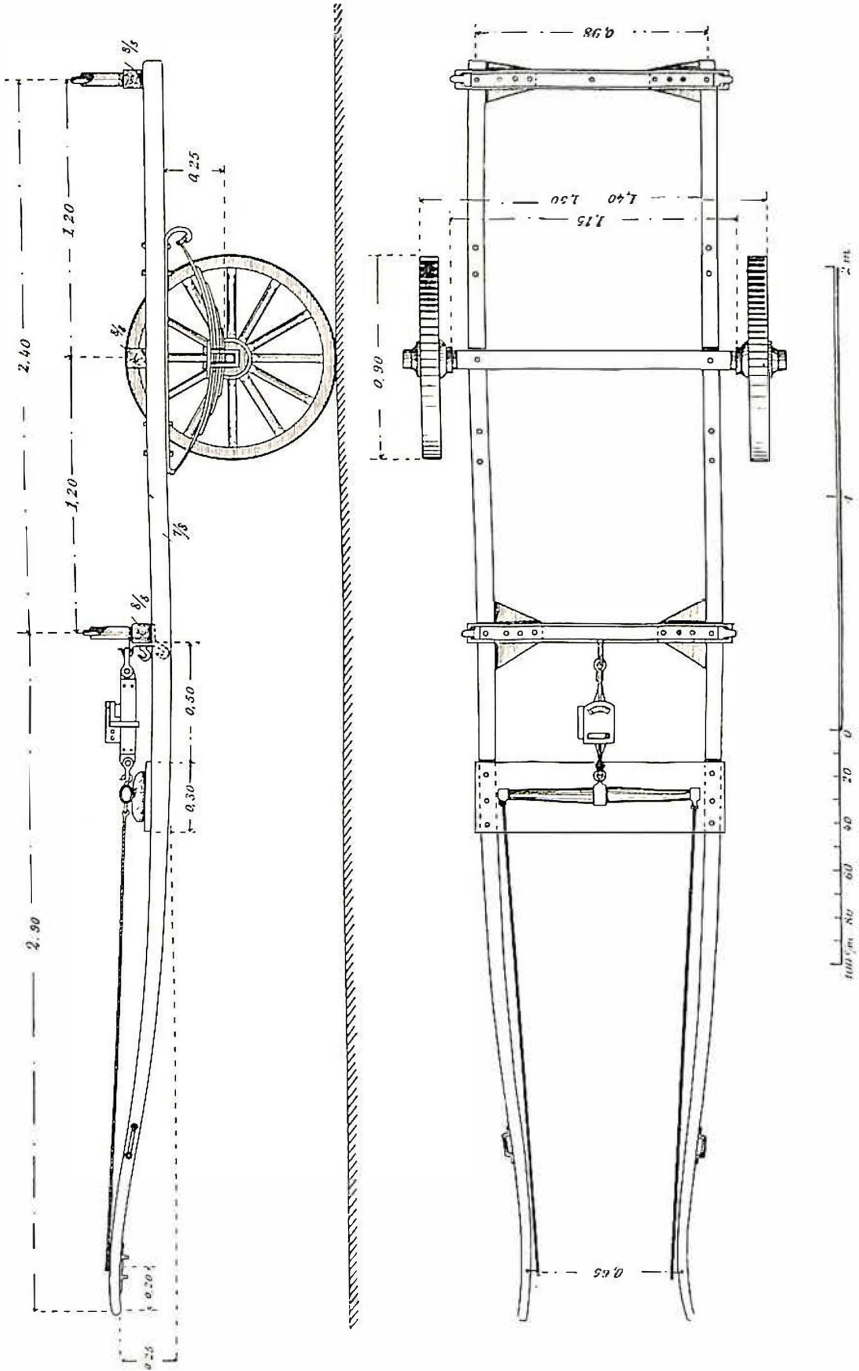


Fig. 2.

Samtlige Træmaterialer til Vogn og Kjærre er af Birk med Undtagelse af Kjærrens Skjæker, der er udført af Ask.

Til Vognen blev anskaffet Hjul af 4 forskellige Hoider, nemlig 45—70—90 og 120 cm. Som senere omhandlet, blev dog sidstnævnte Hjul anskaffet, først efterat de øvrige Forsøg var udført. Man kan da faa følgende 3 Hjulhoidekombinationer:

I: | Forhjul 45 cm. II: | Forhjul 70 cm. III: | Forhjul 90 cm.
 | Baghjul 70 - | Baghjul 90 - | Baghjul 120 -

For 45, 70 og 90 cm. Hjulhoide anskaffedes 4 Hjulpar, nemlig med 4—8—10 og 12 cm. brede Fælg, for 120 cm. Hoide derimod kun et Par med 8 cm. Fælgbredde.

Tilsammen blev saaledes anskaffet 13 Par Hjul, hvis Dimensioner og Vægt fremgaar af nedenstaaende Tabel 1.

Tabel 1.
 Vægter og Dimensioner af Prøvehjulene:

Diameter i cm.	Fælgbredde i cm.	Vægt pr. Hjul kg.	Vægt af 2 Hjul kg.	Sum 2P + 2P' kg.
120	8	P=55.5	2P=111.0	189.8
90	8	P'=39.4	2P'=78.8	
90	4	23	46	83
70	4	18.5	37	
90	8	39.4	78.8	141.8
70	8	31.5	63	
90	10	45	90	161
70	10	35.5	71	
90	12	60	120	214
70	12	47	94	
70	4	18.5	37	64.4
45	4	13.7	27.4	
70	8	31.5	63	106
45	8	21.5	43	
70	10	35.5	71	118.4
45	10	23.7	47.4	
70	12	47	94	154
45	12	30	60	

Til *Kjærreren* benyttedes Vognens Hjul, dog kun de tre største Hjulhøider.

Samtlige Hjul er forarbejdet med bøiede Fælg af bedste Sort Ask, med Eker af Eg og $\frac{3}{8}$ " Staalbeslag. Forøvrigt er Hjulene udført som almindelige Arbeidsvognhjul med Undtagelse af, at Bøssingerne er lige for alle Hjulstørrelser og afpasset for Patentaksler, hvilket man fandt nødvendigt, da alle Hjul skulde kunne bruges paa samme Aksel. De mindste Hjul er derfor blevet noget for tunge. Der anskaffedes ialt kun 2 Patentaksler med midlere Tapdiameter $1\frac{5}{8}$ " = 4.25 cm.

Hestene, respektive Hesten, forspændtes saaledes, at intet af Trækraften kunde tænkes at overføres gennem Styrestang eller Skjæker. De benyttede Træktouge med tilhørende Svingler blev velvillig udlaant fra Intendanturens Arsenal.

B. Dynamometer.

Det for Maaling af Trækraften benyttede Dynamometer blev anskaffet fra Firmaet Schäffer & Budenberg, Magdeburg og har kostet ca. Kr. 450,00 inclusive nødvendigt Tilbehør.

Principet for Apparatets Konstruktion er i Korthed følgende, kfr. Fig. 3:

To overfor hinanden stillede og mod Enderne sammenbøiede Staal-fjære, *f*, danner den egentlige Kraftmaaler. Disse Fjære er i Enderne med Skruer indbyrdes forbundne til Stykkerne, *d*, der foruden at tjene som Befæstigelse for Ringene, *i*, ogsaa støtter og regulerer Staal-fjærenes gjensidige Bevægelse. Ved Ringene fæstes Dynamometeret med den ene Ende til Kjørerredskabet og med den anden i Træktaugenes Svingel. Ved et Stræk i Fjærene, vil disse nærme sig hinanden. Denne Bevægelse overføres gennem direkte Forbindelse paa Viseren, *v*, hvis ene Ende bevæger sig over en inddelt Skala, paa hvilken den i hvert Øieblik præsterede Trækraft kan aflæses. I Visernes anden Ende er der anbragt en Metalstift, som paa en Papirrul (Bulletin), *p*, optegner Kraftforbruget automatisk.

Papirrullen er forsynet med oplineret Kraftmaalestok afpasset efter Fjærenes Styrke. Papirrullen sættes paa Valsen, *r*₂, og rulles op paa Valsen *r*₁, ved Hjælp af det i Kassen, *k*, anbragte Uhrværk, der driver Valsen *r*. Uhrværket kan stoppes ved Hjælp af Hævarmen *h*.

Dynamometeret har to Sæt Fjære:

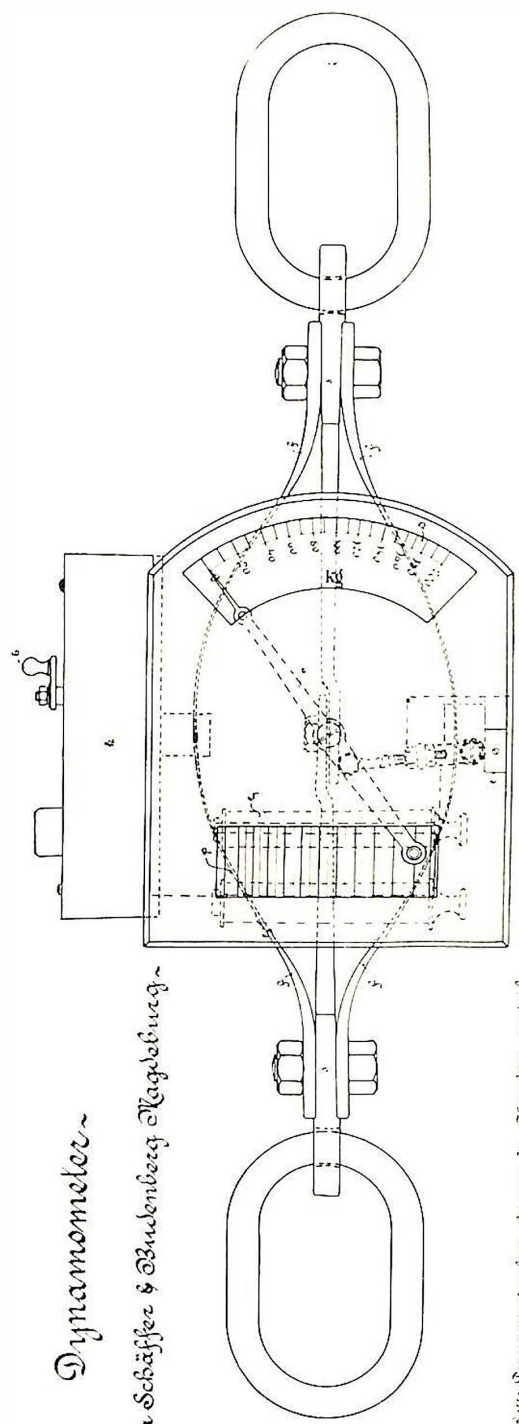
1. For Trækraft indtil 500 kg.
2. » —» — » 200 »

Fjærene kan med Lethed udskiftes, men maa selvfølgelig for hver Gang kontrolleres og Viseren indstilles. Endvidere maa skiftes Papirrul.

Da Trækraften ved denne Slags Forsøg, som af det Følgende vil sees, varierer ganske betydelig efter de forskjellige Forhold, hvorunder

Dynamometer

Fra Schæffer & Büchsenberg Kjøbenhavn



Denne Dynamometer kan bruges til at måle
 kraften i en forbindelse af træ eller jern
 ved et eller andet sted i en maskin eller i en
 til søgning.

Skal man aflesen: a) med en skala; b)
 automatisk med en Sæsonmåler P, der ved
 at skrive på en papirrolle giver et udtryk for

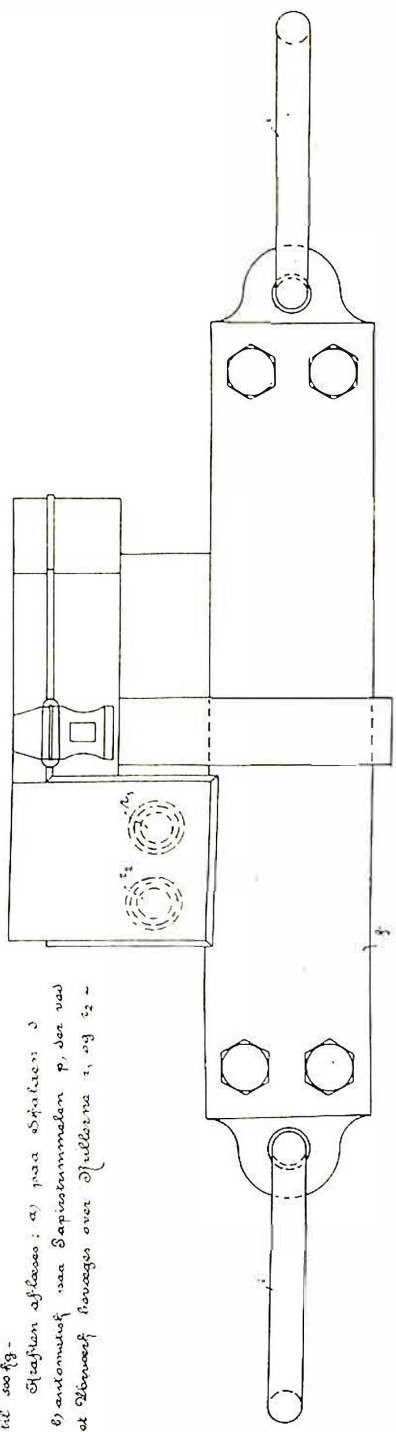


Fig. 3.
 Maalestok ca. 1/3.

Forsøgene udføres, er det en nødvendig Betingelse for at opnaa nøiagtige Resultater at anvende Fjære af forskjellig Styrke.

Ved Justering af Apparatet, forinden dette toges i Brug, viste Fjære for 200 kg. Maximaltrækkraft sig meget tilfredsstillende. Derimod kan Apparatet ikke gjøre Fordring paa saa stor Nøiagtighed, naar 500 kg.'s Fjære benyttes.

I ubelastet Tilstand er Apparatet meget ømfindtligt, idet det ved Ophængning i forskjellige Stillinger viser Udslag. I hængende vertikal Stilling gav det saaledes et Udslag af ca. 10 kg., medens Apparatets Vægt er 6,5 kg. Et lignende Udslag viste ogsaa Apparatet i indspændt Stilling, hængende i Kjøreredskabet med den ene og i Træktaugene med den anden Ende. Under Kjøringen blev derfor Dynamometeret understøttet af en Pude, hvorved nævnte Udslag ophævedes.

Da Dynamometeret var ophængt umiddelbart mellem Kjøreredskabet og Hestene, blev Apparatet efter Veibanens og Kjøretøiets Beskaffenhed (med og uden Fjære) udsat for større og mindre Rystelser, der forplantede sig til Apparatets Fjære og gav Anledning til forøgede Viserudslag, og især blev Viserudslaget nedad mod 0 forøget. Hvor Trækkraften er middels eller stor har dette uvæsentlig Betydning, men ved megen liden Trækkraft bliver denne Mangel mærkbar.

Hvorvidt man ved en anden Ophængningsmaade vil kunne opnaa helt at undgaa Rystelser, er tvivlsomt. Det antages dog, at man ved at anvende Tilhængervogn for Belastningen og anbringe Dynamometeret mellem denne og det Kjøretøi, hvor Hestene er forspændt, vil kunne udjævne disse Rystelser og ihvert Fald holde dem konstant for samtlige Forsøg.

C. Forsøgenes Udførelse.

For de i det efterfølgende nærmere omhandlede 4 forskjellige Typer Kjørebane:

1. Fast Grusbane,
2. Sølet Do.
3. God Pukstensbane og
4. Fast Græsmark (dyrket)

blev Forsøgene i det væsentligste gennemført efter samme Plan og efter de i følgende Tabel 3 nærmere angivne Specifikationer for Læsstørrelser, Fælgbredder, Hjuldiametere og Fjære:

Tablet 3.

Kjørerredsk.	Nettolæs i kg.				Fælgbredde cm.			Hjuldiameter cm.			Fjære		
	600	1200	1800	2400	4	8	10	12	Forhjul 45 Baghjul 70	Forhjul 70 Baghjul 90	Forhjul 90 Baghjul 120	Med	Uden
Firhj. Vogn	600	1200	1800	2400	4	8	10	12					
Kjærre . . .	300	600	900	1200					70	90	120		

For 120 cm. Hjulhoide blev dog som foran nævnt kun 8 cm. Fælgbredde benyttet, ligeledes blev denne Hjulhoide kun benyttet paa god Pukstensbane og fast Græsmark. For hvert enkelt af de angivne Nettolæs udførtes Forsøgene forøvrigt for samtlige Modifikationer af Fælgbredde og Hjuldiameter. Derimod fandt man for de mindre Læsstørrelsers vedkommende delvis at kunne sloife Forsøgene *uden Fjære*, idet disse da kun viste ubetydelige Afvigelser fra Forsøgene *med Fjære*.

Hver Forsøgsserie omfatter to Ture frem og to Ture tilbage over samme Strækning. De paa de kolorerede Plancher angivne Resultater er derfor et Middeltal af 4 af hinanden uafhængige Forsøg.

Ved hver Skiftning af Hjul — omtrent en Gang hver 30 Min. — blev saavel Akseltappe som Hjulbøssinger omhyggelig aftørret og derpaa smurt paany. Det blev desuden iagttaget, at *Akslernes* Muttere blev lige haardt tilskruet for hver Gang.

Dynamometerets Viser kontrolleredes hver Morgen før Forsøgenes Paabegyndelse.

Videre bemerkes, at man ved alle Forsøgs Udførelse benyttede de samme Heste — af middels Størrelse og Vægt ca. 450 kg. pr. Hest — der tidligere i længere Tid havde staaet i samme Forspand. Kjørehastigheden søgtes holdt mest mulig konstant — almindelig Skridtgang — ca. 1 Meter pr. Sekund.

Forinden Forsøgsresultaterne nærmere omtales, forudskikkes nogle Bemærkninger angaaende *Kjørebanelens Beskaffenhed* m. v.

1. *Fast Grusbane*: Efter forgjæves at have søgt efter en hensigtsmæssig og karakteristisk Veistrækning af denne Type i Nærheden af Kristiania, valgte man efter velvillig Tilladelse Fæstningspladsen paa Akershus. Banen her tilsvarende paa det nærmeste de almindelige Forholde ved vore Grusveie.

Den for Forsøgene valgte Kjørestrækning var horizontal, havde en Længde af ca. 88 m. og en svag Kurve paa det midtre Parti.

Overfladen var til en Begyndelse meget fast og jevn, men blev dog efter første Dags Kjøring lidt løs. Senere holdt Banen sig meget ensartet. Det maa dog bemærkes, at Forsøgene blev indstillet et par Dage paa Grund af ugunstige Veirforholde. En af disse Dage var Banen om Formiddagen dækket af et tyndt klabbende Snelag, hvorved man fik Anledning til ogsaa at anstille nogle enkelte Forsøg angaaende dettes Indflydelse.

2. *Sølet Grusbane:* Disse Forsøg udføres ogsaa indenfor Akershus Fæstnings Grænser, paa det saakaldte «Kontraskjær».

Den valgte Kjørebane havde en Længde af ca. 85 m. og ligesom den foregaaende en svag Kurve paa midtre Parti. Banen var dækket af et fra 5—8 cm. tykt Lag Søle. Under dette Sølelag var et fast og temmelig ujevnt Lag bestaaende af mindre Sten, Grus og Sand. Kjøredskaberne udsattes derfor for Stød.

Under Udførelsen af disse Forsøg var Veirforholdene mere vekslede end paa fast Grusbane. Søleens Konsistens varierede derfor fra tykflydende til tyndflydende. Den sidste Dag, Forsøgene paagik, var Banen endog næsten tør paa et enkelt kortere Parti. Under disse Forholde var det vanskeligt at faa ensartede Resultater, og man har derfor ved Sammenligningen lagt mest Vægt paa de Forsøg, der udførtes paa en og samme Dag.

En Omstændighed, der ogsaa bør nævnes, er den, at Vognhjulene gjerne vilde holde sig i de fra først af opkjørte Spor, noget der muligens er til Gunst for de smale Fælg. Til Forebyggelse af denne Ulempe blev det iagttaget, at Vognens Bevægelse foregik saavidt mulig ved Siden af et netop opkjørt Spor. Idet man da kjørte op et nyt Spor, fik man delvis Anledning til at jevne et gammelt.

3. *God Pukstensbane:* Disse Forsøg udførtes i Nærheden af Lian Jernbanestation paa Lianchausséen. Veien er stærkt trafikeret, men godt vedligeholdt.

Paa den for Forsøgene valgte Strækning, der er retliniet og horizontal og har en Længde af 100 m., er Veien bygget paa fast Fjeld og ligger ganske frit.

Kjørebanelen var meget fast, men lidt ujevn i Overfladen, hvorhos der fandtes enkelte nye Pukstensflækker samt noget Støv; dog ikke i saa stor Mængde, at det kunde antages at have nævneværdig Indflydelse paa Forsøgenes Resultater.

4. *Fast Græsmark (dyrket):* Man erholdt Tilladelse af Kristiania Kommune til at anstille en Række Forsøg paa Frogner Hovedgaard paa græsbundet dyrket Mark med leret Jordbund. En længere forudgaaende

Tørkeperiode havde imidlertid bevirket, at Marken var meget fastere og tørrere, end Jorder almindelig pleier at være om Høsten. Paa Grund af disse exceptionelle Forholde blev Forsøgene heller ikke udførte i den Udstrækning, man oprindeligt havde forudsat.

Banen havde en længde af kun 70 m. med en skarpere Kurve paa Midten. Græsset blev slaat for Anledningen. Forsøgene her varede kun en Dag, og da Jorden som nævnt var meget fast, opstod der ingen Hjulspor, men vel nogen Komprimering af Jorden.

Ved alle Forsøg har Veibanens Beskaffenhed særlig ved Grusbanerne vexlet noget under Kjøringen, idet de smale (og lave) Hjul har rodet Banen op, medens de brede (og høie) Hjul har komprimeret og jevnet Banen. Da Forsøgene med de forskellige Hjuldimensioner stadig maatte vexle, er Følgen, at *alle Trækkræfter er lidt for ugunstige for de brede (og høie) Hjul.*

D. Kontorbehandlingen af Resultaterne.

Af de ved Dynamometerets Hjælp erholdte Diagrammer kan Trækraften ikke nøiagtig aflæses direkte. Da nemlig Trækkræfterne under Kjøringen stadig skifter, fremkommer paa Papirrullen en Zikzaklinie, hvis nøiagtige Forløb kun delvis kan skjælnes (se Fig. 4). For tilnærmet at

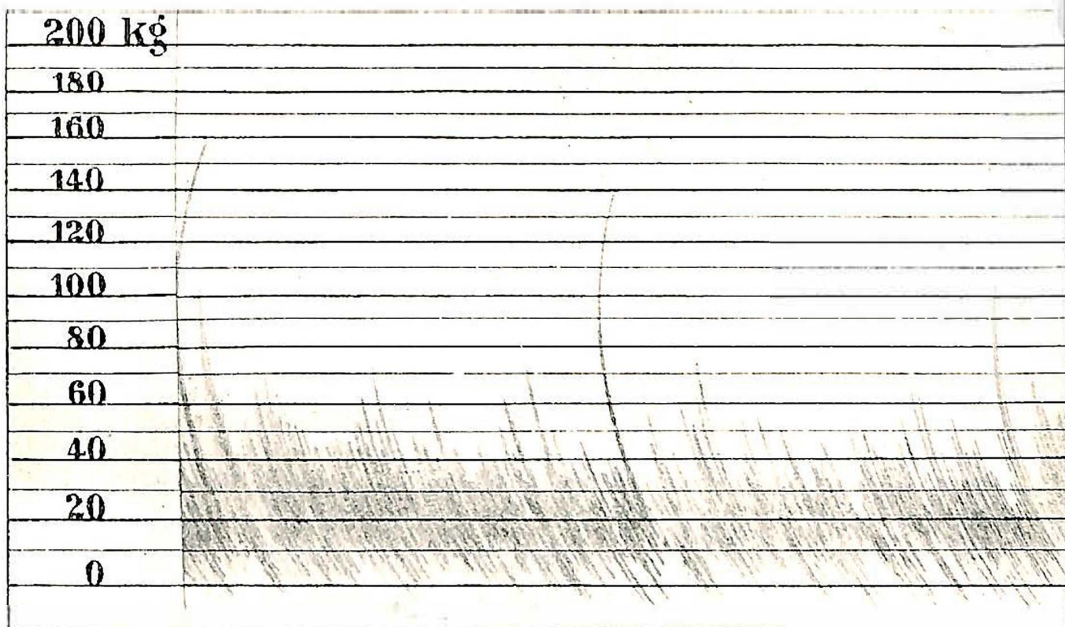


Fig. 4.

finde denne Linies midlere Ordinats betragter man de umiddelbart paa hinanden følgende Bølgedale og Bølgetoppe som en Diagramflade med en øvre og en nedre Begrænsning, der nærmere fikseres ved prikkede Linier (Fig. 5). Ved Planimeter bestemmes Arealerne af Diagramfladerne F_1 , F_2 , hvorpaa den midlere Trækrafts Ordinats findes paa følgende Maade:

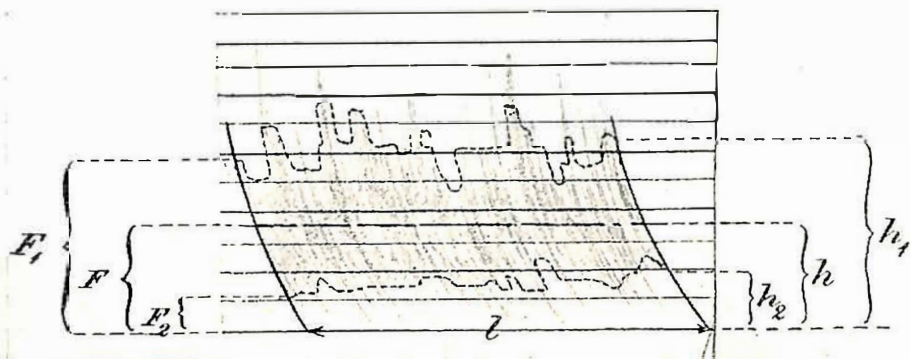


Fig. 5.

h_1 , h_2 og h er de midlere Høider henholdsvis for Fladerne F_1 , F_2 og F ; l er Fladernes Længde. Man har da:

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$\frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{F_1 + F_2}{2l}$$

$$h = \frac{F_1 + F_2}{2l}$$

Den anvendte midlere Trækraft findes ved at aflæse Ordinaterne, h , paa Apparatets Kraftmaalestocke, kfr. Side 6 og 11.

I denne Forbindelse bør det erindres, at de paa Side 8 omhandlede Rystelser af Apparatet selvfølgelig ogsaa vil vise sig i Diagrammerne.

Den benyttede Fremgangsmaade ved Beregningen af den midlere Trækraft bliver kun helt korrekt under Forudsætning af, at de paa Grund af Rystelserne forårsagede Udslag af Viseren er lige store til begge Sider af Diagrammerne (Maximal- og Minimaludslag). Denne Antagelse synes dog ikke ganske at holde stik, og heri kan man antagelig søge Aarsagen til, at en enkelt Forsøgsserie viser Resultater, som ikke ganske stemmer med, hvad de øvrige Forsøg lader vente. Se herom nærmere Side 26, hvor Fjæres Indflydelse ved Kjøreforsøg med Kjærre er omhandlet.

I sin Almindelighed antages imidlertid de nævnte Rystelser at have saa liden Indflydelse, at den benyttede Beregningsmaade kan ansees tilstrækkelig noiagtig.

III. Forsøgsresultater.

Det Kraftforbrug, som Trækdyret maa anvende for at overvinde Modstanden mod Bevægelsen, er afhængig saavel af Veibanens Beskaffenhed som af Kjøreredskabets Konstruktion og bestaar væsentlig af følgende Faktorer:

- A. *Tapfriktionen.*
- B. *Modstand mod Veibanen.*
- C. *Stigningens Indflydelse.*

Hertil kommer desuden *Luftmodstandens* og *Kjørehastighedens* Indflydelse, der dog under almindelige Transportforholde kan sættes udaf Betragtning. Forsøg har forøvrig vist, at Modstanden tiltager med voksende Kjørehastighed — (kfr. Zeitschrift für Transportwesen und Strassenbau, Nr. 7, 1904). — Under Udførelsen af Veidirektørens Forsøg var det den hele Tid saagodtsom Vindstille.

I det følgende skal man søge at klargjøre, hvilken Indflydelse de forskjellige Modstandsfaktorer har, idet man behandler hver af disse for sig.

A. *Tapfriktionen* (Akselens Friktion i Bøssingen).

Idet Hjulet, foranlediget af den ved dettes Periferi optrædende Modstand, dreier sig om sin faste Akse, opstaar der mellem Bøssingen og Akseltappen glidende Friktion (*Tapfriktion*). Det Trækkraftstab, som herved foraarsages, kan efter Fig. 6 bestemmes paa følgende Maade:

Er W_1 = den til Hjulets Periferi overførte Modstand fra *Tapfriktionen*,

P = den samlede paa Akseltappen virkende Belastning,

r = Hjulets Radius,

r_1 = Akseltappens midlere Radius,

μ = Friktionskoeff. (for den glidende Friktion) mellem Bøssing og Akseltap,

saa har man :

$$W_1 r = \mu \cdot P \cdot r_1$$

$$W_1 = \frac{r_1}{r} \cdot \mu \cdot P.$$

Det fremgaar heraf, at det er hensigtsmæssig at anvende *høie Hjul* og *liden Diameter paa Akseltappen*, samt at man bør holde den sidste godt smurt, hvorved μ formindskes. Hvis den samlede Modstand mod Veibanen bliver mindre end den til Hjulets Periferi overførte Tapfriktion, vil Hjulet glide paa Veibanen.

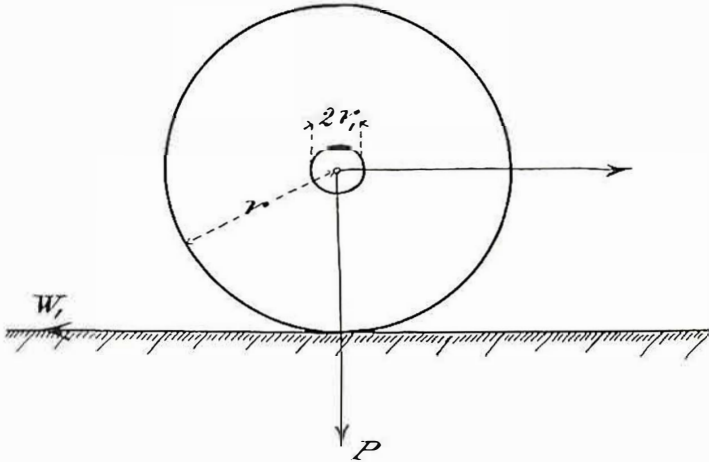


Fig. 6.

Er Lagerkonstruktionen god, samt beskyttes Akselleiet mod Støv og holdes godt smurt, spiller Tapfriktionen ingen væsentlig Rolle; men ved en Flerhed af her i Landet anvendte Kjøreredskaber er disse Betingelser ikke opfyldte, hvorfor Tapfriktionen bliver en væsentlig Faktor i den samlede Modstand.

Morin, som ogsaa anstillede Forsøg over Tapfriktionen, valgte for sine Trækforsøg (Tap)friktionskoeff. $\mu = 0,05$, men forhøiede den senere til 0,065. Ved sine Forsøg over Tapfriktionen fandt Morin følgende Værdier :

	Alm. Smøring.	Kontinuerlig Smøring.
Smedejerns- og Støbejernstappe i Støbejerns- lagere, smurt med Olje eller Talg	0,07—0,08	0,054
Do. ved ubetydelig Smøring	0,14—0,16	—

Ved de af Veidirektøren igangsatte Forsøg antages Tapfriktionskoefficienten passende at kunne sættes som Morins = 0,065. Antager man i Overensstemmelse med nærværende Forsøg en midlere Hjulhoide og Tapdiameter af henholdsvis 80 cm. og 4,25 cm., vil det af Tapfriktionen foraarsagede Trækkraftstab ved en Bruttovægt af Kjøreredskabet af 2000 kg. eksklusive Hjul (Nettolæs 1800 kg.) andrage til

$$W = \frac{4,25}{80} \cdot 0,065 \cdot 2000 \text{ kg.}$$

$$W = \frac{2}{2} \cdot 6,9 \text{ kg.}$$

Som senere vil blive paavist, behøves der paa god Pukstensbane til Transport af dette Læs i gunstigste Tilfælde 55—60 kg., paa fast Grusbane 133—135 kg. og paa solet Grusbane 236—240 kg. Trækkraft.

Tapfriktionen er uafhængig af Veibanens Beskaffenhed og vil derfor i Forhold til Trækkraften spille en relativt større Rolle paa en god end paa en slet Bane. Da den i hvert Fald er meget liden og konstant for samme Hjulhoide og Belastning, har man ved Behandlingen af nærværende Forsøgsresultater ikke taget Hensyn til den.

Om den havde været udskilt af Resultaterne, vilde det muligens reducere disses praktiske Værdi.

B. Modstand mod Veibanen.

Naar et Vognhjul bevæger sig langs en Veibane, optræder der herunder en Række Modstande, f. eks. Stød o. l., som søger at hindre Hjulets Bevægelse. Foruden at variere efter Veibanens Beskaffenhed er disse Modstande ogsaa afhængige af Vognens Konstruktion og herunder især af Hjulets.

Man har søgt at udlede matematiske Formler for disse Modstande, men det er ikke lykkedes at finde noget almengyldigt Udtryk for den samlede Modstand mod Veibanen.

I det Følgende skal man derfor ikke søge at opstille nogen Formel for nævnte Modstande, men kun paavise, hvorledes det ved en Variation af de medvirkende Faktorer er mulig at reducere Modstandene.

De Faktorer, der saavel ifølge praktisk Erfaring som ved tidligere Trækforsøg har vist sig at have særlig Indflydelse og som derfor ved Veidirektørens Forsøg har været Gjenstand for Undersøgelse, er følgende:

1. *Fælgbreddens,*
2. *Hjulhøidens* og
3. *Fjærenes Indflydelse.*

En fjerde Faktor, der ogsaa skulde antages at spille ind her, er:

4. *Trækkraftens Vinkel mod Veibanen.*

Idet Resultaterne af Veidirektørens Forsøg for hver enkelt af disse Faktorer nærmere skal omtales nedenfor, forudskikkes der til Sammenligning for hvert enkelt Punkt (væsentlig efter Overingeniør Skougaards Brochure: «Ensartet Veiplakat for det hele Land») en kort Ekstrakt af tidligere Forsøg og Erfaringer:

1. Fælgbredden.

Som Hovedresumé af de nyeste og mest paalidelige Resultater af tidligere Trækforsøg og teoretiske Udviklinger kan for Fælgbreddens Vedkommende anføres efter:

1. *Ingeniørkaptein Corréze og Marineingeniør Manés (1832):*
Hjulenes Slitage paa Veiene afhænger af Hjultrykket, Fælgbredden og Kjørehastigheden.
2. *Ingeniør Corialis;* efter teoretisk Udvikling: Modstandsarbeidet aftager med voksende *Fælgbredde*. Nøagtig udtrykt omvendt proportional med \sqrt{F} hvor F er Fælgbredden.
3. *General Morin:*
 - a) Paa sammentrykkelige Legemer vokser den rullende Modstand, naar Kontaktzonens (Fælgens) Bredde aftager.
 - b) «Paa Brokægning og Pukbane er Modstanden væsentlig uafhængig af Fælgbredden, naar denne *ikke er under 8 à 10 cm.*»
 - c) Paa sammentrykkelig Bane, saasom Jord, Sand, Grus, utilkjørte Veie o. s. v., aftager Modstanden med voksende Fælgbredde efter et af Banens Beskaffenhed afhængigt Forhold.
 - d) Slitagen paa selve Veilegemet er for Pukveie — under lige Belastning — større ved 6 end ved 11,5 cm. Fælgbredde. Den kan dog ikke sættes omvendt proportional med Fælgbredden. Saaledes er Forskjellen mellem 11,5 og 16,5 cm. meget liden. Ifølge Morin bør derfor Fælgbredden ved Pukbaner ikke gjøres større end 12 cm.
4. *Ingeniør Dupuit:*
Trækkraften er proportional med Trykket, uafhængig af Fælgbredden. Brede Hjulringe er kun nyttige, naar de bærer i hele sin Bredde, som f. Eks. paa en blød, daarlig Veibane, eller naar ifyldte Hjulspor behøver Valsning.
Hertil maa imidlertid bemærkes, at Dupuit udtrykkelig undtager saa smale Hjulringe, at de skjærer sig ned i Veibanen; han har med andre Ord neppe tænkt paa saa smale Hjul som de, der i Almindelighed benyttes hos os.
5. *Forsøg i Staten Missouri.* Forsøgene anstilledes i 1896 og 1897 for to Fælgbredder 3,7 og 15,2 cm. Resultaterne var følgende:

- a) Paa haard, jevn, næsten flad Pukbane gik de brede Hjul 16,3—35,7 % i Middeltal 26 %, lettere end de smale.
- b) Paa Grusbane med fast Underlag gik de brede Fælg lettest, naar Banen var nogenlunde tør. Var Banen meget vaad og dækket med 4—5 cm. løs Sand og Grus, gik begge Fælgbredder omtrent lige let.
- c) Paa Jordveie uden Puk eller Grus gik de brede Fælg lettest, undtagen naar Banen var dækket med 5—7 cm. tørt, løst Støv samt paa solet og gennemgaaende klæbrig Lervei.

6. Danske Forsøg udført Aar 1899—1901, se Fig. 7.

- a) For Vognenes Krafftforbrug spiller Veibanen den allerstørste Rolle; i Forhold her til er Fælgbredde, Belastning og Vognkonstruktion af underordnet Betydning.
- b) Der er kun uvæsentlig Forskjel i Krafftforbrug mellem de smale og brede Hjul — 2 1/2" og 4" — paa Hovedvei, god fast Bivei og tørre Grusveie, men er Veibanen saa vaad og klæbrig, at Jord og Sole hænger sig fast til Hjulfælgene, vil de brede Hjul være ugunstigt.
- c) Paa Aker og Marker vil de brede Hjul under de fleste Forholde være de letteste. Kun naar Jorden er fast og meget klæbrig, vil de brede Fælg blive de tyngste.
- d) I Sneørpe paa fast Vei fordrer brede Fælg et langt større Krafftforbrug end smale.

Danske Landhusboldvognselskabs Trækforsøg i 1899-1900.

Prøver med en smalfælg (6,5 Cm) og en bredfælg (10,4 Cm.) Vogn.

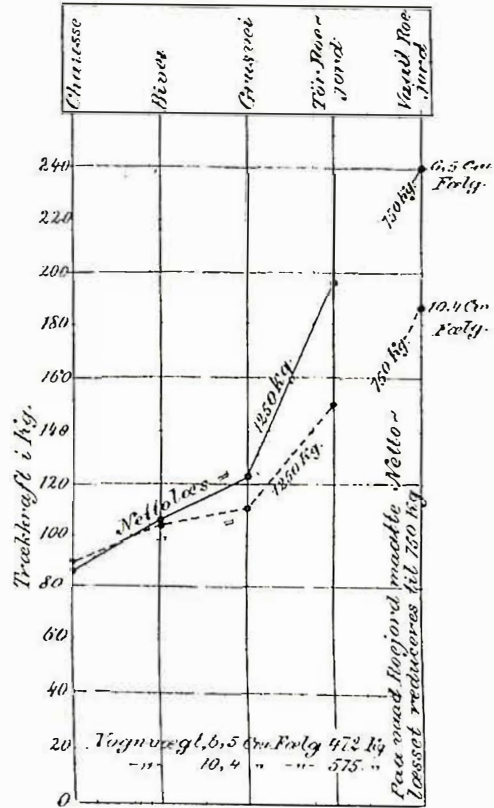


Fig. 7.

Som foran kortelig omhandlet undersøgtes ved Veidirektørens Forsøg Krafftforbruget for de fire Fælgbredder 4, 8, 10 og 12 cm.

a) Paa fast Grusbane.

Resultaterne af disse Forsøg er fremstillet grafisk paa Planche 1 og 2. Naar Akselbelastningen er ens, viser Fælgbredden i alt væsentligt den samme Indflydelse for 4-hjulet Vogn som for Kjærre.

Ved liden Belastning og stor Hjuldiameter er Fælgbreddens Indflydelse ubetydelig (se Pl. 1 Rubr. 3 og 5 samt Pl. 2 Rubr. 3). Er Hjul-

diameteren derimod liden, spiller Fælgbredden en større Rolle selv med smaa Belastninger (se Pl. 1 Rubr. 4 og 6 samt Pl. 2 Rubr. 4).

En Oversigt over de gunstigste Fælgbredder stiller sig saaledes:

Tabel 4.

Akselbelastning (Netto) kg.	Gunstigste Fælgbredder i cm. for			
	4-hjulet Vogn.		Kjærre.	
	Forhj. 70 cm. Baghj. 90	Forhj. 45 cm. Baghj. 70	90 cm.	70 cm.
300	8	10	8	8
600	10	10	8	10
900	12	12	12	12

Det fremgaar heraf, at en Øgning af Belastningen kræver en Øgning af Fælgbredden for at opnaa de heldigste Transportbetingelser.

4 cm. Fælg viser sig ugunstig for samtlige Belastningsforholde. Mest paatagelige er imidlertid Differenserne ved de største Belastninger, hvor 4 cm. i Forhold til den gunstigste Fælgbredde (12 cm.) kræver en Trækkræftsforøgelse af 15—28 %. Ved smaa Belastninger er saavel 4 som 12 cm. uheldige.

Et herfra forskjelligt Forhold viser Fælgbredden, naar Veibanen er dækket af et tyndt, ca. 4 cm., klabbende Snelag (kfr. Side 10). Fælgbreddens Indflydelse under saadanne Forhold er angivet med stregede Linier (Pl. 2 Rubr. 5). Som man vil se, er de brede Fælg i dette Tilfælde uheldig stillet (kfr. danske Forsøg punkt a). I Forhold til samme Bane i bar, tør Tilstand er den Trækkræftsforøgelse, som Klabbeføret forarsager:

For 4 cm. Fælg	ca. 29 %
» 8 »	» - 50 »
» 10 »	» - 65 »
» 12 »	» - 87 »

b) *Paa sølet Grusbane* (se Pl. 3 og 4).

Paa Grund af den foran omhandlede variable Beskaffenhed af denne Veibane er Resultaterne som før nævnt ikke saa ensartede, at alle Resultater uden videre kan sammenlignes. Hver liden Gruppe af 4 forskellige Fælgbredder tog derimod saa kort Tid, at Fælgbreddens Indflydelse med Sikkerhed kan studeres.

Førets Forandring fra Dag til Dag gav desuden Anledning til at iagttage, hvilken Indflydelse Sø lens Konsistens har.

Under Prøvekjøringen med 600 kg. Nettolæs paa 4-hjulet Vogn og under Forsøgene med 600 og 900 kg. Nettolæs for Kjærre med Fjære var Sølen klæbrig og havde en middels Grad af Stivhed. Bedste Resultater viser her 4 cm. Fælg for høie og 8 cm. Fælg for lave Hjul (kfr. Pl. 3 Rubr. 3, 4, 5 og 6 samt Pl. 4 Rubr. 5 og 6, 9 og 10).

Er Sølen derimod blod (flydende) eller benyttes større Belastninger, vil saa smal Fælgbredde som 4 cm. under ingen Omstændighed være at foretrække; heldigst er da 8—10 cm. Fælg (kfr. Pl. 3 Rubr. 7—12). Et lignende Forhold viser ogsaa Fælgbredden, naar Solen er torket ind til en stiv, fast Masse. Hjulene komprimerer da den stive Søle til et fast Lag, og de brede 8—10 cm. Fælg er absolut overlegne og viser en Besparelse af 12—23 % (kfr. Pl. 4 Rubr. 3 og 4, 7 og 8 og 11 og 12).

I samme Forbindelse maa det ogsaa bemærkes, at det af Forsøgene med Sikkerhed fremgaar, at en bredere Fælgbredde end 10 cm. paa en sølet Bane er ugunstig for Læsstorrelser til og med 1800 kg. I de fleste Tilfælder vil, som af nedenstaaende Tabel 5 fremgaar, den bedste Fælgbredde være 8—10 cm.

Tabel 5.

Akselbelastning (Netto). kg.	Gunstigste Fælgbredde i cm.							
	Ved tyk, stiv og klæbrig Søle.				Ved blod og flydende, samt tør og fast Søle.			
	4-hjulet Vogn.		Kjærre.		4-hjulet Vogn.		Kjærre.	
	Forhjul 70 cm. Baghjul 90 cm.	Forhjul 45 cm. Baghjul 70 cm.	90 cm.	70 cm.	Forhjul 70 cm. Baghjul 90 cm.	Forhjul 45 cm. Baghjul 70 cm.	90 cm.	70 cm.
300	4	8—10	—	—	—	—	8	10
600	—	—	4	8	8	10	8	10
900	*)10	*)8	4	8	10	10	10	8 (10)

Da saavel brede som smale Fælg under forskellige Variationer af Sølen kan blive lettest, vil de brede og smale Fælg ved en bestemt Konsistens af Sølen stille sig ens. Dette Tilfælde indtræder ved en middelstykk, seig Søle, kfr. Pl. 3 Rubr. 9 og 10, der tilnærmet viser et saadant Forhold.

c) Paa god Pukstensbane (se Pl. 5 og 6).

For Fælgbreddens Vedkommende er Resultaterne fra denne Bane nøie overensstemmende. Undtager man saa brede Fælg som 12 cm., der paa

*) Middelstykk Søle.

Pukstensbane i sin Helhed er noget ugunstige, har Fælgbredden praktisk talt ingen Indflydelse paa Trækkraften. Tillægger man de smaa Trækkraftsdifferenser paa 1—3 kg. nogen Betydning, vil i de fleste Tilfælde 4 cm. Fælg være de letteste for høie og 8 cm. Fælg for lave Hjul (kfr. Pl. 5 og 6).

d) *Paa fast Græsmark* (dyrket), se Pl. 7.

Forsøg blev her kun anstillet med 4-hjulet Vogn. Marken var som før nævnt meget fast, og man finder derfor, at en midlere Fælgbredde af 8 cm. er den fordelagtigste (kfr. Pl. 7 Rubr. 2, 3 og 5) for Belastninger indtil 600 kg. pr. Aksel. De smale 4 cm. Fælg gik tungt og havde Tilbøielighed til at skjære sig ned i Marken. De brede Fælg derimod komprimerede Banen, saa at denne blev fastere og jevnere.

Efter hvad der ovenfor er anført angaaende Veidirektørens Forsøg kommer man til følgende Satser for Fælgbreddens Indflydelse, hvilke for norske Forholde antages at have almindelig Gyldighed:

1. *For faste Grusveie:*

- a) Ved mindre Læsstørrelser (300—600 kg. Nettolæs pr. Aksel) er det i alle Tilfælde det heldigste for Trækkraften at anvende Fælgbredder fra 8—10 cm.
- b) Ved større Læs (600—900 kg. pr. Aksel) er den fordelagtigste Fælgbredde 10—12 cm. I Forhold hertil kræver 4 cm. Fælg en Forøgelse af Trækkraften af 11—28 $\%$. Saavel en Forøgelse som Formindskelse af Fælgbredden udover nævnte Grænser giver større Trækkraft.
- c) For Læsstørrelser over 900 kg. pr. Aksel synes Fælgbredden at burde være mindst 12 cm.
- d) Fælgbreddens Indflydelse vokser med aftagende Hjulradius, med andre Ord: En Formindskelse af Hjulradien kræver en Øgning af Fælgbredden.
- e) En Øgning af Belastningen kræver en Øgning af Fælgbredden.

Med Hensyn til Punkt a), b) og c) se Fig. 8 og 9.

2. *Sølet Grusbane:*

- a) Ved Læs fra 300—900 kg. pr. Aksel er den for Trækkraften heldigste Fælgbredde næsten uden Undtagelse 8—10 cm.; 8 cm. Fælg vil som Regel være at foretrække for de større Hjuldiametere (for Vogn Forhjul 70 cm., Baghjul 90 cm. og for Kjærre 90 cm.) og for Læs indtil 600 kg. pr. Aksel. Overstiges disse Læsstørrelser eller reduceres Hjuldiameteren udover de nævnte Minimalgrænser, vil 10 cm. Fælg være den bedste.

Herfra undtages dog det Tilfælde, at Solen er Klæbrig og har en middels Grad af Stivhed med et fastere Lag under. I dette Tilfælde vil nemlig en smalere Fælgbredde end 8 cm. være at foretrække.

Fast Grusbane.
Vogn med Fjære.
Hjuldiameter:
Forhjul 50 Cm.
Baghjul 50 "

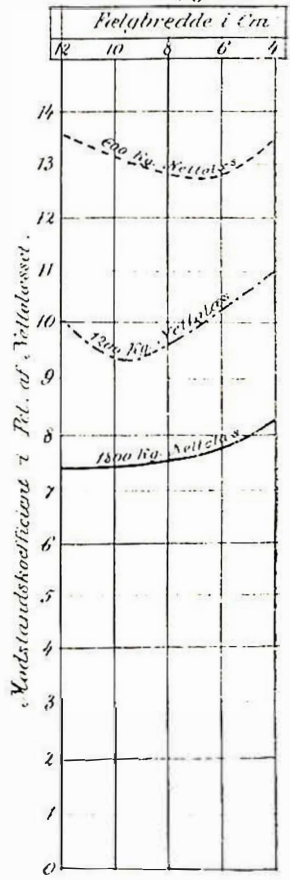


Fig. 8.

Fast Grusbane.
Kjærrer med Fjære.
Hjuldiameter:
70 Cm.

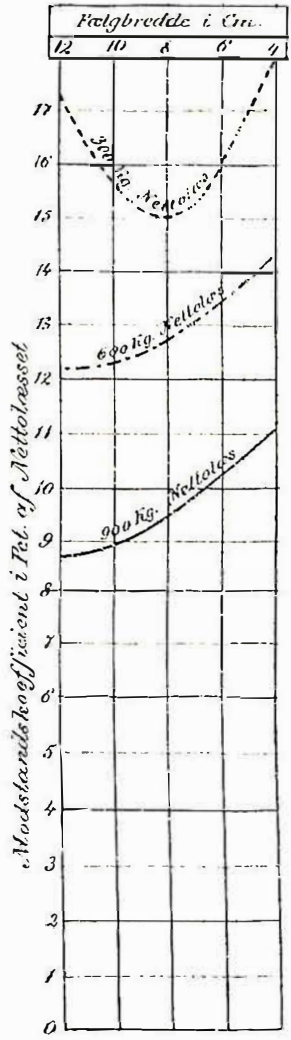


Fig. 9.

Sølet Grusbane
Kjærruden fjære
Hjuldiameter
= 50 Cm.

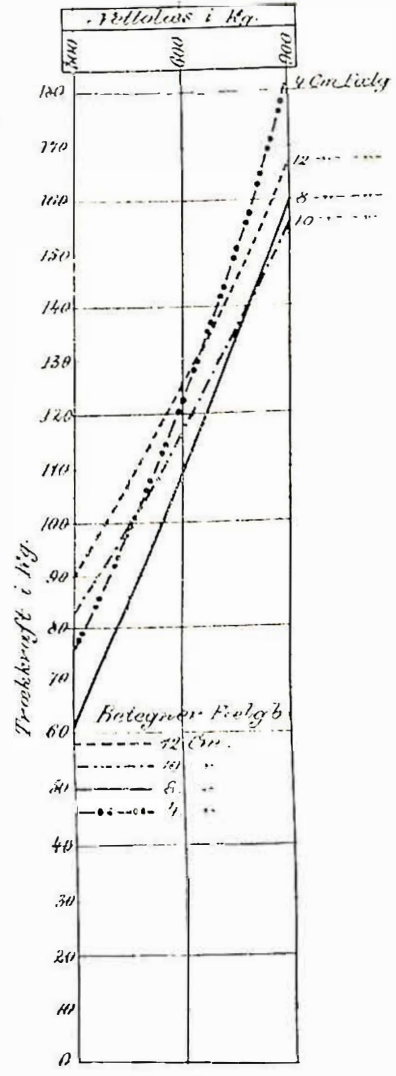


Fig. 10.

- b) Fælgbreddens Indflydelse vokser med aftagende Hjulradius.
- c) En Øgning af Belastningen kræver en Øgning af Fælgbredden, se Fig. 10.

3. God Pukstensbane:

- a) For alle Læsstørrelser indtil 1 200 kg. pr. Aksel har Fælgbredden ingen nævneværdig Indflydelse paa Trækkraften, naar Fælgbredden ikke overstiger 8—10 cm.

Tillægger man de smaa Differenser nogen Vægt, vil 8 cm. Fælg være at foretrække for lave og 4 cm. Fælg for høie Hjul.

- b) Fælgbreddens Indflydelse vokser med aftagende Hjulradius eller: Ved en Reduktion af Hjulradien maa Fælgbredden forøges.

Det bør dog bemerkes, at den benyttede Pukstensbane, var særlig god; den lignede den makadamiserede Del af Carl Johans Gade i Kristiania. De her fundne Resultater vil derfor gjælde kun for meget faa Landeveie i Norge. De almindelige Hovedveie med Pukstensbane har et tykt Lag med Grus, mere eller mindre slidt, samt oftest Hjulspor; disse Veibaner vil antagelig med Hensyn til Trækkraftforbrug mere nærme sig den ved disse Forsøg benyttede «faste Grusbane».

4. Fast Græsmark (dyrket):

- a) Paa fast, græsunden Mark vil en Fælgbredde af 8 cm. for Belastninger indtil 1 200 kg. og for Hjulhøider, der i Middel ikke er under 60—70 cm., altid være at foretrække.

2. Hjulradien.

Nogle af de vigtigste af tidligere ad praktisk og teoretisk Vei fundne Love for Hjulradiens Indflydelse er følgende:

1. *Ingeniør Corialis*. Modstandsarbeidet aftager med voksende Hjulhoide. Nøiagtig udtrykt fandt han, at Modstanden var omvendt proportional med $\sqrt[3]{R^2}$, hvor R er Hjulradien.
2. *General Morin*:
 - a) Modstanden er omvendt proportional med Hjulradien.
 - b) Slitagen paa Veien er desto større jo mindre Hjulene er.
 - c) Ved samme Belastning og Fælgbredde gjør høie Hjul mindre Skade end lave. (Morin antyder 1 m. som mindste Høide for Forhjulene).
3. *Ingeniør Dupuit*: Trækkraften er omvendt proportional med \sqrt{R} .

Som man ser, viser tidligere Undersøgelser, at Trækkraften aftager stærkt ved en Øgning af Hjulradien.

Ved Veidirektørens Forsøg over Hjulradiens Indflydelse, hvilke i det Følgende nærmere skal omtales, har man kun betragtet Hjulradiens Indflydelse paa den samlede Modstand, Tapfriktionen indbefattet, cfr. Side 15.

1. Fast Grusbane kfr. Fig. 11.

Det fremgaar af Resultaterne i sin Helhed, at Trækkraften aftager stærkt ved en Øgning af Hjulradien. Imidlertid varierer denne Aftagen

saavel for de forskjellige Fælgbredder som Belastninger, og det er derfor ikke mulig at opstille et almengyldigt Udtryk for Hjulradiens Indflydelse. For firhjulet Vogn paa omhandlede Bane aftager Trækraften gjennemsnitlig omtrent efter følgende Forhold:

For 600 kg. Nettolæs omvendt proportional med \sqrt{R}

» 1 200 « do. do. \sqrt{R}^2

» 1 800 » do. do. R

hvor R er midlere Hjulradius.

Den Besparelse, der opnaaes ved en Øgning af Hjulradien, bliver saaledes her forholdsvis større ved et stort end ved et lidet Læs. For Kjærre paa samme Bane er omhandlede Indflydelse mere konstant, samtidig som den opnaaede Besparelse ved lige Øgning af Hjulradien er noget større for Kjærre end for firhjulet Vogn. Ved Kjærre er saaledes her Trækraften for alle Belastninger tilnærmet omvendt proportional med Hjulradien R. Udtrykt i Tal er den opnaaede Besparelse i Trækraft ved en Øgning af Hjulhøiden af ca. 20 cm. i Gjennemsnit følgende:

4 hjulet Vogn (Følg 8 Cm) med Fjære. Hjuldiameter:
 ----- Følg 45 Cm., Følg 70 Cm.
 ----- " 70 " " 90 "

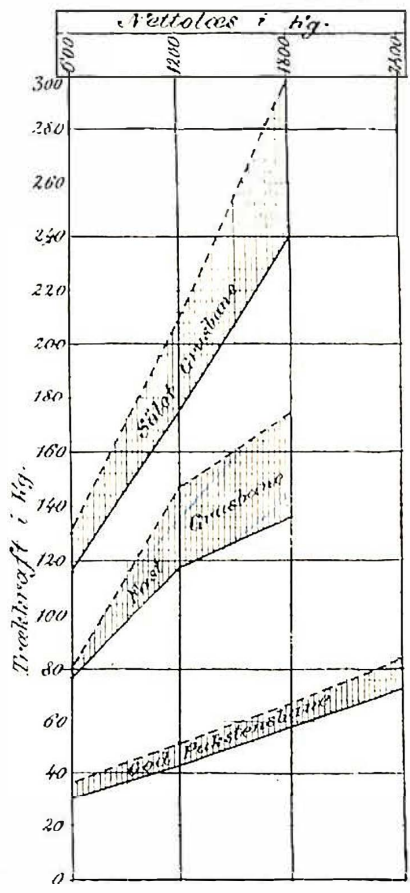


Fig. 11.

Tabel 6.

For firhjulet Vogn			For Kjærre		
Nettolæs i kg.			Nettolæs i kg.		
600	1 200	1 800	300	600	900
8.5 kg.	32 kg.	44.5—55 kg.	14 kg.	22—13 kg.	22 kg.
=	=	=	=	=	=
9.9 0/0	21.2 0/0	24.1-27.6 0/0	28.3 0/0	30-16.9 0/0	19.3 0/0

Den for samtlige disse Forsøg gjennemsnitlige Besparelse er saaledes ca. 20 0/0.

2. *Solet Grusbane*, kfr. Fig. 11.

Hjulradiens indflydelse varierer her inden de samme Grænseforhold som ved foregaaende Bane: Trækkraften er ved firhjulet Vogn og 600 kg. Nettolæs omvendt prop. med en Størrelse, der varierer

$$\text{fra } \sqrt{R} \text{ til } \sqrt[3]{R^2}$$

1 200 kg. Nettolæs omvendt prop. med en Størrelse, der varierer

$$\text{fra } \sqrt{R} \text{ til } \sqrt[3]{R^2}$$

1 800 kg. Nettolæs omvendt prop. med en Størrelse, der varierer

$$\text{fra } \sqrt[3]{R^2} \text{ til } R$$

I Middell skulde man herefter kunne antage Trækkraften omvendt prop. med $\sqrt[3]{R^2}$. Ved en Flerhed af nærværende Forsøg ser det ud som om den Besparelse, der opnaaes ved en Øgning af Hjulradien er større ved de smale end ved de brede Fælg, kfr. Rubr. 7 og 8, Pl. 3. Lignende Forhold viser Hjulradien ogsaa ved Forsøgene med Kjærre, kfr. Pl. 4, Rubrik 3 og 4, 9 og 10. For Kjærre er Trækkraften i Middell ogsaa omvendt proportional med \sqrt{R} , $\sqrt[3]{R^2}$ eller R .

Eksempelvis nævnes, at man paa denne Bane ved en Øgning af Hjulradien af 10 cm. for Nettolæs 1 800 kg. opnaaede en Besparelse i Trækkraft af ca. 60—80 kg. eller med andre Ord en Trækkraft, der tilsvarende den, en Hest ved en kontinuerlig Kjøring kan præstere.

3. *God Pukstensbane*.

Ved denne Bane viser Forsøgene over Hjulradiens Indflydelse, at Trækkraften temmelig nøiagtig aftager omvendt proportional med $\sqrt[3]{R^2}$ for firhjulet Vogn. For Kjærre finder man ved Sammenligning af de to Hjuldiametere 90 og 120 cm. ogsaa samme Lov. Ved Sammenligning af Hjuldiametere 70—90 cm. finder man derimod saagodtsom ingen Differencer. Dette skyldes formentlig de paa Side 8 omtalte Rystelser ved Dynamometret. Disse optræder nemlig langt heftigere ved de smaa end ved de store Hjul.

4. *Fast Græsmark* (dyrket).

Trækkraften er for disse Forsøgs vedkommende omvendt prop. med \sqrt{R} .

Efter det anførte kan Resultaterne af Forsøgene over Hjulradiens Indflydelse sammenfattes i følgende Sats:

Trækkraften er omvendt proportional med \sqrt{R} , $\sqrt[3]{R^2}$ eller R , hvor R er midlere Hjulradius. I Middell kan man vel sætte Trækkraften omvendt prop. med $\sqrt[3]{R^2}$.

Det fremgaar med Sikkerhed, at Hjulradien har en større Indflydelse paa Trækraften end Fælgbredden. Af de to Ulemper: Liden Hjulradius og smale Fælg er saaledes den førstnævnte den uheldigste for Trækraften. En Forøgelse af Hjulradien af 10 cm. er en for Hesten (Trækkr.) gunstigere Forbedring end en Forøgelse af Fælgbredden fra 4 til 8 à 10 cm.

3. Fjære.

Af tidligere foreliggende Erfaringer angaaende Vognfjærenes Indflydelse anføres efter:

1. *Ingeniørkaptein Corrèze og Marineingeniør Manès:*

Fjære formindsker Trækraften med $\frac{1}{3}$ til $\frac{1}{4}$ og er en Betingelse for, at Vognens Dødvægt bliver mindst mulig og Læssets Nettovægt størst mulig.

2. *Morin:*

- a) Ved blød, sammentrykkelig Mark har Fjære ingen Indflydelse paa Trækraften.
- b) Foregaar Bevægelsen i Skridt, er Indflydelsen selv ved faste, haarde Gader ubetydelig. Er derimod Hastigheden stor, frembyder Fjære en stor Besparelse i Trækraft.
- c) Kjøretoier *med* Fjære angriber Veidækket mindre end Kjøretoier *uden* Fjære.

De af Veidirektøren udførte Forsøg over Vognfjærenes Indflydelse paa Trækraften viser i den Udstrækning, de kan sammenlignes med Morins, Overensstemmelse med disse.

Paa en jevn, fast Grusbane ved smaa Læs og liden Kjørehastighed har Fjære ingen Indflydelse paa Trækraften (kfr. Pl. 1, Rubr. 3 til 6). For større Belastninger 600—900 kg. pr. Aksel vil derimod Fjære reducere den nødvendige Trækraft med indtil 5 pCt. Især er Indflydelsen paatagelig ved smaa Hjuldiametere, hvor de under Bevægelsen opstaaende Stød er heftigere end ved de store Hjul.

Et gunstigere Resultat viser Anvendelse af Fjære paa ujevne Veibaner: Sølet Grusbane og Pukstensbane.

Paa sølet Grusbane spares ved firhjulet Vogn:

For 600 kg. Læs 7—14 kg. eller 5—11 % af Trækraften uden Fjære
 » 1800 » » 13—49 » — 4,1—13,7 » - —»— —»—

Da de tilsvarende Forsøg for Kjærre udførtes, var Forholdene for Veibanens Vedkommende mere uensartet, idet Forsøgene *uden* Fjære blev udførte under gunstigere Omstændigheder end Forsøgene *med* Fjære. Tiltrods herfor viser dog Fjære ved 900 kg. Nettolæs gennemsnitlig nogen Besparelse.

Som det vil sees, giver Fjære den største Besparelse ved de smale Fælg og de smaa Hjuldiametere.

Endnu større bliver imidlertid Besparelsen paa en ru Pukstensbane, hvor Hjulene uopholdelig udsættes for Stød. Fjære udjevner Stødene: Omgjør disse til en Forøgelse af Hjultrykket. Medens selve Læsset og Vognens Overstel beholder sin Stilling i Forhold til Veibanen, bevæger Hjulene sig op og ned over de smaa Ujevnheder. Naar Fjære ikke anvendes, er det klart, at Læs og Overstel nøiagtig maa følge Hjulenes Bevægelse, og at de optrædende Rystelser derfor bliver langt større ved en stiv end ved en fjærende Vogn. Hertil kommer, at en Vogn, der gaar jevnt og stille er lettere at trække end en, der gaar ujevnt, da Rystelse af Kjøredskabet overføres gennem Draget paa Hestene. Fjære formindsker ikke alene Trækkraften, men sparer saaledes ogsaa Hestene paa anden Maade. Især er dette Tilfælde med Kjærrer, hvor Draget er fast forbundet med Overstellet.

Paa god Pukstensbane viser Forsøgene følgende Resultater af Fjærenes Indflydelse. Kfr. Tabel 7.

Tabel 7.

Besparelse i Trækkraft paa god Pukstensbane ved Anvendelse af Fjære.

Nettolæs i kg.	Besparelse i kg.	Besparelse i % af Trækkraften	
		D = 70 og 90 cm.	D = 45 og 70 cm.
1 200	1—6,5	4,2—12,5 %	0—6,5 %
	0—3,5		
1 800	5,5—11,5	8,7—17,4 %	9,3—18,7 %
	7—17		
2 400	10—22	12,2—24,7 %	15—18,1 %
	15—18,5		

Det fremgaar heraf, at Fjærenes Indflydelse vokser stærkt med tiltagende Belastning.

Paa Grund af de foran omhandlede Rystelser ved Dynamometret, hvilke som nævnt især er fremtrædende ved de lave Hjul, kan man af Resultaterne af Forsøgene over Fjæres Indflydelse for Kjærre paa Pukstensbane ikke trække nogen Slutninger.

Anderledes tydelig fremgaar imidlertid Fordelene ved Fjære ogsaa for Kjærrens vedkommende under Forsøgene med de 120 cm. høie Hjul.

Udregnes Besparselsen i pCt. som foran for Vogn, faaes for Nettolæs
 600 kg. en Besparelse = 4,1 % af Trækraften uden Fjære
 900 » — = 8,7 % —»— —»—
 1 200 » — = 18,1 % —»— —»—

Besparselsen ved Anvendelse af Fjære er nogenlunde proportional med Kvadratet af Nettolæssets Vægt.

I Henhold til det anførte tror man at kunne trække følgende Slutninger angaaende Fjærenes Indflydelse:

- a. Paa en jevn, fast Grusbane, (ved Anvendelse af store Hjuldiametere) og for Akselbelastninger under 600 kg. har Vognfjære ingen Indflydelse paa Trækraften. Oges Belastningen udover nævnte Grænse, giver Anvendelse af Fjære en Besparelse af indtil 5 % af Trækraften uden Fjære.
- b. Paa en ujevn, solet Grusbane giver Fjære en Besparelse i Trækraft for Akselbelastninger fra 300 kg. og opover af 4 til 14 % af Trækraften uden Fjære.
- c. Paa en knudret og lidt ujevn Pukstensbane giver Fjære en betydelig Besparelse i Trækraft. Denne Besparelse vokser stærkt med tiltagende Belastning.

Ved nærværende Forsøg er den gennemsnitlige Besparelse ved Akselbelastning: 600 kg. ca. 6 pct. af Trækraft uden Fjære
 » do. 1 200 » « 18 » - —»—

Ved de store Belastninger er derfor Anvendelse af Fjære ved denne Veibane en ligesaa heldig Forbedring af Kjøreredskabet som en øgning af Hjulradien af 10 cm.

4. Trækraftens Vinkel mod Veibanen.

Morins Forsøg over Træktaugenes Heldningsvinkel mod Veibanen gav følgende Resultater: Forsøgene, der anstilledes med en 16 Pund's Lavet, er sammenstillet i Tabel 8.

Tabel 8.

Trækraftens vinkel mod veibanen		Kraft i Træktaugenes Retning kg.	Tapfriktionen kg.	Rullende Friktion kg.
1°	35'	175.17	7.25	167.88
3°	35'	175.27	7.20	167.47
6°	30'	180.27	7.15	172.18
8°	30'	176.00	7.13	167.10
11°	—	176.75	7.10	167.00
13°	30'	163.90	7.07	149.25

Heraf sluttede Morin, at Trækraftens Heldningsvinkel mod Veibanen ingen Indflydelse har paa den rullende Modstand. Som det af Tabellen vil sees kan en lignende Slutning anføres for Trækraftens vedkommende, kfr. Side 27.

Anstiller man derimod en theoretisk Betragtning over nærværende Forhold, vil man finde, at den i Træktaugenes Retning nødvendige Trækraft bliver mindst mulig, naar Tangens til Træktaugenes Heldningsvinkel er lig vedkommende Kjørebanes Modstandskoefficient m. a. ().: Ved en god Veibane bør Heldningsvinkelen være meget liden, ved en daarlig Veibane derimod større.

Er Modstandskoeff. = 0.03 er heldigste Vinkel $\alpha = 1^{\circ} 43'$

» —» — = 0.20 — — — $\alpha = 11^{\circ} 20'$.

Rigtigheden af denne Sats indsees ved følgende Betragtning:

Betegner m Veiens Modstandskoeff., Q Vognens Bruttovægt og α Træktaugets Vinkel mod Veibanen samt K Trækraften, saa have:

$$(Q \div K \cdot \sin \alpha) m = K \cdot \cos \alpha$$

$$\text{hvoraf } K = \frac{Q m}{\cos \alpha + m \cdot \sin \alpha}$$

Tælleren $Q m$ er en bestemt Størrelse, hvorfor K bliver mindre, jo større Nævneren bliver. Vil man finde Nævnerens Maksimalværdi sættes dens Deriverede m. h. p. α lig Nul.

$$\frac{D}{D \alpha} (\cos \alpha + m \cdot \sin \alpha) = \div \sin \alpha + m \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\frac{D}{D \alpha} (\cos \alpha + m \cdot \sin \alpha) = \div \sin \alpha + m \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\text{tg } \alpha = m.$$

For at undersøge, om den fundne Værdi er en maks. eller min. Værdi, deriveres Nævneren nok engang og $\text{tg } \alpha = m$ indsættes:

$$\frac{D^2}{D \alpha^2} (\cos \alpha + m \sin \alpha) = \div \cos \alpha \div m \sin \alpha = \div (\cos \alpha \div \text{tg } \alpha \cdot \sin \alpha)$$

Den anden deriverte er negativ, folgelig er $\text{tg } \alpha = m$ den Værdi for Træktaugvinkelen, der gjør Trækraften mindst mulig.

Betegnes den Vinkel, hvis Tangens er lig Modstandskoeff. med α_0 faaes:

$$K = \frac{Q \text{tg } \alpha_0}{\cos \alpha_0 + \text{tg} \alpha_0 \sin \alpha_0} = Q \sin \alpha_0 = Q \frac{m}{\sqrt{1 + m^2}}$$

Med tilstrækkelig Noiagtighed erholdes efter Rækkeudvikling:

$$K = Q m (1 \div \frac{1}{2} m^2)$$

Differensen mellem Trækraften, naar Træktaugets Vinkel er α og naar samme Vinkel er α_0 :

$$\text{Diff.} = \frac{Q \cdot m}{\cos \alpha + m \cdot \sin \alpha} \div Q \cdot m (1 \div \frac{1}{2} m^2)$$

Eksempel 1: Er Modstandskoeff. 0.04 svarer hertil den heldigste Vinkel $\alpha = 2^{\circ} 20'$. Øges denne Vinkel til 15° , maa Trækraften for et 1200 kg.s Læs øges med ca. 1.2 kg. eller omtrent 2.5 pCt.

Eksempel 2. Er Modstandskoeff. 0.1 bliver den tilsvarende gunstigste Vinkel ca. $5^{\circ} 5'$. Ved en Vinkel af 15° faaes Trækraftforøgelse ca. 1 kg. eller omtrent 0.83 pCt.

Som man ser, spiller altsaa Træktaugenes Vinkel en ubetydelig Rolle.

Som det vil sees af Tegningerne Fig. 1 og 2 Side 3 og 4, er der ved de anvendte Provevogne Anledning til at forandre Træktaugenes Vinkel mod Veibanen. Specielle Forsøg herover blev dog ikke anstillet, idet man i Overensstemmelse med Morins Forsøg antog, at en Variation af omhandlede Heldningsvinkel inden de i ovenstaaende Tabel anførte Grænser ingen nævneværdig Indflydelse havde paa Trækraften.

C. Stigningers Indflydelse.

En almindelig Indvending mod brede Fælg og høie Hjul er, at vedkommende Vogns Vægt derved øges, og at man da særlig i Stigninger faar forøget Trækraft. Specielt indvendes dette fra Landmænd, der maa kjøre paa bakkede Gaardsveie og paa Marken. Paa Grundlag af de fundne Modstandskoefficienter skal i det efterfølgende søges udredet, hvor stor Berettigelse nævnte Indvending har.

De ved nærværende Forsøg anvendte Provevogne veiede:

Overstel for 4-hjulet Provevogn 330 kg.

— » Provekjærre 180 »

Lægges hertil de i Tabel 1, Side 5 angivne Hjulvægter, kommer man til følgende Bruttovægter:

Tabel 9.

Fælgbredde i cm.	Vægt af 4-hjulet Vogn i kg.			Vægt af Kjærre i kg.		
	Hjuldiameter i cm.			Hjuldiameter i cm.		
	1) Forhjul. — 2) Baghjul.					
	1) 90	70	45	120	90	70
	2) 120	90	70			
4	—	413	394,4	—	226	217
8	519,8	471,8	436	291	258,8	243
10	—	491	448,4	—	270	251
12	—	544	484	—	300	274

Det bemærkes, at disse Vægter er ca. 50 pCt. større end de i Tabellen Side 48 og 49 anførte for Kjøreredskaber her i Landet. Aarsagen hertil er, at man for at opnaa paatagelige Differenser mellem de forskellige Forsøg blev nødt til at benytte store læs — optil 1200 kg. pr. Aksel —, og da der ikke var Anledning til at anskaffe mere end én Vogn og én Kjærre, maatte disse gjøres stærke nok for den nævnte store Vægt. Bare Fjærene veier saaledes mellem 50—60 kg. pr. Par.

Eksempelvis efterregnes, hvilken Indflydelse omhandlede Vægtdifferens har i Stigninger for firhjulet Vogn med 4 cm. Fælg og 45—70 cm. Hjul diameter kontra firhjulet Vogn med 8 cm. Fælg og 70—90 cm. Hjul diameter, samt for Kjærre med 4 og 8 cm. Fælg og henholdsvis 70 og 90 cm. Hjul diameter.

Forudsættes Vognvægten at fordele sig lige paa Forhjul og Baghjul, kan man anstille følgende almenlydige Beregning, se Fig. 12. Er:

$Q_1 =$ Vægt af den lettere Vogn (4 cm. Fælg, Hjul diameter 45—70 cm.).

$Q_2 =$ » - » tungere » (8 » » —»— 70—90 cm.).

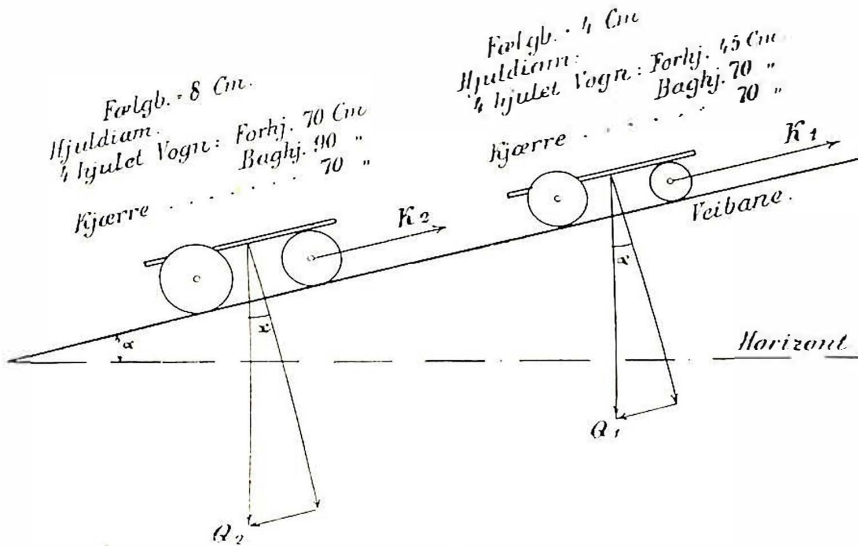


Fig. 12.

K_1 og K_2 , de respektive Trækkrefter i Stigning,
 $m_1 - m_2$, —»— Modstandskoefficienter,
 fundne ved Forsøg paa horizontal Bane.

$\alpha =$ Veibanens Heldningsvinkel mod Horizontalen,

saa faar man efter Fig. 12:

$$K_1 = Q_1 \sin \alpha + Q_1 m_1 \cos \alpha \quad (4)$$

$$K_2 = Q_2 \sin \alpha + Q_2 m_2 \cos \alpha \quad (5)$$

Hestens egen Vægt bringes ikke ind i Regningen, uagtet den ogsaa øger Hestens Arbejde op Stigninger. Denne Forøgelse bliver dog den samme ved en let som ved en tung Vogn.

Da α her altid er en meget liden Vinkel, kan man sætte:

$$\sin \alpha = \text{Tg } \alpha \text{ og}$$

$$\cos \alpha = 1.$$

og man faar:

$$K_1 = Q_1 m_2 \div Q_1 \operatorname{tg} \alpha.$$

$$K_2 = Q_2 m_2 \div Q_2 \operatorname{tg} \alpha.$$

hvor $Q_1 m_1$ og $Q_2 m_2$ er de tilsvarende Trækkrafter paa horizontal Bane $Q_1 \operatorname{tg} \alpha$ og $Q_2 \operatorname{tg} \alpha$ er Stigningernes Indflydelse.

Vil man søge den Stigning for hvilken Trækkrafterne for de to Vogne er lige, kan man i de to ovenfor anførte Ligninger 4 og 5 sætte:

$$K_1 = K_2$$

og man faar:

$$Q (\sin \alpha \div m_1 \cos \alpha) = Q_2 (\sin \alpha \div m_2 \cos \alpha)$$

heraf faaes:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Q_1 m_1 \div Q_2 m_2}{Q_2 \div Q_1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{Trækkraftsdifferens (paa horizontal Bane)}}{\text{Vægtforskellen (mell. Vognvægterne)}}$$

Udregnes Værdierne af K_1 og K_2 for de to nævnte Vogne faaes nedenstaaende Sammenstillinger.

I Tabellernes sidste Linie er angivet den Stigning ($\operatorname{tg} \alpha$), for hvilken Trækkrafterne for de to Vogne er lige:

Tabel 10.

Fast Grusbane, 4-hjulet Vogn.

Trækkraft i kg. for Læsvægterne.

Nettolæs i kg.		600		1 200		1 800	
Bruttolæs i kg.		994	1 072	1 594	1 672	2 194	2 272
Følgebredde i cm.		4	8	4	8	4	8
Hjuldiam. i cm.	Forhj.	45	70	45	70	45	70
	Baghj.	70	90	70	90	70	90
		$K_1 =$	$K_2 =$	$K_1 =$	$K_2 =$	$K_1 =$	$K_2 =$
Stigning 1 paa	∞	86	77	166	119	214	135
	30	119,0	113	219	175	287	211
	20	136	131	246	203	324	249
	15	152	149	272	231	360	287
	10	185	184	325	286	433	362
	8	210	211	365	328	488	419
Stigning, for hvilken $K_1 = K_2$.		ca. 1 : 9		ca. 1 : 2		ca. 1 : 1	

Tabel 11.

Fast Grusbane, Kjørre.
Trækraft i kg. for Læsvægterne.

Nettolæs i kg.		300		600		900	
Bruttolæs i kg.		517	559	817	859	1 117	1 159
Fælgbredde i cm.		4	8	4	8	4	8
Hjuldiam. i cm.		70	90	70	90	70	90
		$K_1 =$	$K_2 =$	$K_1 =$	$K_2 =$	$K_1 =$	$K_2 =$
Stigning 1 paa	∞	54	34	86	54	100	80
	30	71	53	113	83	137	119
	20	80	62	127	97	156	138
	15	86	71	151	112	175	157
	10	106	90	168	140	112	196
	8	119	104	188	161	240	225
Stigning, for hvilken $K_1 = K_2$.		ca. 1 : 2		ca. 1 : 2		ca. 1 : 2	

Tabel 12.

Sølet Grusbane, 4-hjulet Vogn.
Trækraft i kg. for Læsvægterne.

Nettolæs i kg.		600		1 200		1 800	
Bruttolæs i kg.		954	1 072	1 594	1 672	2 194	2 272
Fælgbredde i cm.		4	8	4	8	4	8
Hjuldiam. i cm.	Forhj.	45	70	45	70	45	70
	Baghj.	70	90	70	90	70	90
		$K_1 =$	$K_2 =$	$K_1 =$	$K_2 =$	$K_1 =$	$K_2 =$
Stigning 1 paa	∞	133	116	229	174	309	241
	30	166	151	282	230	382	316
	20	183	169	309	258	419	355
	15	199	187	335	286	455	393
	10	232	223	388	341	528	468
	8	259	250	428	383	583	525
Stigning for hvilken $K_1 = K_2$		ca. 1 : 5		ca. 1 : 2		ca. 1 : 1	

Tabel 13.

Sølet Grusbane, Kjærre.
Trækraft i kg. for Læsvægterne.

Nettolæs i kg.		300		600		900	
Bruttolæs i kg.		517	559	817	859	1 117	1 159
Fælgbredde i cm.		4	8	4	8	4	8
Hjuldiam. i cm.		70	90	70	90	70	90
		K ₁ =	K ₂ =	K ₁ =	K ₂ =	K ₁ =	K ₂ =
Stigning 1 paa	∞	94	61	130	109	200	160
	30	111	80	157	138	237	199
	20	120	89	171	152	260	218
	15	129	98	185	167	275	238
	10	146	117	212	195	312	276
	8	159	131	232	216	340	305
Stigning for hvilken K ₁ = K ₂		ca. 1 : 2		ca. 1 : 2		ca. 1 : 2	

Tabel 14.

God Pukstensbane, 4-hjulet Vogn.
Trækraft i kg. for Læsvægterne.

Nettolæs i kg.		600		1 200		1 800		2 400	
Bruttolæs i kg.		994	1 072	1 594	1 672	2 194	2 272	2 794	2 872
Fælgbredde i cm.		4	8	4	8	4	8	4	8
Hjuldiam. i cm.	Forhjul	45	70	45	70	45	70	45	70
	Baghjul	70	90	70	90	70	90	70	90
		K ₁ =	K ₂ =	K ₁ =	K ₂ =	K ₁ =	K ₂ =	K ₁ =	K ₂ =
Stigning 1 paa	∞	39	30	54	42	69	58	85	72
	30	72	66	107	98	142	133	178	167
	20	88	84	134	126	178	171	225	216
	15	105	102	160	154	215	209	271	264
	10	138	137	213	209	288	285	364	359
	8	163	164	253	251	343	342	434	431
Stigning for hvilken K ₁ = K ₂		ca. 1 : 9		ca. 1 : 7		ca. 1 : 7		ca. 1 : 6	

Som det vil fremgaa af disse Tal saavel som af de i Tabellerne anførte Trækkræfter ved forskellige Stigninger vil en Vogn med 8 cm. Fælg og høie Hjul praktisk talt aldrig kræve saa stor Trækraft som samme Vogn med 4 cm. Fælg og lave Hjul.

Af nævnte Tabeller fremgaar forøvrigt, at Stigningernes Indflydelse er forholdsvis større ved et godt end ved et daarligt Veidække. Ved fast Grusbane er Trækraften ved en Stigning af 1:8 ca. $2\frac{1}{2}$ —3 Gange saa stor som paa Horizontalen. Paa god Pukstensbane ved Stigning af 1:8 er Trækraften 4—6 Gange saa stor som paa Horizontalen.

Omendskjønt der saavidt vides ikke har været reist nogen Indvending fra sagkyndigt Hold mod den foran benyttede Beregningsmaade, har Veidirektøren dog troet det ønskeligt til Kontrol at anstille nogle enkelte Maalinger over Trækraftsforbruget i Stigninger.

Nogle Forsøg udførtes derfor i Slutten af April 1904 paa en Bygdevei i Aker. Veien er vistnok bygget som Grusvei, men vedligeholdes nu med Puk og Grus. Der kørtes kun med et midlere Nettolæs paa 1 138 kg. og med de to Fælgbredder 4 og 8 cm., medens man derimod prøvede alle Hjulholder.

Resultaterne er angivne i Tabel 15 og viser, at den anførte Beregningsmaade maa kunne betragtes som fuldt paalidelig:

Tabel 15.

Bane af Puk og Grus.

Nettolæs 1 138 kg.

Trækraft i kg. for Læsvægter.

Bruttolæs i kg.		1 538		1 610		1 658	
Fælgbredde i cm.		4		8		8	
Hjuldiam. i cm.	Forhj.	45		70		90	
	Baghj.	70		90		120	
		Maalt ved Forsøg	Beregnet	Maalt ved Forsøg	Beregnet	Maalt ved Forsøg	Beregnet
Stigning 1 paa	∞	122	—	92	—	87	—
	86	142	140	109	111	106	106
	17.7	208	208	187	183	183	181
	10.4	265	269	250	247	245	246
÷ 86		101	103	75	73	68	68

Som det sees er største Differens mellem maalte og beregnede Trækkræfter kun (4 kg.) ca. 2 pCt., hvilket i Betragtning af forskellige Unøiagtigheder, der kan have indsneget sig under Maaling og Beregning ikke kan tillægges nogen Betydning.

IV. Resume.

De udenlandske Forsøg, hvis Hovedresultater foran er angivet, fastslaar, at *Anvendelse af brede Fælg og høie Hjul ikke alene sparer Veibanen og letter Vedligeholdet*; men ogsaa tillader en fuldstændigere Udnyttelse af Trækraften, saa at man altsaa under ellers lige Forhold kan transportere større Læs.

De af Veidirektøren anstillede Forsøg viser i store Træk det samme. Vistnok er ifølge disse Forskjellen i Trækraft ved Benyttelse af 4, 8 eller 10 cm. Fælg i de aller fleste Tilfælder ikke særdeles stor. Gjennemgaaende er dog Resultatet gunstigst for de bredere Fælg; paa Grusbane er endog Kraftforbruget betydelig mindre for 8 cm. Fælg end for 4 cm. Sidstnævnte mindste Fælgbredde er kun i et enkelt Tilfælde fordelagtig for Trækraften, nemlig paa sølet Bane med fast Underlag. Sølen maa da være saa stiv og klæbrig, at den hænger sig fast til de brede Hjul, medens de smale skjærer igjennem og ned paa det faste Underlag. I Praksis vil dette Forhold nærmest findes ved slet vedligeholdte Veie, hvor der ovenpaa det faste Stenunderlag har dannet sig et tykt Lag af Gjødsel og Søle — eventuelt Støv. Med andre Ord, naar Veien befinder sig i en Tilstand, som man bør — og ved et nogenlunde godt Vedligehold kan — undgaa.

Paa enkelte Markveie kan det vel ogsaa tænkes, at den smale Fælg vil gaa lettere; men som oftest har saadanne Veie intet fast Underlag, og da vil de brede Fælg som Regel blive at foretrække.

Dette fremgaar klart af de danske Forsøg, se Side 17. De amerikanske Forsøg peger ogsaa i samme Retning.

Selv i de Undtagelsestilfælder, hvor Fordelen er paa den smale Fælgs Side, er dog Trækraftstabet ved Anvendelse af en bredere Fælg, f. Eks. 8 cm., meget ubetydeligt.

Hvad nu Veiens *Vedligehold* angaar, saa vil det være indlysende for enhver, at jo mindre Kjøretøiet — og da særlig Hjulene — skader Veibanen, desto lettere og billigere falder Vedligeholdet.

Det er da selvsagt, at med samme Læsvægt bliver Trykket — og dermed ogsaa Slitagen — paa Veibanen større ved et smalt end ved et bredt Hjul. Dette Forhold forværres, jo svagere Veidækket er. At saa er Tilfældet, fremgik ogsaa med Tydelighed af Forsøgene. Særlig under Kjøringen paa Grusbane blev denne mere og mindre oprevet af de smale Fælg, medens de brede Hjul valsede Banen glat. De smale Fælg gjorde altsaa en betydelig Skade, som atter maatte udbedres af de brede Hjul. At disse sidste herved krævede noget større Trækkraft, end hvad der vilde have været Tilfældet, om kun brede Fælg var blevet benyttet, er klart. Se herom nærmere Side 11.

Dette Forhold er desværre altfor ofte tilstede paa vore Landeveie, hvor dybe Hjulspor er en almindelig Foreteelse, og de brede Fælg vil altid arbeide under uheldige Vilkaar, saa længe smale Fælg tillades anvendt.

Som man kunde have ventet, viser Forsøgene, at *Hjulhøiden* har en overmaade stor Indflydelse paa Trækkraften. De høie Hjul er de lave absolut overlegne, og Besparselsen i Trækkraft er gjennemgaaende ganske væsentlig tilrods for den større Bruttovægt.

Da disse Forsøgs Hovedformaal egentlig var at studere Fælgbreddens Indflydelse, er Undersøgelserne angaaende Hjulhøiden ikke blevet saa omfattende, som ønskelig kunde være. Under de regulære Forsøg blev der saaledes ikke anvendt høiere Hjul end 90 cm. Først senere blev der anstillet nogle enkelte Undersøgelser med 120 cm. høie Hjul, hvilke Forsøg end yderligere bekræfter de høie Hjuls Overlegenhed.

Efter de Iagttagelser, man har havt Anledning til at anstille, maa det formodes, at den for vore Forholde gunstigste Hjulhøide i de fleste Tilfælde ligger over 90 cm. For *Vedligeholdet* er ogsaa høie Hjul heldigere end lave. De høie Hjul gjør mindst Skade paa Veibanen, hvilket i og for sig er naturligt, da Berøringsfladen mellem Hjul og Veibane bliver større og Trykket pr. Kvadratenhed saaledes mindre. Under Forsøgene kom dette specielt frem ved Kjøring paa Grusbane. De lave Hjul grov Veibanen op, medens de høie Hjul ingen væsentlig Skade bevirkede.

Man kan heraf drage den Slutning, at det er *berettiget til en vis Grad at gjøre Fælgbreddebestemmelserne afhængig af Hjulhøiden* saaledes, at man altsaa ved Forøgelse af Hjulhøiden kan tillade nogen Reduktion i Fælgbredden.

Af Forsøgene fremgaar, at *Fjære formindsker Trækkraften*, dog uvæsentlig for smaa Læs paa Grusbane, men derimod betydelig for store Læs i det hele taget og for alle Læs paa haard, knudret Bane.

Man kunde under Forsøgene ikke mærke, at Læs uden Fjære skadede Veibanen mere end Læs med Fjære. Omendskjønt der efter saa kortvarig Kjøring ikke kan drages nogen bestemt Slutning, er man tilbøielig til at antage, at Fjæres heldige Indflydelse paa Veibanen har været overvurderet for almindelige Landeveie. For makadamiserede og brolagte Gader antages Fjærenes Betydning i denne Henseende dog at være større.

At Fjære ogsaa er heldig for Hesten og Kjøreredskabet fremgik med Tydelighed under alle Forsøg. I det hele taget kan Anvendelse af Fjære selvfølgelig kun betragtes som en heldig Foranstaltning.

Mod hvad der foran er anført om brede Fælg og høie Hjul, kan indvendes, at Forsøgene er anstillet paa *horizontal Bane*, og at Resultaterne derfor ikke uden videre kan overføres paa vore tildels meget bakkede Landeveie.

En enkel Beregning viser, hvilken Indflydelse den forøgede Hjulvægt paa Grund af Hjulenes større Høide og Bredde udøver i Stigninger. Som det fremgaar af Tabellerne 10—14 Side 31—33, kræver de større Hjul en mindre Trækkraft under saagodtsom alle Stigningsforholde, hvorom der i Praksis kan blive Tale. At dette ikke blot er en theoretisk Paastand, viser de Forsøg, som senere blev anstillet til nærmere Undersøgelse af dette Spørsmaal. Resultaterne findes sammenstillet i Tabel 15 Side 34. Det vil heraf sees, at de største og tyngste Hjul, der tilsammen veier ca. 120 kg. mere end de mindste, dog kræver en betragtelig mindre Trækkraft ogsaa i Stigninger. Saaledes medgik der paa den stærkeste Stigning — ca. 1 : 10 — hvorpaa Forsøg udførtes, 20 kg. mindre Trækkraft for en Vogn med 8 cm. brede og 90—120 cm. høie Hjul end for samme Vogn med 4 cm. brede og 45—70 cm. høie Hjul, hvilket, som det vil sees, stemmer med den theoretiske Beregning.

Erfaring fra Udlandet viser ogsaa, at man der anser høie og brede Hjul fordelagtige selv i Stigninger. Som bekjendt er jo Veiene i Schweiz, Sydtyskland, Frankrig, Belgien og ogsaa i andre Lande tildels meget bakkede. Stigninger af 1 : 15 forekommer meget hyppig, og i mange Distrikter finder man selv paa Hovedveie meget stærkere Stigninger.

Paa disse Veie anvendes dog regelmæssig 1,5 m. høie Hjul med ca. 10 cm. Fælgbredde, og de Læs, som kjøres, er meget betydelige.

Hvad der i det Foranstaaende er anført, er med Hensyn til alle Hovedpunkter kjendt af dem, der tidligere har studeret disse Forhold. De Kjendsgjerninger, man har pegt paa, har ogsaa ofte været fremholdt fra sagkyndigt Hold, men uden synderlig Virkning. Udover Landet hersker vistnok fremdeles en almindelig udbredt Opinion mod Indførelse af brede Fælg og høie Hjul.

Aarsagen hertil er ikke blot at søge i Konservatisme og Vedhængen ved det gamle. Modstanden skyldes først og fremst afgjort Mistillid til de Fordele, man har villet tillægge de brede og høje Hjul.

At overvinde denne Modstand, som mange Steder er haardnakket og seig, er en Sag af vidtrækkende nationaløkonomisk Betydning.

I det Offentliges Interesse er det jo magtpaaliggende, at der benyttes Kjøretøier, som gjør mindst mulig Skade paa Veibanen, og at søge indført betryggende Bestemmelser, hvorved i hvert Fald vore nye og gode Veie kan beskyttes mod en for tidlig Ødelæggelse.

Paa den anden Side har Spørsmaalet om Kjøretøiets Konstruktion selvfølgelig ogsaa den største Interesse for de Trafikerende. Men for disse vil andre Faktorer træde i Forgrunden, og da særlig *Trækraftforbruget og Omkostninger ved Anskaffelse og Vedligehold af Kjøreredskaberne.*

Nu peger saavel Theori som praktiske Forsøg med stor Bestemthed og Samstemmighed paa de *brede og høje Hjul som Midlet, hvorved saavel det Offentliges som de Trafikerendes Interesser rammes.* Der burde da ikke længer kunne reises Modstand mod en Reform, som utvilsomt maa ansees fordelagtig for alle Parter.

For bedre at kunne anskueliggjøre, hvilken Indflydelse Kjøretøiets Beskaffenhed har paa Trækraften, hidsættes et Par grafiske Figurer No. 13 og 14, Side 40 og 41 der viser det maalte Kraftforbrug paa Grusbane og Pukstensvei saavel for Kjærre som for firhjulet Vogn.

Kurverne viser, at de brede og høje Hjul er overlegne, samt at Fordelen stiger betydelig ved voksende Læsvægter; særlig er dette Tilfældet ved Grusbane.

Videre vil det sees, at der ikke er nogen væsentlig Forskjel i Trækraft ved Brug af Kjærre eller firhjulet Vogn. Da Kjærrens egen Vægt er noget mindre end Vognens, skulde man altsaa med Kjærre og 1 Hest kunne transportere noget mere end med firhjulet Vogn med samme Fælgbredde og Hjulhøide, naar ogsaa her kun 1 Hest benyttes. Hjulhøiden kan imidlertid gjøres betydelig større ved Kjærre end ved firhjulet Vogn. Derved vil Modstanden formindskes, og Læsvægten tilsvarende kunne forøges. Læstransport med Kjærre — NB. med høje Hjul — skulde derfor synes meget anbefalelsesværdig, naar det ikke dreier sig om Transport af større Vægter, end en Hest kan klare.

Trækraftskurverne viser imidlertid, hvor fordelagtigt det er at anvende 2 Heste istedetfor 1, idet man med tospændt Kjøretøi kan transportere mere end det dobbelte af, hvad en Hest kan trække, medens kun en Mand tiltrænges.

Rundt om i vort Land findes en Mængde Personer, hvis vigtigste Livserhverv er Læskjørsel paa Landeveie. Selv disse Folk transporterer som Regel kun pr. 1 Mand og 1 Hest mellem 600—800 kg. Ved at anvende bedre Vogne og 2 Heste kan den samme Mand fragte ialfald det dobbelte og vistnok ogsaa noget mere. At herved kan spares ikke saa lidet, er selvsagt.

Det maa imidlertid i denne Forbindelse nævnes, at flere af vore Landeveie med indskrænket Veibredde neppe er egnet for Trafik med tospændte Kjøretøier. Et tospændt Kjøretøi vil nemlig i Regelen trænge en Bredde af 1.60 à 1.80 m., og der vil, for at to saadanne Vogne skal kunne komme forbi hinanden, fordres en Veibredde af antagelig ca. 4.0 m.

Tospændte Læsvogne antages med Hensyn til Bredden at kunne sammenlignes med tospændte Person-Kjøretøier og Motorvogne.

Overalt, hvor Veiens Bredde tillader det, vil tospændte Læsvogne utvilsomt være at anbefale ikke alene for de Trafikerende, men ogsaa af Hensyn til Vedligeholdet, idet Veibanen vistnok vil slides jævner med to Heste end med en.

Man maa imidlertid paa den anden Side ogsaa være opmærksom paa, at Trækdyrenes effektive Arbeide aftager med Antallet.

Efter Bokelberger reduceres hver enkelt Hest's nyttige Arbeide under ellers lige Omstændigheder efter følgende Forhold:

Sættes den til Kjøretøiet overførte Trækkraft for enspændt Vogn til 100 %			
faaes ved 2-spændt Vogn kun	.	.	196 »
— 3 »	.	.	261 »
— 4 »	.	.	320 »

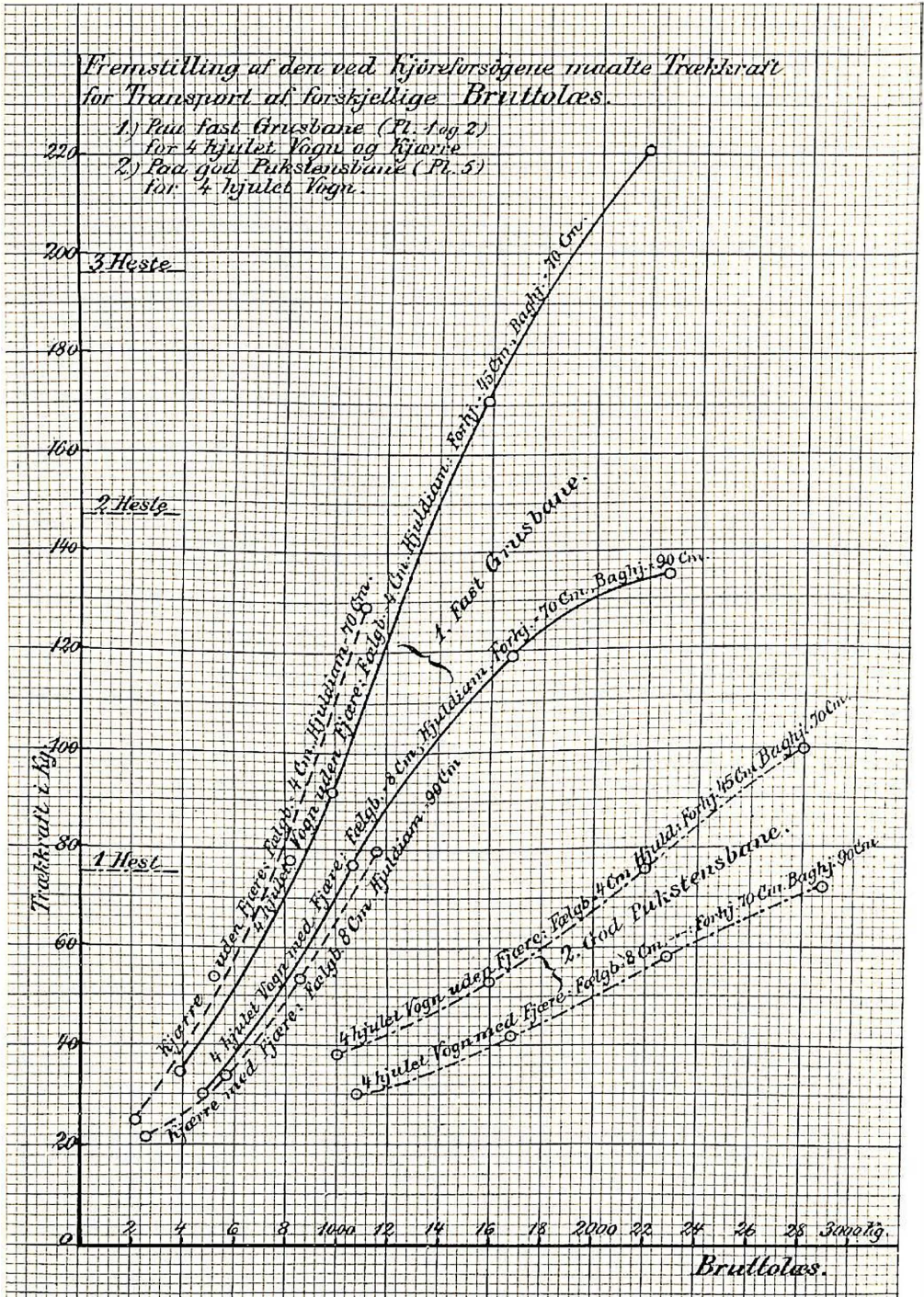


Fig. 13.

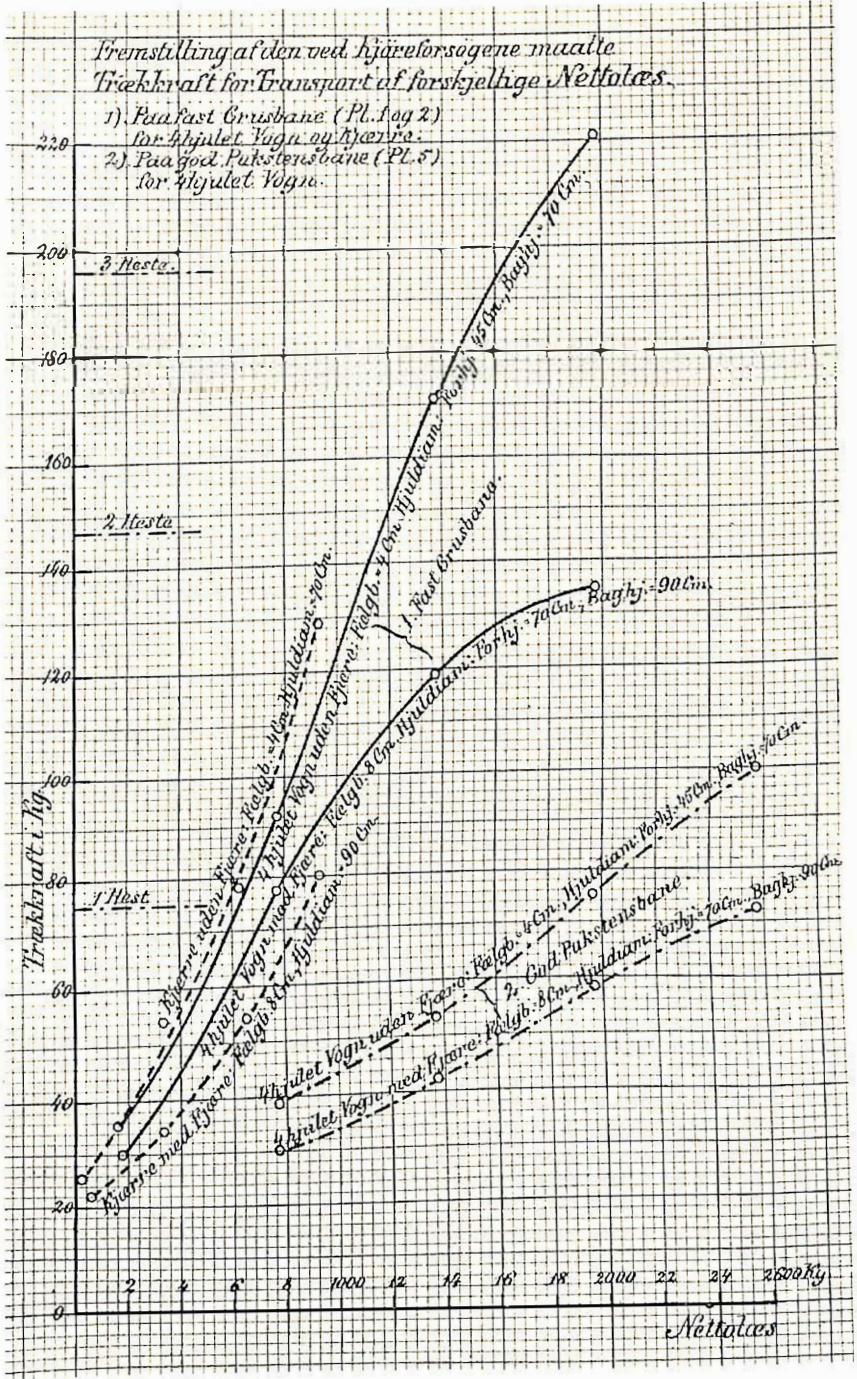


Fig. 14.

Som foran berørt, maa selvfølgelig Omkostningerne med Anskaffelse af høiere og bredere Hjul tages med i Betragtning. For mange har vistnok denne Side af Sagen ogsaa bestemmende Indflydelse paa deres Stilling til de her omhandlede Spørgsmaal.

At større Hjul bliver noget kostbarere at anskaffe, er jo rimelig; men Prisdifferensen er dog ikke saa betydelig, som mange kanske tror.

Dette vil fremgaa af nedenstaaende Tabel No. 16, der angiver Priser og Vegter paa Hjul af forskellige Dimensioner leveret fra en større Fabrik i Nærheden af Kristiania.

Tabel 16.

Vegter og Priser for Hjul med 1.3 cm. ($\frac{1}{2}$ ") Beslag.

Hjulhøide.		Fælgbredde.							
		1) 10.4 cm. (4'')		2) 8 cm. (3'')		3) 6.5 cm. (2 $\frac{1}{2}$ '')		4) 5 cm. (2'')	
Cm.	Tommer.	Vegt pr. Par i kg.	Pris pr. Par i Kr.	Vegt pr. Par i kg.	Pris pr. Par i Kr.	Vegt pr. Par i kg.	Pris pr. Par i Kr.	Vegt pr. Par i kg.	Pris pr. Par i Kr.
125.3	48	—	55.00	—	37.50	—	34.00	—	32.50
114.8	44	—	49.50	—	35.50	—	32.50	—	31.00
104.5	40	117	44.00	78	34.00	69	31.50	60	30.00
94.2	36	—	39.50	72	32.50	59	30.50	52	29.00
89.8	34	—	38.50	68	32.00	57	30.00	48	28.50
83.7	32	—	37.50	62	31.00	55	29.50	47	28.00
78.5	30	—	36.50	59	30.00	50	28.50	41	27.50
70.7	27	—	35.00	52	28.50	47	27.00	33	26.00
65.5	25	72	33.00	48	27.50	44	26.00	30	25.00
47.1	18	—	27.50	32	22.50	30	21.00	27	20.00

Skulde man fra Trafikanternes Synspunkt seet efter det Foreliggende give nogen Veiledning med Hensyn til en hensigtsmæssig og økonomisk Konstruktion af Læskjoretøier for almindelig Landeveiskørsel, kan følgende udtales:

1. Fælgbredden bør for Læskørsel aldrig være mindre end 8 cm.; for tyngre Læs (regnet pr. Aksel) mindst 10 cm. og for meget store Læs op til 12 cm., men neppe mere.

1) $\frac{1}{2}$ " Beslag.

2) $\frac{3}{8}$ " do.

2. Hjulhøiden bør være betydelig større end nu almindelig. For smaa Læs (regnet pr. Aksel) mindst 1,0 m. og for større Vægter mindst 1,20 m., i mange Tilfælder antagelig mere. En mindre Reduktion af Hjulhøiden kan foretages, naar Fjære benyttes.
3. Fjære bør anvendes særlig ved haard Veibane og frem for alt ved store Læs (regnet pr. Aksel).

Omendskjønt Studiet af Veibanens Forhold ligger udenfor Forsøgenes Ramme, vil man ikke undlade at pege paa den store Indflydelse, Kjørebansens Beskaffenhed har paa Trækraftsforbruget. Dette fremgaar med Tydelighed af Plancherne 1—7; men kan yderligere illustreres med hosstaaende grafiske Figur No. 15. Som det vil sees, kan paa god Pukstensbane transporteres 2400 kg. Nettolæs med betydelig mindre Trækraft, end der paa fast Grusbane kræves til Transport af 600 kg.

Til Transport af 1800 kg. Nettolæs kræves:

paa god Pukstensbane	ca.	56	kg.
» fast Grusbane	»	134	«
» sølet Do.	»	236	«

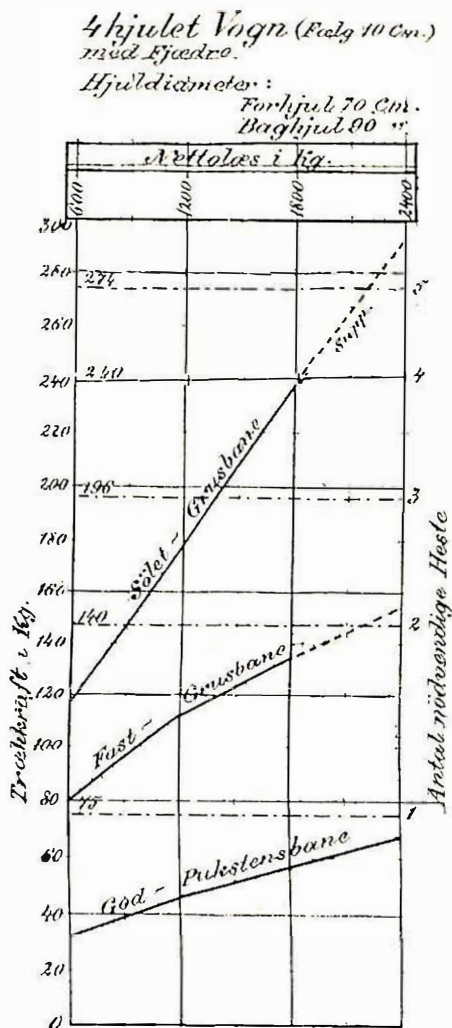


Fig. 15.

Tabel 17

Oversigt

over gjældende Bestemmelser for Kjøreredskaber paa Grundlag af Besvarelserne af Veidirektorens Cirkulærskrivelse af 30/1 1903.

Amter	Datum for Plakaternes Ikrafttræden	Læssets Vægt i kg.	Mindste Følgbredde i cm.				Mindste Hjulhoide i cm.		Undtagelser fra disse Bestemmelser	Anmærkninger		
			Kjøreredskaber				Baghjul	Forhjul				
			Kjærre		4-hjulet							
			med	uden	med	uden						
Akershus	16/8 98	< 1 000			6	6,5	80	65	Undtaget fra disse Bestemmelser er de Kjøreredskaber, der benyttes i Landbonæringen, Kjøreredskaber, paa hvilke der ikke transporteres større Vægt end 300 kg. for hver Aksel, samt militære Kjøreredskaber.	1 Gjælder for <i>enspændte</i> Kjøreredskaber. 2 For <i>tospændte</i> Kjøreredskaber maa ikke benyttes Følgbredde mindre end 10 cm., eller hvis de er forsynede med Fjære 7,5 cm. 3 For <i>tre eller flerspændte</i> Kjøreredskaber er Følgbredden 16 cm. resp. 13 cm.		
		< 600	6	6,5			80	65				
		> 1 000	6,5 ¹	7,5 ¹	6,5 ¹	7,5 ²	80	65				
		< 5 000 5 000				7,5 ² 10 ² 13 ³	80 80	65 65				
Smaalene	1/1 05	4 000 2 000 ¹	6,35	7,62	6,35	7,62	90 ¹	70	Undtagelse: Transport af Avling samt Gaardskjørsel.	1 For Kjærre. 2 Best. for svære Læsvogne.		
Hedemarken (For specielle Veie)	20/6 91	< 400	7,8	7,8	7,8	7,8	80	80	Herfra undtages alle Vogne med 1 Fjære.	1 Gjælder for <i>ensp.</i> Kjøreredskaber, — for <i>osp.</i> — Hjulhoiden gjælder for 4-hjulede Vogne. 3 Gjælder svarere Lastevogne.		
		> 400	7,5 ¹	10 ¹	7,5 ¹	10 ¹	80	80				
	1/7 01	> 300 < 600		7,8		7,8	94	125 ³				
Kristians (For specielle Veie)	12/1 91		7,6	7,6	7,6	7,6			Undtagelse: Avlings Indkjørsel i Hus.	1 Gjælder 4-hjulede Vogne. 2 Gjælder svarere Lastevogne. 3 Gjælder Hjul for Kjærre. 4 Gjælder 4-hjulede Vogne, der ikke benyttes til Avlings Indkjørsel i Hus. 5 Gjælder svarere Lastevogne for 3 eller flere Heste.		
	1/12 91		7,6	7,6	7,6	7,6	90	65 ¹				
	14/4 05		6,5	7,8	7,8	7,8	90 ³	70 ⁴				
	20/3 02	4 000	6,5	7,6	6,5	7,6	80 ⁵	80 ⁵				
Buskerud (For spec. Veie)	1/1 00	< 5 000 5 000	6,5	6,5	6,5	6,5	100	72	Herfra undtages Kjøreredskaber til Husbrug og til Transport af Jordbrugsprodukter samt Salt, Korn og Melvarer.	1 Gjælder svarere Lastevogne for 3 eller flere Heste.		
Jarlsberg og Larvik	Har for Tiden ingen Bestemmelser.											
Bratsberg (Specielle Herreder)	1/8 01		7,8	7,8	7,8	7,8	65 ¹	90 ¹	Undtagelse: Avlings Indkjørsel i Hus. Læs af Vægt indtil 300 kg. paa 2-hjulede Vogne og Læs af Vægt indtil 400 kg. paa 4-hjulede Vogne, hvis Forhjul dog ikke maa være under 47 cm. høje.	1 Gjælder 4-hjulede Vogne. 2 Gjælder for Tommer- og Sten-transport.		
Nedenes Specielle Veie Øvrige Veie	1/12 84	> 300					Baghjul 8	Forhjul 5,5	104	47	Undtagelse: 2-hjulet Kjærre forspændt løse Forhjul.	
		> 300	8	8	8	8			104	47		
Lister og Mandal	1/1 04	< 1 500 1 500	6,5	7,8	6,5 ¹	7,8 ¹			80 ³	80 ³	Undtaget: Læs under 300 kg. Vægt og Avlings Indkjørsel i Hus. Enspændte, 4-hjulede Fjærvogne; paa saadanne kan kjøres Varer af en Vægt indtil 400 kg. med smalle Følgbredde.	1 Gjælder <i>enspændte</i> , firehjulede Kjøretøier. 2 Gjælder <i>tospændte</i> , firehjulede Kjøretøier. 3 Gjælder svarere Lastevogne.
Stavanger (For spec. Veie)	1/10 01	> 320	7,8	7,8	7,8	7,8				50 ¹	Undtaget: Avlings Indkjørsel i Hus.	
		> 800	7,8	10						50 ¹		
		> 1 400			7,8	10			12 ²	12 ²		80
S. Bergenhus (For spec. Veie)	1/7 01	> 500 < 3 000 3 000	7,8	7,8	7,8	7,8			80 ¹	70 ²	Undtaget: Avlings Indkjørsel i Hus.	1 Gjælder Hjulhoide for Kjærre. 2 Gjælder <i>tospændte</i> 4-hjulede Vogne.
N. Bergenhus	1/3 03	Ingen Bestemmelser angaaende Følgbredden; kun Regler for Brug af Kjøreredskaber paa offentlige Veie.										
Romsdal (For en Veie)	1/1 94		7,6	7,6	7,6	7,6	90 ¹	65 ¹			1 Gjælder 4-hjulede Lastevogne. 2 Gjælder svarere Lastevogne for 3 eller flere Heste.	
S. Trondhjem	Har for Tiden ingen Bestemmelser.											
N. Trondhjem (For spec. Veie)	1/5 98	pr. Aksel > 700 < 700	10	10	10	10					Herfra undtages Avlings Indkjørsel i Hus samt militære Kjøretøier. Endvidere undtages 2- eller 4-hjulede Melkevogne paa Fjære, naar Følgbredden er mindst 5,2 cm.	
Nordland (For spec. Veie)	1/6 96		7,8	7,8	7,8	7,8					Gjælder Arbeidsvogne og Læskjærre.	
	1/1 01		7,8	7,8	7,8	7,8						
Tromsø (For spec. Veie)	19/3 88		7,9	7,9	7,9	7,9			107 ¹	89 ¹	Bestemmelserne gjælder tungere Transport.	1 Hjulhoidebestemmelser gjælder for <i>tospændt</i> , 4-hjulet Kjøreredskab med Følgbredde 7,9 cm.
Finmarken (Hovedveie)	1/1 02	> 300 < 600		7,8		7,8			94		Herfra undtages Kjørsel for eget Hjemmebrug.	

Det med *Cursiv* anførte Tal er det største tilladte Læs paa Amtets offentlige Veie.

V. Gjældende Veiplakater.

I Indledningen er bl. A. fremholdt, at de her i Landet gjældende Bestemmelser vedrørende Fælgbredde og Hjulhøide m. v. ikke kan ansees betryggende og fyldestgjørende hverken for Vedligeholdet eller for Trafiken.

Til nærmere Belysning af dette Spørsmaal gives i foranstaaende Tabel 17 en Oversigt over de i de forskjellige Amter for Tiden gjældende Veiplakater.

Som det vil sees, er Bestemmelserne meget forskellige for de enkelte Amter.

Den fastsatte Fælgbredde varierer fra 5,5 cm. til 8 cm. for almindelig Trafik og gaar for særlig tung Kjørsel (med 3 eller flere Heste) helt op til 16 cm.

I enkelte Veiplakater er Fælgbredden fastsat i Forhold til Hjulhøiden, saaledes at der ved Forøgelse af denne tillades Reduktion i Bredden.

I Veiplakaterne for

Lister og Mandals Amt

N. Trondhjems »

og Nordlands »

findes ingen Bestemmelse angaaende Hjulhøiden; medens de øvrige Veiplakater fastsætter Minimalgrænser, der for almindelig Trafik varierer fra 47 cm. til 90 cm. for Forhjul og fra 65 cm. til 100 cm. for Baghjul.

I enkelte Plakater er Hjulhøiden dog kun fastsat for sværere Trafik (med 3 eller flere Heste). Almindelig er for saadan Kjørsel fastsat 125 cm. Hjulhøide som Minimum.

Undtaget fra alle Bestemmelser er i de fleste Amter Kjøretøier, der benyttes til *Indkjørsel af Avling* eller lign. Endvidere er i *Akershus* og *N. Trondhjems Amt militære Kjøretøier* ikke medtaget i Veiplakatbestemmelserne.

I enkelte Amter gjælder Bestemmelserne kun for *Læs vægter over over en vis Størrelse*. Grænsen varierer fra 300—320 kg. for Kjærrer og 400—600 kg. for firhjulet Vogn.

I Smaalenenes Amt er Grænsen sat til 1000 kg. incl. Vognens Vægt (Veiplakaten for Smaalenene er dog under Revision).

Naar *Fjære* benyttes, tillades almindelig en Reduktion af Fælgbredden. I enkelte Amter bortfalder saagar Veiplakaternes Bestemmelser angaaende Fælgbredde og Hjulhøide, naar Fjære anvendes. Dette er Tilfældet i *Hedemarkens*, *Buskeruds* og *Finmarkens* amter.

For Kjøretøier bestemt for *Personbefordring* findes ingen Bestemmelser, naar undtages, at der for enkelte Veie i *Stavanger* Amt er fastsat en Fælgbredde af 7,8 cm. for Vogne, der skal befordre mere end 6 Personer.

Som det vil forstaaes, forringes Veiplakaternes Effektivitet betydelig ved de mange Undtagelsesbestemmelser. Værre er det imidlertid, at det kun er for en mindre Del af Landets Veie, at de forskellige Bestemmelser gjælder.

I tre Amter, nemlig:

Jarlsberg og Larviks Amt,
N. Bergenhus »
og S. Trondhjems »

findes overhovedet ingen Veiplakater, og kun i fire Amter gjælder de respektive Regler for alle Veie.

Dette er Tilfældet i:

Akershus Amt,
Smaalenenes »
Nedenes »
og Lister og Mandals Amt.

I *N. Trondhjems* Amt gjælder Bestemmelserne for alle Hovedveie samt for de Veie, der vedligeholdes for Amtskassens Regning.

I *Tromsø* Amt for alle Veie undtagen enkelte afsidesliggende, isolerede Herredsveie.

I *Finmarkens* Amt gjælder Bestemmelserne for alle Hovedveie.

I de øvrige 8 Amter er Veiplakaterne kun gjort gjældende for specielle Veie.

I *Romsdals* Amt kun for en Vei.

I daværende Overingeniør Skougaards Brochure om «*Ensartet Veiplakat for det hele Land*» findes en Tabel over Kjøretøier, anvendt i Kristiania og Omegn. Disse Opgaver har man troet det ønskelig at supplere med endel Oplysninger om Kjøreredskaber, anvendt i andre Egne af Landet.

Ved velvillig Imødekommenhed fra forskellige Hold er det lykkedes at tilveiebringe detaljerede Oplysninger, som antages at have adskillig Interesse i Forbindelse med en Udredning af de her foreliggende Spørsmal. Se Tabel 18, Side 48 og 49.

Omend de tilveiebragte Opgaver ikke er helt udtømmende, tør det vistnok forudsættes, at man i Tabellen vil finde repræsenteret de mere typiske Læskjøretøier, som benyttes her i Landet.

Type Nr.	Vognstype.	Fælgbredde i cm.	Hjulhoide i cm.		Sporvidde regnet mellem Fælgens Yderkanter i cm.	Akselafstand i cm.	
			Forhjul.	Baghjul.		Fast.	Variabel.
A. Kjørre.							
1	Trøgstads Herred i Smaalenenes Amt.	4,0	89	121	—	—	—
2	Nedenes Amt	7,8	104	114	—	—	—
3	Stavanger Amt	5,2—7,8	85—90	115	—	—	—
4	Lærdals Herred i N. Bergenhus Amt	4,8	104	112	—	—	—
5	Indre Holmedals Herred i do.	6,0	95	112	—	—	—
6	Stryn Herred i do.	7,2	95	115	—	—	—
7	Opdals Herred i S. Trondhjems Amt	5,0	90—108	120—125	—	—	—
8	Namdalske Herreder i N. Trondhjems Amt	8,0 ³	78—109	124	—	—	—
9	De fleste Herreder i Salten, Lofoten og Vesteraalen Fogderier i Nordlands Amt	8,0	74	128	—	—	—
10	Maalselven Herred i Tromsø Amt.	7,5—8,0	80	130	—	—	—
11	Rakkestad Herred i Smaalenenes Amt.	5,2	98	124	—	—	—
12	Østerdalen og Solør i Hedemarkens Amt	7,9	106	124	—	—	—
13	Biri og Faaberg Herreder i Kristians Amt	8,0	94	130	—	—	—
14	Maalselven Herred i Tromsø Amt	7,5—8,0	108	132	—	—	—
15	Finmarkens Amt.	7,7	96	126	—	—	—
16	Melkekjørre.	5,2—8,0	110	110—120	—	—	—
B. 4-hjulet Vogn.							
<i>I. Almindelig.</i>							
17	Rakkestad Herred i Smaalenenes Amt.	5,2	44	74	125	240	—
18	Nedenes Amt	Forh. 5,2 Bagh. 7,8	47	104	114	—	110—200
19	Trøgstad Herred i Smaalenenes Amt	4,0	70	85	110	133	—
20	Aabogen—Holmenveien i Vinger i Hedemarkens Amt	10,3	80	105	122	200—350	—
21	Østerdalen og Solør Herreder i Hedemarkens Amt	7,9—10,5	80,5	96	124	225—250	—
22	Biri og Faaberg Herreder i Kristians Amt	8,0	70	90	125	230	—
23	Næs i Hallingdal Herred i Kristians Amt	—	60	80	106	135	—
24	Numedal i Buskeruds Amt	5,2	72	90	120	—	100—180 Variabel
25	Lærdals Herred i N. Bergenhus Amt ⁸ .	5,2	64	80	105	—	—
26	Stryn Herred i N. Bergenhus Amt	7,2	80	95	115	250	—
27	Namdalske Herreder i N. Trondhjems Amt	8,0	79	94	119	150	—
<i>II. For tunge Læs.</i>							
28	Rakkestad Herred i Smaalenenes Amt.	8,0	72	93	121	—	190—285
29	Labro Træsliberi i Sandsvær Herred i Buskeruds Amt	7,0—10,2	79	95	124	284	—
30	Ankerbruddene i Fauske Herred i Nordlands Amt.	12	70	100	ca. 140	235	—
31	Kristiania Veivæsen.	5—8	70	88	120	—	150

¹ Paa Bygdens fladeste Vei ellers ca. 300. ² For Kjørre med Fjære. ³ I Lierne bruges delvis 10,4 cm. 2200. ⁴ Anvendes kun paa Chausséen Lærdalsøren—Borgund. ⁵ 2 Heste bruges meget sjelden. ⁶ Supponeret.

Fjære anvendt (ja eller nei).	Bremsse anvendt (ja eller nei).	Almindelig eller Patentaksel.	Smørestof.	Vægt i kg.			Største Nettolæs i kg.		Pris i Kr.
				Hjulene.	Vognen.	Tilsammen.	1 Hest.	2 Heste.	
Nei	Nei	Alm.	Grease	64	68	132	600	—	35
Nei	Nei	Alm.	Grease	80	70	150	800	—	55
Nei	Nei	Alm.	Grease	60	60	120	650—700	—	40—45
Nei	Nei	Alm.	Grease	35	65	100	500	—	50—60
Nei	Nei	Alm.	Grease	25	65	90	600 ¹	—	ca. 30
Nei	Nei	Alm.	Grease	34	106	140	600	—	40
Ja delvis	Nei	Patent ell. alm.	Olje ell. Grease	100	170	270 ²	700—800	—	100
Næsten ikke	Nei	Alm.	Consist. Fedt	67	50	117	700—1000	—	40
Nei	Nei	Alm.	Grease	50	110	160	600—800	—	30—40
Nei	Nei	Alm.	Hvalrav	38	74	112	500	—	ca. 40
Nei	Nei	Alm.	Grease	54	66 ⁴	120 ⁴	700	—	40—50
Nei	Nei	Alm.	Consist. Fedt	83	117	200	800—900	—	76
Nei	Nei	Patent ell. alm.	Olje ell. Grease	70	80	150	800—1000	—	90
Nei	Nei	Alm.	Hvalrav	70	65	135	500	—	ca. 50
Nei	Nei	Alm.	Tran	—	—	—	450	—	50
Ja	Nei	Alm.	Grease	56	104	160	400—500	—	75
Nei	Nei	Alm.	Grease	63	87 ⁵	150 ⁵	900	1200	ca. 50
Nei	Nei	Alm.	Grease	104	126	230	800	—	90
Nei	Nei	Alm.	Grease	90	129	219	700	1200	80
Nei	Nei	—	—	213	70	283 ⁶	1000—1500	—	120—150
Nei	Nei	Alm.	Consist. Fedt	132 ¹⁴	98 ¹⁴	230 ¹⁴	1000	1500 ⁷	120—135
Nei	Nei	Patent ell. alm.	Olje ell. Grease	110	110	220	800	1400	160—200
Nei	Nei	Alm.	Grease	55	50	105	800—900	—	55
Nei	Nei	Alm.	Grease	106	114	220	800—900	—	85—90
Nei	Nei	Alm.	Grease	70	50	120	500	1000	70—90
Nei	Nei	Alm.	Grease	128	62	190	800	—	90
Næsten ikke	Nei	Alm.	Consist. Fedt	105	113	218	800—1200	—	80—100
Nei	Nei	Alm.	Grease	144	—	350—400 ¹⁰	—	1800	200 ¹⁰
Nei	Nei	Alm.	Grease	198	255	453 ¹¹	600 ¹²	1200—1300	ca. 100
Nei	Nei	Alm.	—	—	—	800	—	5000	150
Ja	Nei	Alm.	Grease	—	—	400—500 ¹³	2000	—	200—300

⁴ Supponeret. ⁵ Supponeret. ⁶ Denne Vogn noget tyngre end alm. ⁷ Paa Veien Roverud—Rigsgrænsen op til ⁸ Vegten gjælder 10,2 cm. Fælg. ⁹ Kjørsele væsentligst mod Bakken. ¹⁰ Supponeret. ¹¹ Lave Aaser. ¹² Høje Aaser.



Fig. 16.



Fig. 17.

Som det vil sees, er i Tabellen skjelnet mellem de to Hovedtyper: *Kjærre* og *firhjulet Vogn*. Inden disse Grupper varierer Kjoretøierne tildels betydelig, saavel hvad angaar *Hovedanordning* som med hensyn til de enkelte *Detaljer*.

De i Tabellen som No. 1 til og med No. 10 opførte Kjærre er af samme Hovedtype som vist paa Fig. 16.

Fotografiet viser en Kjærre fra Namdalen, hvor der foregaar en meget betydelig Læstrafik, og hvor der vistnok har udviklet sig en efter vore Forhold meget hensigtsmæssig Kjærretype. Fig. 17 viser en lignende Kjærre.

Kjærre No. 11—15 er den almindelige Bikkjærre, der kan svinges om Akslen og ved en Bolt eller lignende er fæstet til Understellet foran.

No. 16 er nærmest af samme Type som Fig. 18.

Denne Sort Kjærre, der vistnok aldrig bruges til Transport af store Læs, er nærmest en Mellemting mellem Arbeidskjærre og Kjærre for Persontrafik.

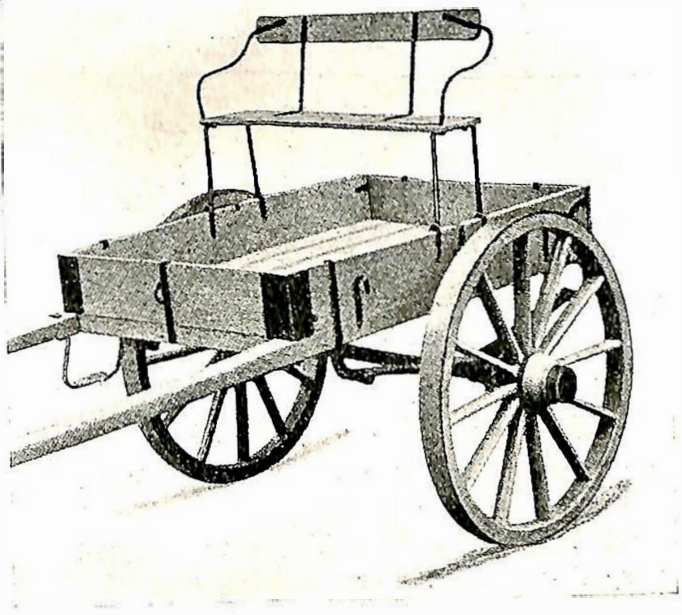


Fig. 18.

No. 17 er en almindelig Høvogn nærmest som Fig. 19.

No. 18 danner Overgangen mellem Kjærre og firhjulet Vogn. Som det vil sees af Fig. 20, anbringes Vægten næsten udelukkende over Baghjulene; medens de smaa Forhjul næsten ingen Belastning faar.



Fig. 19.

Hensigten med denne ganske eiendommelige Anordning er formentlig at skaane Hesten for de Stød og Rystelser og den Belastning, som ved en Kjærre overføres gennem Skjækerne.

Denne Vogntype anvendes i stor Udstrækning i den sydvestlige Del af Landet; men den kan vel neppe anbefales.

Opgaverne i No. 19—27 gjælder alle almindelige Læsvogne med noget mindre Forhjul end Baghjul. Med Hensyn til Svinganordning, Akselafstand m. v. varierer de enkelte Vogne meget. Fig. 21 viser en firhjulet Vogn anvendt i Numedal.

De under No. 28—30 opførte Vogne er beregnet for særlig tung Trafik i mere specielt Øiemed.

No. 31 er den i Kristiania Veivæsen almindeligst benyttede Vogntype.

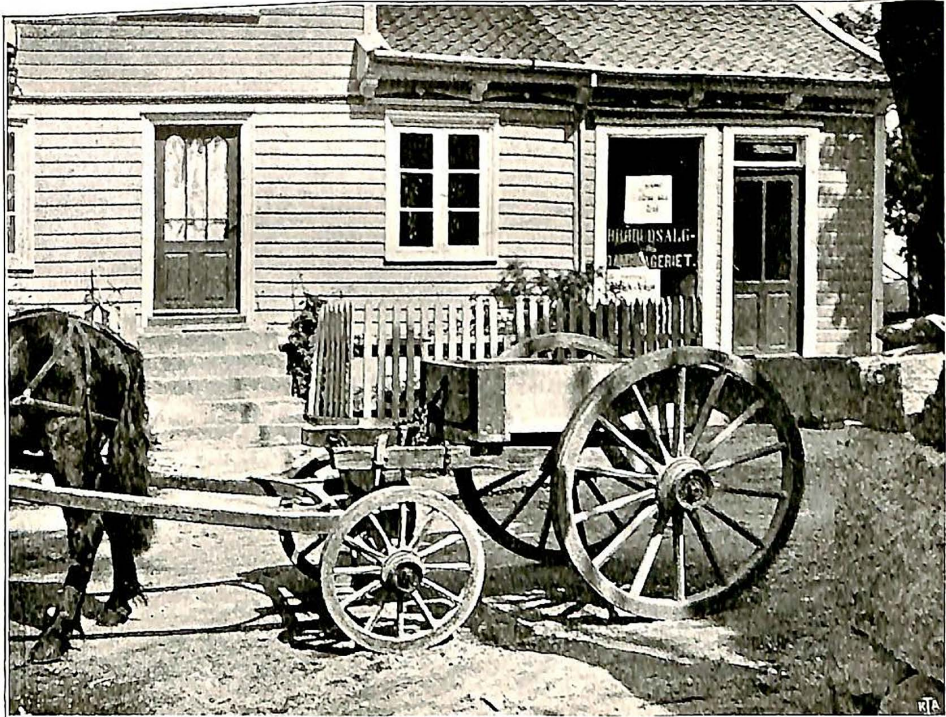


Fig. 20.

Vogn for Læstransport
 (Anvendt paa Veiruten i
 Kongsberg-Næmedal).

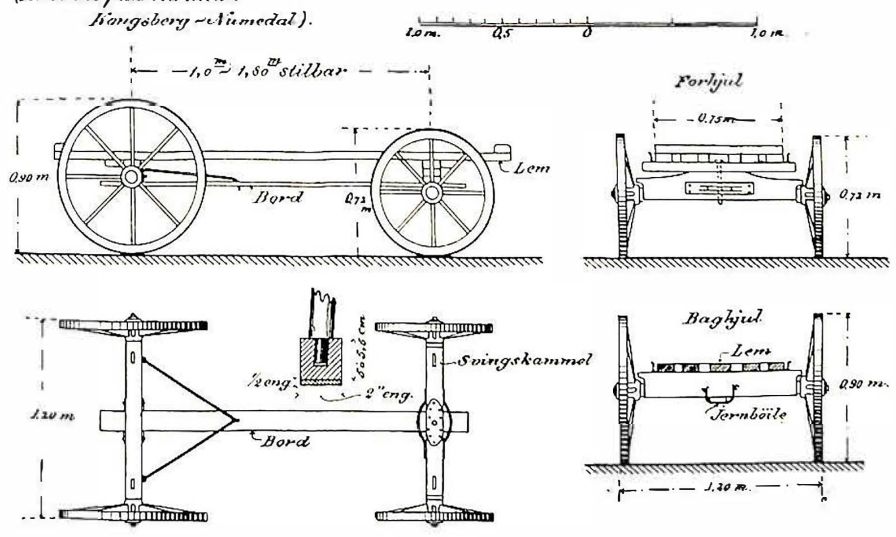


Fig. 21.

Som det vil sees af Fig. 22, er denne Vogn forsynet med Fjære, hvilket er paabudt af Kristiania Veivæsen, medens der ikke er truffet nogen Bestemmelse om Fælgbredde, Hjulhøide eller lignende.

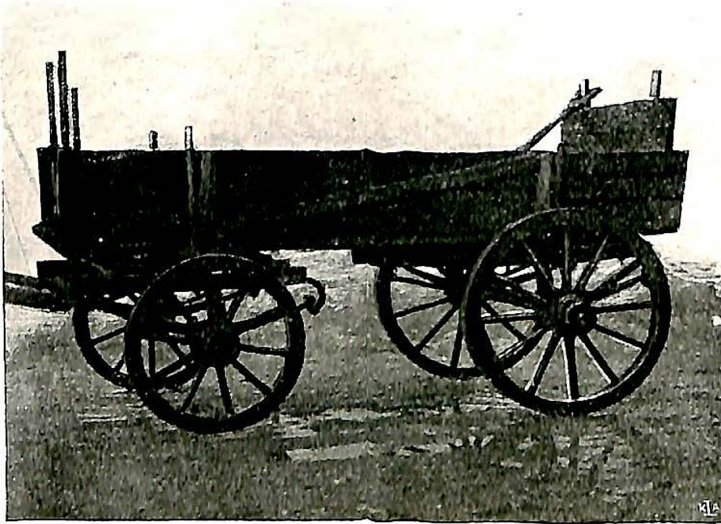
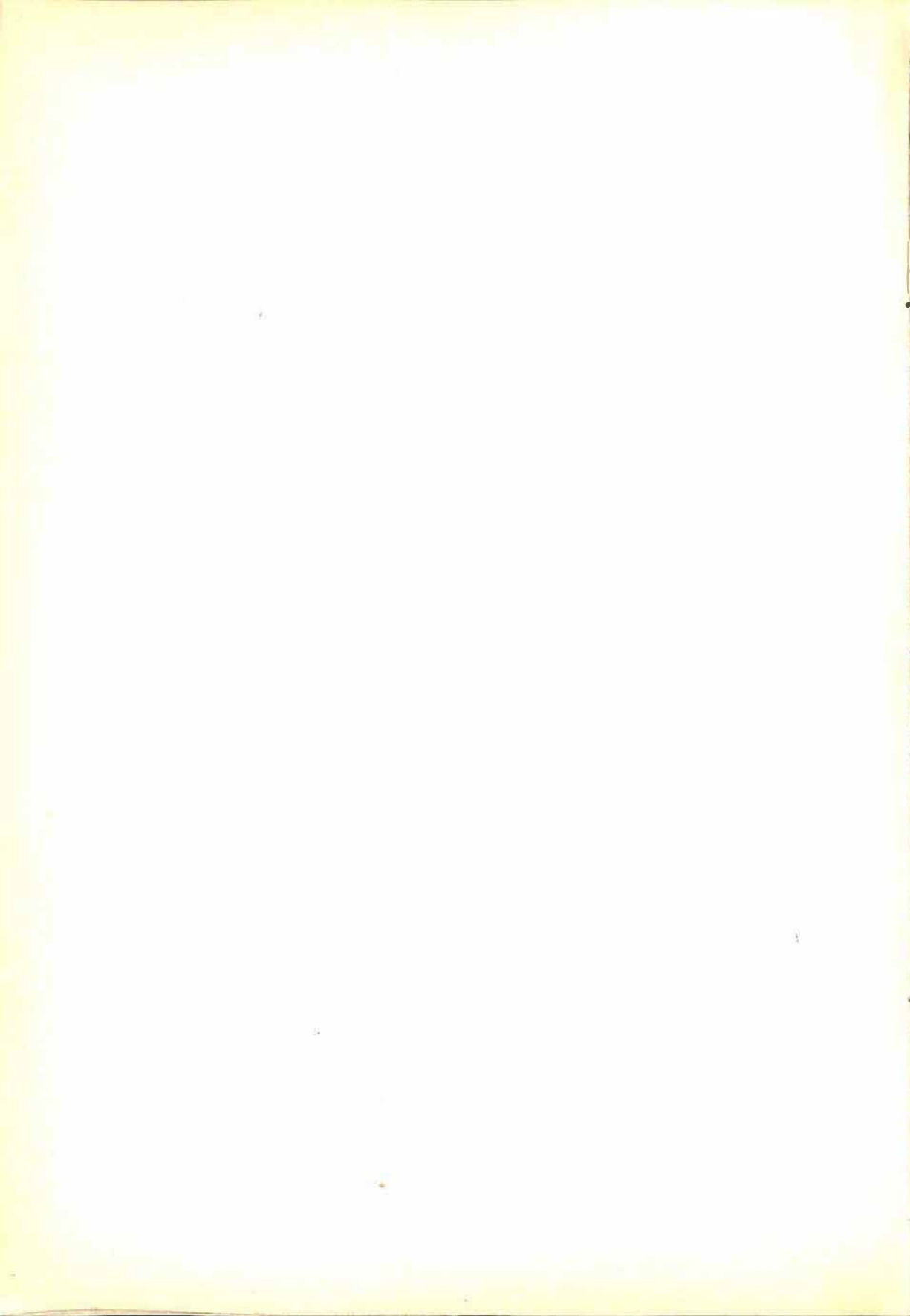


Fig. 22.

Det kan formentlig ikke være nødvendig nærmere at paavise de betydelige Uoverensstemmelser med Hensyn til alle Detaljer, som de forskellige Kjøretøier opviser. I saa Henseende vil det være tilstrækkelig at henvise til foranstaaende Tabel, der sammenholdt med Oversigten over gjældende Veiplakatbestemmelser taler et tydeligt Sprog.



Fast Græsbane. Et lidt løsere Lay overplav. (Frøstringspladser).

Nettoloes i Kg.		D) 0.		A) 600.				B) 1200.		C) 1800.			
Med Uden		Med		Med		Uden		Med		Med		Uden	
i (Sm. ad)		Forbj.		70	45	70	45	70	45	70	45	70	45
	Bagly.	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70

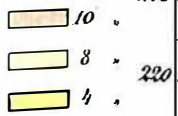
i hjulet
Læsvoeg.

De paa Pl. 1 og 2 opsatte Forsøg med Undtagelse af de særlig bemærkede — er højt under saa ensartede forhold, at Resultaterne i alt væsentligt kan sammenlignes.

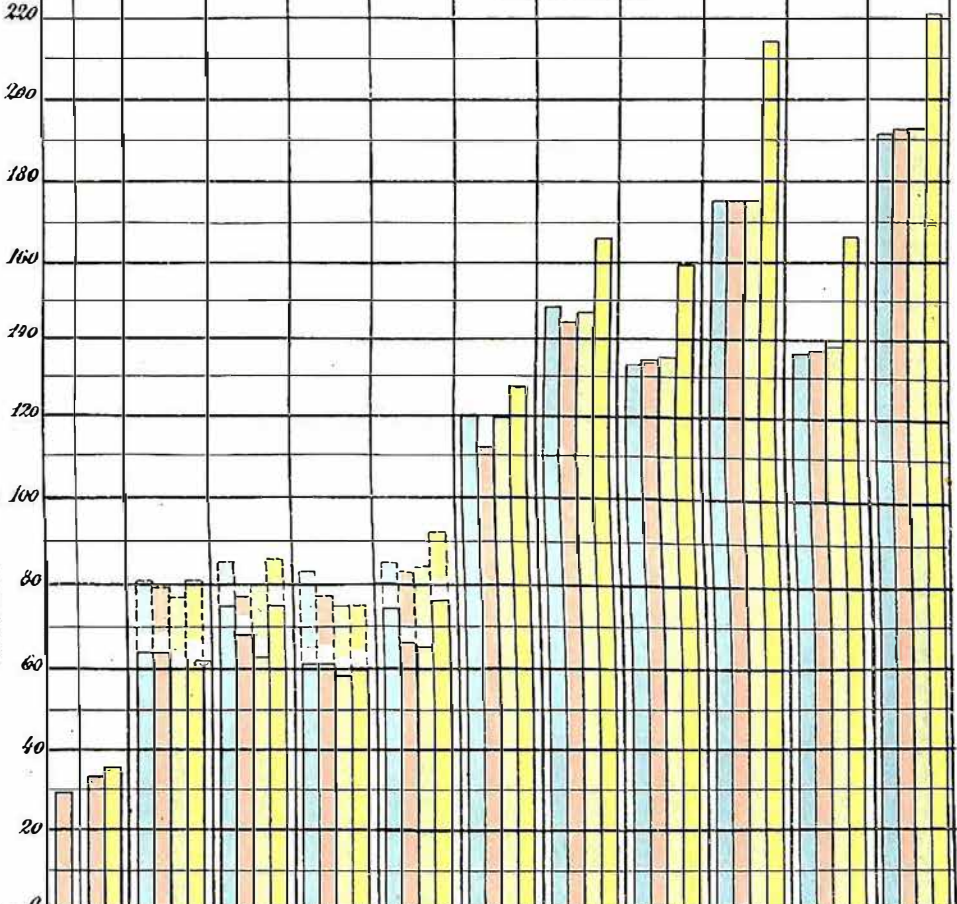
I Rubrikkerne 3, 4, 5 og 6 er omgivet to Rækker Forsøg:

1. Den af helt optrukne Lirter begrænsede er højt paa raa, fugtig Bane og tilsvarer Forsøgene i Hv. bræk 7, 8, 9, 10, 11 og 12.
2. --- " stregede --- " er højt paa samme Bane i fast, tør Tilstand.

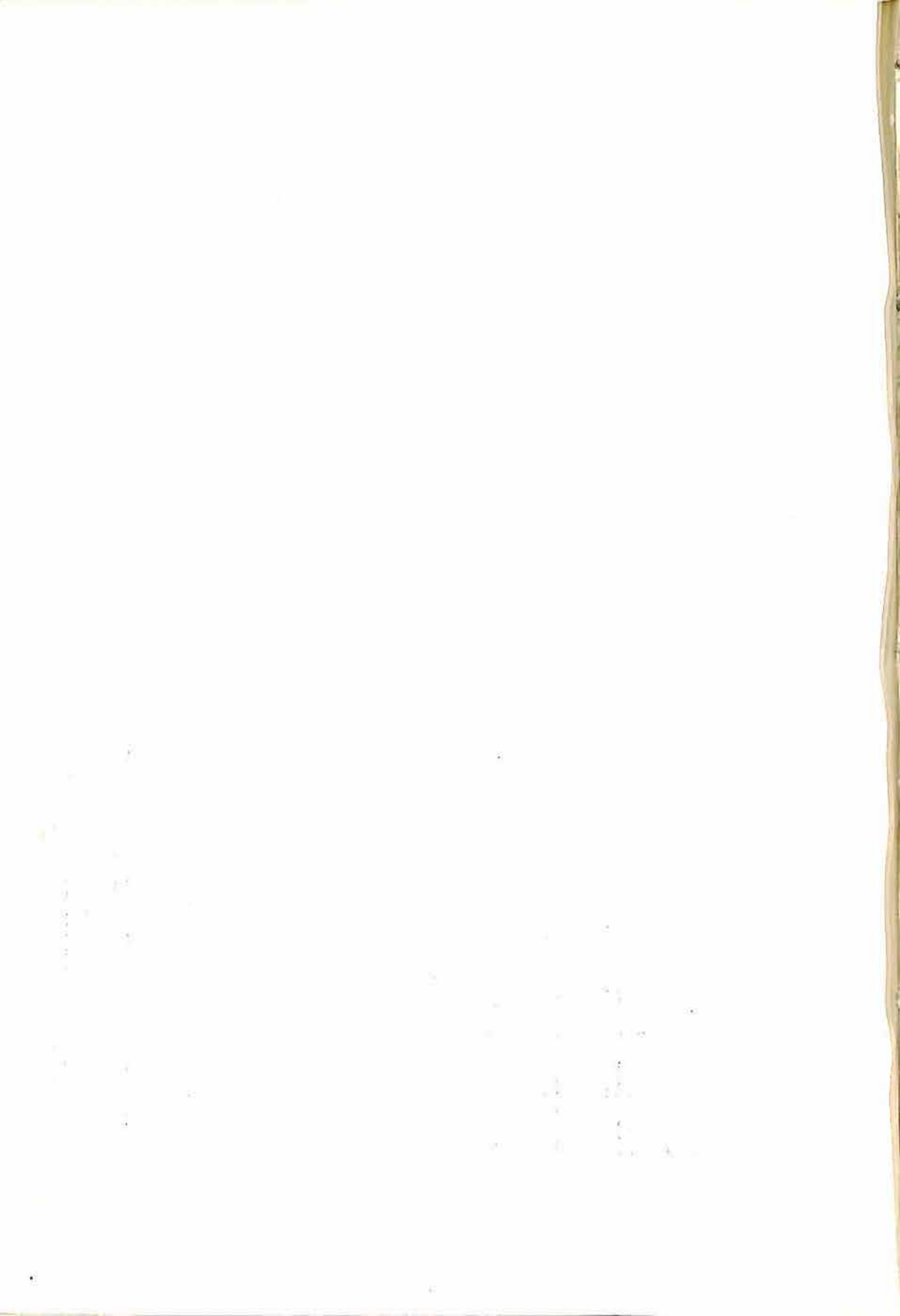
Betegner Følgebø. 172 Cm.



Tværsnit i Kg.



Modstands koeff. i Pet. af	Netto. læsset Brutto læsset	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rubrik N ^o		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forsøgets Datum		2/3	3/3	21/3	3/3	30/3	30/3	29/3	29/3	27/3	27/3	30/3	30/3 1903



Fast Grusbane. Et lidt løsere Lag ovenpå. (Fæstningspladsen).

Nettoles i kg. Med Uden Fjære	D) 0		A) 300.		B) 600.				C) 900.			
	Med	Uden	Med		Med		Uden		Med		Uden	
Hjulhøide i Cm. (d.)	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70

Hjærre.

De paa Pl. 1 og 2 opsatte Forsøg med Undtagelse af de særlig anmerkede er kjøbt under saa ensartede forhold, at Resultaterne i alt væsentligt kan sammenlignes.
Stregede Linier angiver Forsøg paa samme Bane, dækket med 3-4 (ty. Sne (Klabefore).

Belegner Kølgr.

- 12 Cm.
- 10 .
- 8 .
- 4 .

Trekraft i kg.

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

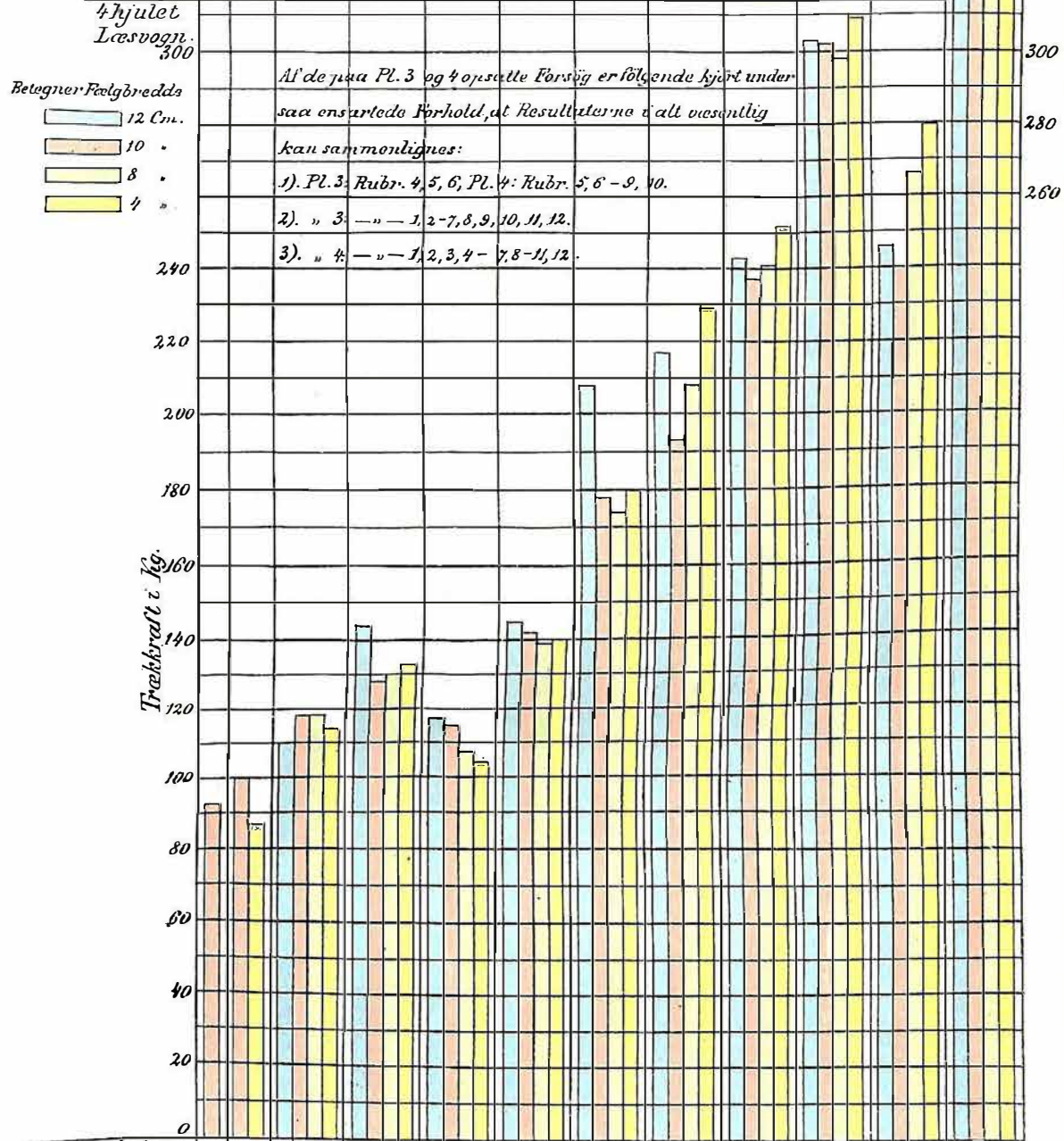
Modstands koef. i Pct. af	Netto læsset		Brutto læsset		12 Cm.		10 .		8 .		4 .	
Rubrik N ^o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forsøgets Datum	6/4	9/4	3/4	3/4	2/4	3/4	3/4	6/4	7/4	3/4	6/4	6/4 1903.
	8,52	9,88	11,0									
	6,04	12,0	6,14	11,67	6,08	11,53	6,08	11,53	6,08	11,53	6,08	11,53
	7,04	12,55	7,04	12,55	7,04	12,55	7,04	12,55	7,04	12,55	7,04	12,55
	8,53	12,5	8,53	12,5	8,53	12,5	8,53	12,5	8,53	12,5	8,53	12,5
	8,30	12,0	8,30	12,0	8,30	12,0	8,30	12,0	8,30	12,0	8,30	12,0
	6,04	9,0	6,20	9,0	6,20	9,0	6,20	9,0	6,20	9,0	6,20	9,0
	7,14	9,83	7,14	9,83	7,14	9,83	7,14	9,83	7,14	9,83	7,14	9,83
	8,37	12,2	8,70	12,3	9,09	12,97	10,5	13,5	11,22	14,8	12,51	16,2
	7,22	10,8	7,51	10,8	7,89	11,0	8,38	10,7	8,59	12,2	8,96	12,6
	9,29	12,0	9,57	13,0	9,85	13,0	10,08	13,0	10,36	13,0	10,64	13,0
	7,00	9,35	7,28	9,0	7,56	9,35	7,84	9,35	8,30	10,3	8,64	10,7
	6,90	8,83	7,22	9,58	7,55	10,1	7,84	10,7	8,13	9,55	8,58	10,1
	7,00	9,55	7,24	9,47	7,55	10,1	7,85	10,1	8,16	11,8	8,47	11,8
	9,03	11,8	9,34	12,2	9,65	12,4	9,96	12,4	10,27	12,4	10,58	12,4
	10,40	12,4	10,71	12,4	11,02	12,4	11,33	12,4	11,64	12,4	11,95	12,4



Sølet Grusbane. 5-8 Cm. tyk, stiv Søle ovenpå. Et fast Lag Grus og støen under.
(kontraskjæret) Banens Beskaffenhed varerede noget under Forsøgene.

Forh. 55. Banh. 22

Nettølæs i kg	D). 0		A). 600				B). 1200		C). 1800.		
Med Uden Fjære	Med		Med		Uden		Med		Med		Uden
Hjulhøide i Cm. (s)	70	45	70	45	70	45	70	45	70	45	70
Hjulhøide i Cm. (s)	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90



Al' de paa Pl. 3 og 4 opsatte Forsøg er følgende kjert under saa ensartede Forhold, at Resultaterne i alt væsentlig kan sammenlignes:

1). Pl. 3. Rubr. 4, 5, 6, Pl. 4: Rubr. 5, 6 - 9, 10.
 2). " 3. " - 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
 3). " 4. " - 1, 2, 3, 4 - 7, 8 - 11, 12.

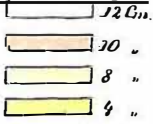
Modstands Koeff. i Pet. af	Nettølæsset Brulløst.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rubrik N ^o	109,9	22,5	22,1	9,63	16,3	10,7	10,7	11,9	17,3	10,5	16,3	12,4	15,3
Forsøgets Datum	1/4	1/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	4/7	1/4	1/4	1/4	1/4 1903.

Sølet Grusbane. 5-8 Cm. tyk, stø Sole ovenpå. Et fast lag Græs og Sten under.
(Kontraskjæret). Sølens Beshaffenhed varierede noget under Førvægens.

Nettolast i kg	D). 0		A). 300		B). 600				C). 900			
med uden Hjørne	Med		Med		Med		Uden		Med		Uden	
Hjulhvide i Cm. (d.)	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70

Hjørne

Belegner Faldgr.



Af de paa Pl. 3 og 4 opsatte Førsøg er følgende kjört under saa ensartede

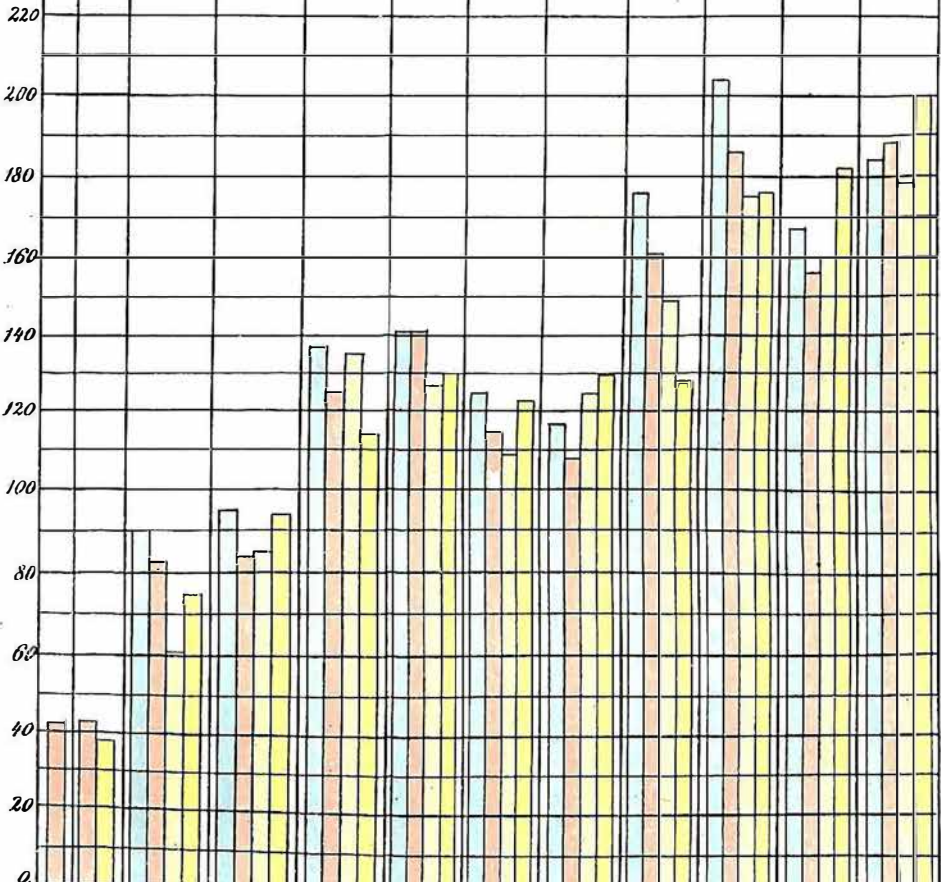
Forhold, at Resultaterne i alt paaentligt kan sammenlignes:

1). Pl. 3: Rubr. 4, 5, 6, Pl. 4: Rubr. 5, 6-9, 10

2). " 3: - " - 1, 2 - 7, 8, 9, 10, 11, 12.

3). " 4: - " - 1, 2, 3, 4-7, 8 - 11, 12.

Trækraft i kg.



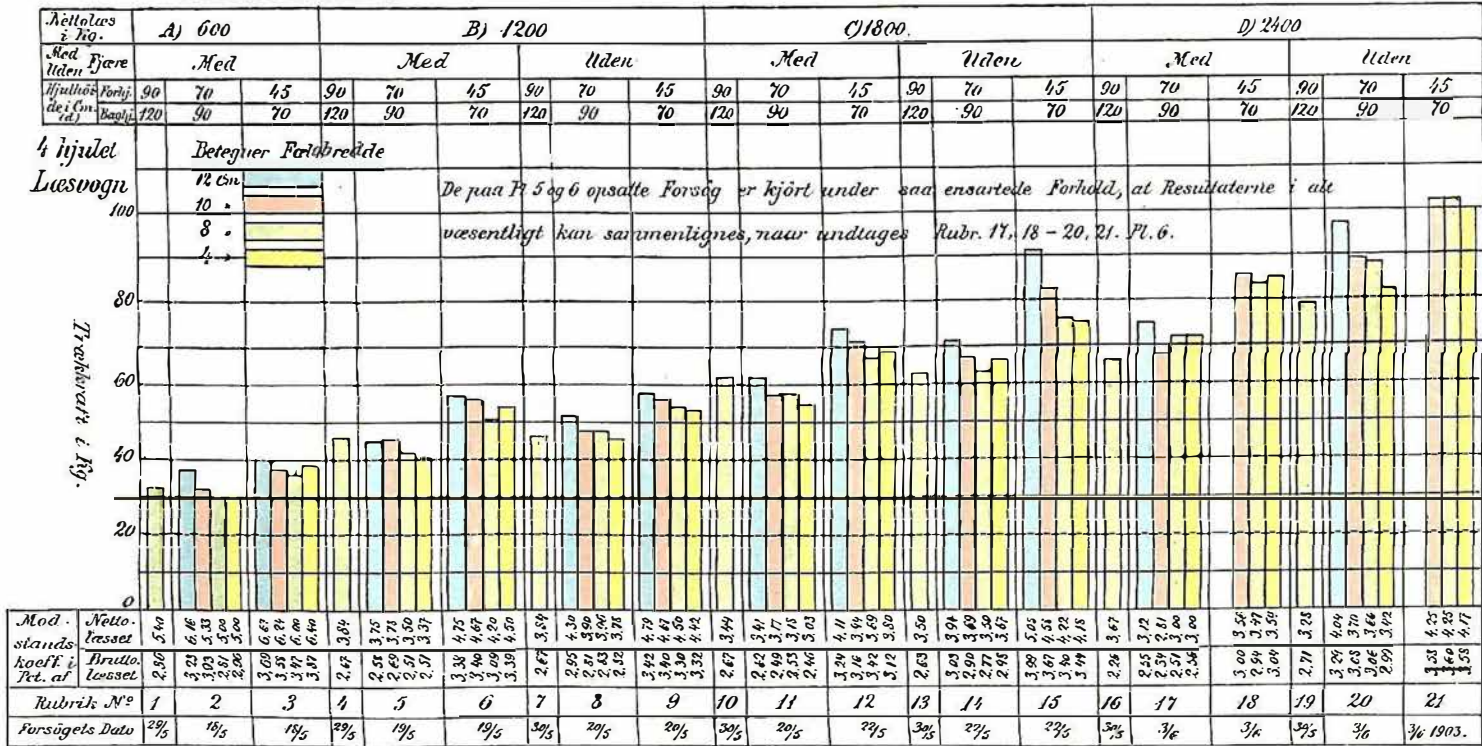
Modstands koeff. i Pct. af	Nettolastet Brutto lastet	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12																																																												
Rubrik N ^o		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																																											
Førsøges Datum		15/4	15/4	13/4	15/4	14/4	14/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	15/4	1903																																																											
		15.9	17.4	17.5	15.0	30.0	18.6	26.7	10.9	20.1	17.3	25.0	16.5	31.7	10.2	27.0	15.7	27.3	18.2	31.5	15.2	22.8	14.4	20.8	14.3	20.5	13.8	19.0	16.1	23.5	16.6	23.5	15.1	21.2	15.7	21.2	15.9	24.7	13.9	20.8	13.2	19.1	12.7	18.2	14.9	20.5	13.4	19.5	12.7	18.0	14.8	20.8	15.9	21.7	14.7	19.6	14.6	17.3	13.2	19.6	11.4	12.0	17.4	22.7	16.2	20.7	15.3	19.4	15.2	19.6	13.9	18.5	13.3	17.3	13.8	17.4	16.2	20.2	15.7	20.4	15.6	19.1	17.9	22.2

God Pukstensbane.

(Lianschausséen).

fast, men lidt ujævn, enkelte nye Pukstensflakker og noget Støv, der ikke anlages at have nævneværdig Indflydelse paa Modstanden.

Pl. 5.



God Pukstensbane: Fast, men lidt ujævn, enkelte Pukstensflækker og noget Støv, der ikke antages at have nævneværdig Indflydelse paa Modstanden.

Pl. 6.

(Lienschausséen).

Nettoets i kg	A) 300						B) 600						C) 900						D) 1200																							
	Med Uden			Med Uden			Med Uden			Med Uden			Med Uden			Med Uden			Med Uden																							
Med Uden	Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med		Med											
Fjære	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90	70												
Hjulhøide i cm. (ad.)	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70	120	90	70												
Kjærre																																										
100																																										
<p>12 cm</p> <p>10 "</p> <p>8 "</p> <p>4 "</p>																																										
<p>Do paa Pl. 5 og 6 omtalte Forsøg er kjört under saa ensartede Forhold, at Resultaterne i det væsentligt kan sammenlignes naar undtages Rubr. 11, 18-20, 21, Pl. 6.</p>																																										
Trekraft i Kg.																																										
60																																										
40																																										
20																																										
0																																										
Modstands	Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt		Wältsæt											
koeff. i Pl	Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto											
Rubrik N ^o	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21	
Forsøgets Datum	23/5		23/5		23/5		23/5		1/6		1/6		1/6		1/6		1/6		23/5		5/6		5/6		5/6		5/6		5/6		29/5		28/5		28/5		28/5		28/5			

175

Pl. 7.

*Fast Græsmark (dyrket).
(Frognerjordet).*

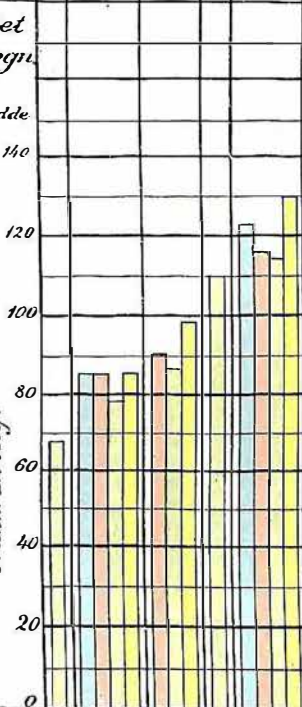
Nettolæs i Hg.	A) 600		B) 1200	
Med Uden Fjere	Med		Med	
Hjulhøi. Forh.	90	70	45	90
de i m. All. Dag.	120	90	70	120

*4 hjulet
Læsvoغن*

Betegner Fælgbredden

- 12 Cm.
- 10 "
- 8 "
- 4 "

Trækraft i kg.



Modstands	Netto-				
kovff. i P&an	læsset	607 H. 3	747 H. 2	824 H. 2	824 H. 2
	Brutto-	824 H. 3	824 H. 2	824 H. 2	824 H. 2
	læsset	824 H. 3	824 H. 2	824 H. 2	824 H. 2
Rubrik N ^o :		1	2	3	4
Forsøgets Datum.		%	%	%	%

702 H. 2
620 H. 1
824 H. 2
824 H. 2