

# Meddelelser fra Veidirektøren.

Nr. 25 Erfaringsrapporter, avhandlinger m. v. trykkes paa denne maate saa ofte, som dertil er anledning. Febr. 1916

## Undersøkelser angaaende Trækkraft ved læskjøring

### II.

Utført ved veidirektørens foranstaltning i 1913—1915.

### Indhold.

	Side
Indledning . . . . .	3
I. Nye kjøreforsøk med veivæsenets vogn og kjerre . . . . .	4
Forsøksresultater . . . . .	7
1. Kjøretøiets konstruktion	
A) Fælgbredilen . . . . .	7
B) Hjulhøiden . . . . .	13
C) Fjærene . . . . .	16
D) Tapfriktionen . . . . .	17
E) Trækkraftens heldningsvinkel . . . . .	18
2. Kjørebanen	
A) Veidækket . . . . .	18
B) Stigningen . . . . .	19
3. Belastningen . . . . .	21
4. Kjørehastigheten . . . . .	21
Sammenligning mellem de ældre og de nyere forsøksresultater . . . . .	22
II. Trækforsøk med kjøretøier fra forskjellige kanter av landet . . . . .	24
Forsøksresultater . . . . .	30
Resumé . . . . .	32
III. Slutbemerkninger . . . . .	33



## Indledning.

---

I 1904 blev som »Meddelelser fra veidirektoren« nr. 4 utgit resultaterne av de i 1903 og 1904 ved veidirektorens foranstaltning utførte undersøkelser angaaende trækraft ved læskjøring.

I denne brochure er paavist, hvilken viktig rolle en hensigtsmæssig konstruktion av kjøretoierne spiller baade for den nødvendige trækraft og for veivedlikeholdet.

Hovedresultatet av forsøkene gik ut paa, at høie og brede hjul ikke alene var fordelagtige for bevarelse av en god veibane, men ogsaa for trafikantene frembod store lettelser i trafikomkostningerne.

Overensstemmende med de erfaringer, som blev gjort under disse forsøk vedtok det i 1906 avholdte amtsingeniormote et forslag til almindelig veiplakat for landets offentlige veier.

Senere har veidirektoren ved flere anledninger fremholdt nødvendigheten av, at der ved hensigtssvarende og om mulig ensartede veiplakater blir sørget for, at den i veiene nedlagte kapital ikke blir forringet ved bruk av lave og smale hjul.

Det skulde synes at være en forholdsvis let opgave at faa indført veiplakater, som foreskriver bruk av høie og brede hjul, naar det samtidig kunde paavises, at dette ogsaa vilde være fordelagtig for de trafikerende. I virkeligheten har ogsaa veidirektorens bestræbelser i denne retning gjennemgaaende været mott med forstaaelse, men det lar sig jo ikke negte, at forholdene mange steder endnu lader meget tilbake at ønske. Veidirektoren har derfor været inde paa den tanke at foreslaa, at der fra statsmagternes side stilles som betingelse for bevilgning til nye eller til omlægning av gamle hovedveier, at der vedtages en hensigtssvarende veiplakat.

---

Av de ældre kjøreforsøksresultater fremgik tydelig hvilken gunstig indflydelse særlig økningen av hjulradien øvet paa trækraften.

Veidirektøren har derfor fundet det at være av interesse baade nærmere at studere dette forhold ved anvendelse av endnu høiere hjul end ved kjøreforsøkene i 1903-04 og i det hele at supplere de dengang indvundne erfaringer med hensyn til trækraftens avhengighet av fælgbredde, hjulhoide m. v.

Ved de ældre kjøreforsøk blev kun benyttet en av veivæsenet konstruert normalvogn og normalkjærre. Veidirektøren antok derfor, som meddelt i cirkulærskrivelse av 23. aug. 1912, at det ved denne anledning ogsaa vilde ha sin interesse at anstille kjøreforsøk med karakteristiske typer av kjøretøier fra forskjellige kanter av landet.

De internationale veikongresser 1910 og 1913 har ogsaa uttalt sig for at der i de forskjellige land blev gjort supplerende forsøk paa dette omraade for nærmere at studere det heldigste forhold mellem belastning, fælgbredde og hjulhoide. (Kfr. »Meddelelser fra veidirektøren« nr. 16 og nr. 21).

Ved Stortingets beslutning av 12. juni 1913 blev der stillet midler til veidirektørens raadighet, saaledes at de nye kjøreforsøk kunde paa-begyndes høsten 1913. De blev fortsat vaaren og høsten 1914, med endel supplerende forsøk vaaren 1915.

Det efterfølgende er tildels at betrakte som et supplement til den detaljerte beskrivelse i »Meddelelse fra veidirektøren« nr. 4 og maa derfor sammenholdes med denne.

### 1. Nye kjøreforsøk med veivæsenets vogn og kjærre.

Ved disse kjøreforsøk benyttedes de samme *kjøretøier* som ved forsøkene 1903-04, nemlig den i meddelelse nr. 4 beskrevne vogn og kjærre. Forsøkene utvidedes til at omfatte prøvning med høiere hjul end tidligere benyttet.

I den anledning anskaffedes nye hjulpar med følgende dimensioner og vegt:

Diameter i cm.	Fælgbredde i cm.	Vegt pr. hjul i kg.
120	4	29,2
	10	66,0
	12	71,7
135	4	34,5
	8	60,7
	10	73,9
	12	79,4

*Kjørebane*erne var ogsaa de samme, som ved kjøreforsøkene i 1903 —04 nemlig:

1. Fast grusbane.
2. Solet grusbane.
3. God pukstensbane.

Ved velvillig imøtekommenhet fra Akershus pladskommandantskaps side kunde forsøkene ogsaa denne gang utføres paa de tidligere benyttede kjørebaneer paa Fæstningspladsen og Kontraskjæret.

Angaaende banernes tilstand under forsøkene bemerkes:

1. *Fast grusbane.* Ved samtlige forsøk med vogn og kjærre var banen fast og jevn med et ubetydelig støvlag.

Banen svarer til en meget fast, godt vedlikeholdt grusvei eller en pukvei, hvor der gjennom flere aars vedlikehold er paaført overflødige mængder av grus.

Ved forsøkenes begyndelse høsten 1913 var denne bane noget fugtig. For kjørrørens vedkommende gjennomførte man derfor en hel serie forsøk paa banen i denne tilstand idet man herved vilde faa bragt paa det rene, hvilken indflydelse nogen fugtighet paa en forøvrig fast bane øvet paa trækraften.

2. *Solet grusbane.* Ved forsøkene med veivæsenets kjøretoier holdt banen sig noksaa jevn med sole, som i tykkelse varierte mellem 5 og 15 cm. Solen var halvstiv, tykflydende og noget klæbrig. Undergrunden var fast, men ujevn og bestod av mindre sten, grus og sand. Banen kan formentlig sidestilles med vore daarligst vedlikeholdte grusveier.

3. *God pukstensbane.* Banen som var beliggende paa samme sted som tidligere i chaussèen ved Ljan, var av særlig god beskaffenhet, meget fast og jevn uten nævneværdig støvlag. Banen svarer til vore aller bedste pukveier.

---

Forsøkene blev i det store og hele gjennomført paa samme maate som ved de ældre kjøreforsøk.

Saaledes angir de i tabellerne opførte trækkræfter som regel gjennomsnittet av 4 forsøk, idet der kjørt 4 turer med samme hjulkombination og belastning.

Forøvrig iagttoges de samme forsigtighetsregler som tidligere med hensyn til smøring av hjulbøssinger og akseltapper, tilskruing av akselmuttere, kontrol av dynamometer, kjørehastighet m. v.

Der kjørtes efter følgende

Kjøreplan.

Kjøretøi	Hjuldimensioner i cm.			Nettolæs i kg.
	Forhjulshøide	Bakhjulshøide	Fælgbredde	
Vogn	70	90	8	0-600-1200-1800-2400
	90	120	4,8,10,12	
	90	135		
Kjærre	90		8	0-300-600-900-1200
	120		4,8,10,12	
	135			

Paa *fast grusbane* kjørtes med vogn kun indtil 1800 kg. nettolæs og med kjærre indtil 900 kg. nettolæs.

Med kjærre uten fjærer kjørtes paa denne bane ikke nettolæs 0 og 300 kg. Det viste sig nemlig straks, at for de mindste nettolæs kunde man sløife forsøkene *uten* fjærer, idet resultaterne kun helt uvæsentlig avvek fra resultaterne ved kjøring *med* fjærer.

Paa *sølet grusbane* kjørtes likeledes kun indtil 1800 kg. nettolæs med vogn og 900 kg. nettolæs med kjærre og det viste sig, at man ogsaa paa denne bane kunde sløife kjøring med 0 og 300 kg. nettolæs paa kjøretøier uten fjærer.

Paa *god pukstensbane* sløifet man for vognens vedkommende kjøring med 70 cm. høie forhjul, 90 cm. høie bakhjul og 8 cm. bred fælg, og for kjærrens vedkommende kjøring med 90 cm. høie hjul og 8 cm. bred fælg. Begge disse kombinationer blev nemlig prøvekjørt ved de ældre forsøk.

Ved sammenligning mellem nedenfor omhandlede forsøksresultater maa man være opmerksom paa, at det likesom ved de tidligere kjøreforsøk viste sig at lave og smale hjul hadde tendens til at ødelægge veibanen med hjulspor. De høie og brede hjul maatte først utjevne disse spor og de er derfor med hensyn til trækraften blit ugunstigere stillet end om de forskjellige hjulstørrelser var kjørt under fuldkommen ensartede forhold.

### Forsøksresultater.

Den trækraft som er nødvendig for at bevæge et kjøretoi, og dermed ogsaa kjøretoiets transportevne, er avhængig av:

1. Kjøretoiets konstruktion:
  - A. Fælgbredden.
  - B. Hjulhoiden.
  - C. Fjærene.
  - D. Tapfriktionen.
  - E. Trækraftens heldningsvinkel.
2. Kjørebanen:
  - A. Veidækket.
  - B. Stigningen.
3. Belastningen.
4. Kjøreastigheten (luftmotstanden)

Under henvisning til, hvad der om ovennævnte punkter utførlig er omhandlet i »Meddelelser fra veidirektøren« nr. 4, er nedenfor anført, hvad der i den senere tid er fremkommet av nyt paa dette omraade, samt et resumé av resultaterne fra veidirektørkontorets nye kjøreforsøk.

#### 1. Kjøretoiets konstruktion.

##### A. Fælgbredden.

Spørsmålet *smal eller bred fælg* har ofte været diskutert, og der foreligger herom et noksaa omfattende stof som næsten i alle tilfælder gaar i favor av brede fælger. (Man ser i det efterfølgende ganske bort fra den store rolle bred fælg spiller for veibanens beskaffenhet og omhandler kun bred og smal fælgs stilling til trækraften).

Forokelsen av fælgbredden utover en viss grænse synes dog ikke at være fordelagtig. Denne grænse har en engelsk kommission under forsæte av Thornyeroft fundet at være ca. 23 cm. (Zeitschr. f. Transportwesen und Strassenbau 1904, side 103).

Næsten alle forfattere synes at være enig om, at anvendelsen av meget bred fælg betinges av, at underlaget tillater en jevn anliggen av hele bredden  $\sigma$ : underlaget maa være elastisk og forholdsvis blott. Ved godt vedlikeholdte chausseer vil derfor den meget brede fælg i mange tilfælder ikke være at foretrække, naar man udelukkende ser hen til trækraften. Da nemlig den hele bredde ikke altid ligger an mot underlaget og saaledes ikke er fuldt effektiv, stiller den smale, lettere fælg sig gunstigere.

Ogsaa ved meget bløte eller løse veier med fast undergrund, hvor hjulene trænger gjennom det øverste lag ned til undergrunden og hvor det løse materiale foran hjulene maa skyves tilside under bevægelsen fremover, sier det sig selv, at de bredfælgede hjul ikke er gunstige for trækraften.

Hvis derimot undergrunden ved meget løse veier ikke er fast, saa er de brede fælger gunstigere idet de frembyr en større anlægsflate mot veibanen. Hjulene trykkes derfor ikke saa langt ned i denne som de smalfælgede hjul og er følgelig lettere at trække fremover.

---

Ved en landbruksutstilling, som blev avholdt i Deventer (Holland) i 1909, blev der paa foranledning av den hollandske turistklub foranstaltet en række trækraftforsøk, som frembød adskillig av interesse. (Kfr. »Meddelelser fra veidirektøren« nr. 16, side 121 og 122).

I anledning av disse forsøk blev der fremstillet følgende kjørebaner:

1. *Pukbane*, som bestod øverst av et 10 cm. tykt lag haard feldspatrik puk, hvorunder et 10 cm. tykt lag med teglmurstensstykker i kultstørrelse. Herunder var der atter et lag av hel teglmursten lagt paa breidsiden.
2. *Grusbane*. Øverst 14 cm. grus, derunder de foran beskrevne lag av murstenspuk og hel mursten.
3. *Sandbane*.
4. *Lerbane*.

De to sidstnævnte baner fremstilledes paa steder, hvor undergrunden bestod henholdsvis av sand og lere idet terrænget blev befridd for torv og avjevnet.

Samtlige baner valesedes.

Paa disse kjørebaner blev følgende forsøk utført:

I. Først blev utført en serie forsøk til bestemmelse av trækraften, mens banerne var nye og tørre.

Hertil benyttedes en tung melkevogn, som kunde kjøres med to forskjellige sæt hjul henholdsvis med 5 og 10 cm. brede fælger. Vognens »dødvegt« (o: vegt av vogn med hjul, observatør, kusk og maaleapparat) var 905 kg., naar hjul med 10 cm. bred fælg anvendtes og 775 kg. naar hjul med 5 cm. bred fælg anvendtes.

Paa puk- og grusbanen kjørttes der nettolæs paa 200, 500, 750 og 1000 kg. mens der paa sand- og lerbanen kun kjørttes nettolæs paa 0, 200, 400 og 600 kg.

Som resultat av forsøkene under gruppe I fremgik, at 10 cm.



bred fælg paa *puk-* og *grusbane* som regel fordret en noget større trækraft end 5 cm. brede fælger.

Som det vil fremgaa av den foran meddelte specificasjon av veidækket, var dette paa grund av sin sterke bygning og som følge av valsningen meget stivt og uelastisk og det var derfor ikke at vente, at den brede fælg skulde vise sig gunstigere med de forholdsvis smaa belastninger, som blev kjørt.

Paa *sand-* og *lerbane* var derimot 10 cm. bred fælg avgjort overlegen.

Paa grundlag av disse forsøk uttaler forsøkslederen at for de almindelige trafikanter paa veiene — jordbrukerne — skulde ikke valget mellem fælgbredde være tvilsomt. Al kjøring ute paa marken og paa gaardsveier — avlings indkjørsel m. v. — falder nemlig lettere med 10 cm. bred fælg og ved kjøring paa faste, haarde hovedveier spiller ikke valget mellem 5 og 10 cm. bred fælg nogen rolle hvad trækraften angaar.

II. For at iagttå hvordan veiene odelagdes under trafikken, blev de forannævnte nye, tørre kjørebaner under stadig vanding befaret med tunge bruksvogner hvorav den ene hadde hjul med 5 cm. brede fælger, den anden hjul med 10 cm. brede fælger. Samlet vekt av vogn og belastning var 2000 kg.

Av resultatene hitsættes:

Paa *pukbanen* viste der sig efter 50 ganges kjøring over samme distanse ikke tegn til hjulspor efter vogn med 10 cm. brede fælger, mens vogn med 5 cm. brede fælger efter samme antal turer efterlot lettere hjulspor — tegn til en begyndende odelæggelse.

Paa *grusbanen* blev der dype hjulspor efter 36 ganges kjøring med 10 cm. brede fælger *i samme spor*. Det samme var ogsaa tilfældet ved vogn med 5 cm. brede fælger. Efter 36 turer i samme spor, var der opstaaet hjulspor, som dog var betydelig dypere og farligere end ved 10 cm. brede fælger.

Paa en vei med 15 cm. tykt dække av *stenkulslagg* — altsaa betydelig svakere konstruert end grusveien — kjørtes 30 turer med samme vogn, men *ikke* i samme spor. Herunder viste det sig, at veibanen forblev uforandret.

Paa *sand-* og *lerbanen* virket 10 cm. brede fælger som valse ved belastninger indtil 1200 kg. mens 5 cm. brede fælger efterlot store furer.

Ved belastninger over 1200 kg. fremviste begge fælgbredder store hjulspor — 10 cm. brede fælger dog mindst.

*Forsøkene viste saaledes tydelig, at hjul med 5 cm.s fælg skader veibanen mere end hjul med 10 cm.s fælg. Det fremgik ogsaa, at kjøring i samme spor hurtig odelægger selv en god veibane.*

III. Paa disse fugtige og beskadigede kjørebaner blev der saa atter utført en serie trækforsøk med den foran nævnte melkevogn.

Av interesse er det at iagttå hvor meget større trækraft, der utfordredes for det samme læs, efterat banen var ødelagt ved kjøring med tunge læs.

Paa grusbane steg saaledes kraftforbruket med indtil 100 %.

Forøvrig fremgik det, at paa *pukkbanen* var 5 cm. bred fælg noget lettere at trække, end 10 cm. bred fælg, mens forholdet paa *grusbane* var omvendt. 10 cm. bred fælg var her som regel gunstigere.

Paa *sandbane* krævet 5 cm. bred fælg noget mindre trækraft end 10 cm. bred fælg. Da de brede fælger er gunstigere for veibanen, uttaler forsøkslederen, at disse bør foretrækkes, da det ogsaa er i trafikanternes interesse at veibanen bevares.

Paa *lerbane* viste den brede fælg sig avgjort overlegen. Den krævet fra 28 til 52 % mindre trækraft end smal fælg.

Forsøkslederen sammenfatter resultatene av trækraftsforsøkene i følgende konklusion:

*Ombytning av smale fælger med brede bør ikke møte motstand fra trafikanternes side. I flerheten av tilfælder vil trafikanterne ha fordel av ombytningen fordi læssets størrelse kan økes samtidig med at hestens trækraft bedre utnyttes. I alle fald vil veiens tilstand bli bedre og utgifterne til vedlikeholdet mindre.*

---

Av resultatene fra *veidirektørkontorets kjøreforsøk* hitsættes under henvisning til de bakerst i heftet gjengivne farvetrykte grafiske plancher, I, II og III\*):

*Fast tør grusbane.* Anvendelse av 4 cm. bred fælg stiller sig ved *vognen* i de aller fleste tilfælde uheldig. Denne iagttagelse falder sammen med de erfaringer, man gjorde ved de ældre forsøk. Naar bakbjulene er 135 cm. høie, er 10 cm. bred fælg tildels ogsaa mindre heldig.

8 cm. er derimot gjennomgaende den bedste fælgbredde, man kan anvende naar man kun tar hensyn til trækraften. I forhold til denne kræver 4 cm. bred fælg optil 31 % større trækraft.

Ved kjøring med *kjærre* er det ganske karakteristisk at iagttå de brede fælgers overlegenhet overfor de smale, omend kurverne for de forskjellige fælgbredder dog i de fleste tilfælder falder noksaa nær hinanden. Det fremgaar tydelig, at naar fælgbredden mindskes, økes trækraften.

---

\* ) Baade paa disse og andre grafiske plancher i dette hefte er kurverne git et retlinjet forløp mellem de enkelte observationer. Dette stemmer selvfølgelig ikke ganske med virkeligheten, men antages at gi et riktig billede av forholdet.

Kurverne for kjarretransport viser endvidere at man opnaar mere ved at øke hjulhoiden end ved at øke fælgbredden.

Ved forsøkene med kjarre paa en noget *fugtig* grusbane, viste 8 cm. bred fælg sig gjennemgaaende at være heldigst og 4 cm. bred fælg at være uheldigst. For 120 cm. høie bakhjul spillet fælgbredden mindre rolle; for 135 cm. høie bakhjul derimot større.

Paa fugtig bane krævedes gjennemsnitlig omtrent *dobbelt* saa stor trækraft som paa tør bane.

*Sølet grusbane.* Ved *vognkjørsel* blev iagttaget, at de smaleste (4 og 8 cm. brede) fælger ved 120 cm. høie bakhjul stillet sig omtrent likt hvad trækraft angaar, og betydelig bedre end de øvrige fælgbredder. Disse smale fælger viste op til 26 % mindre trækraft end de brede fælger.

Ved 135 cm. høie bakhjul spiller fælgens bredde mindre rolle, naar undtages, at 8 cm. bred fælg er en god del ugunstigere end de øvrige fælgbredder.

Ved *kjarrekjørsel* springer det straks i øinene, hvor let de 4 cm. brede fælger løper, baade ved 120 og ved 135 cm.s hjulhoide.

De øvrige fælgbredders fordelagtighet veksler ved 120 cm. høie hjul. Er hjulene 135 cm. høie øker trækraften, naar fælgbredden økes.

Paa sølet grusbane spiller fælgens bredde større rolle end ved fast grusbane.

De bredeste fælger viser sig gjennemgaaende uheldigere end de smale, hvilket vel for en væsentlig del maa tilskrives den større adhæsion som den halvstive noget klæbrige søle bevirket ved de brede hjul.

Ved mere tyndtflytende søle, antages de brede fælger at stille sig gunstigere.

Kfr. forsøkene 1903—04.

*God pukstensbane.* Paa denne bane synes fælgbredden at spille en mindre rolle.

Ved kjoring med *vogn* er 8 cm. bred fælg gunstig, naar bakhjulene er 120 cm. høie, men ugunstig naar bakhjulene er 135 cm. høie.

Ved 120 cm. høie bakhjul er 4 cm. bred fælg ugunstig, idet den trænger op til 65 % større trækraft end 8 cm. bred fælg.

Ved *kjarrekjørsel* er fælgbreddens indflydelse vekslende. Den smaleste (4 cm.) og bredeste (12 cm.) synes gjennemgaaende at stille sig bedst, men i det store og hele synes som foran nævnt fælgens bredde at ha liten indflydelse paa trækraften.

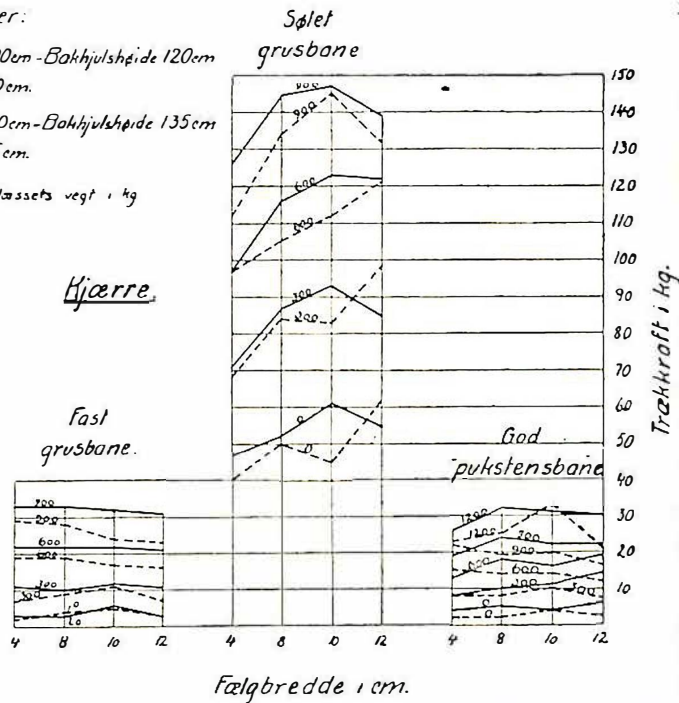
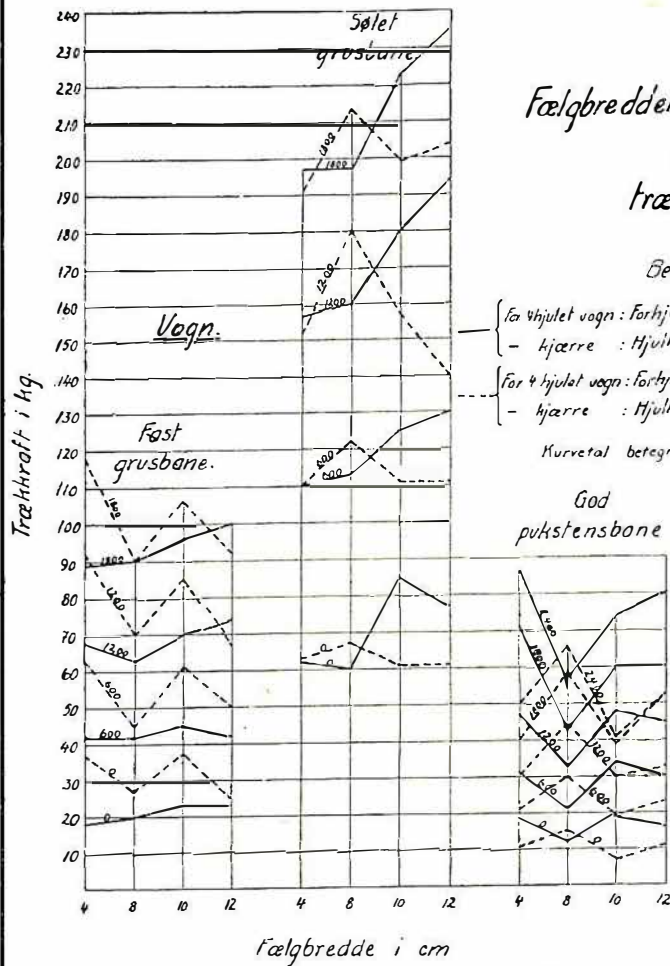
Paa side 12 er grafisk sammenstillet de forskjellige fælgbredders indflydelse paa trækraften ved kjoretøier med fjærer.

# Følgbreddens indflydelse paa trækraften.

Betegnelser:

- { for 4 hjulet vogn: Forhjulshøjde 90cm - Baghjulshøjde 120cm
- Hjørre : Hjulshøjde 120cm.
- { for 4 hjulet vogn: Forhjulshøjde 90cm - Baghjulshøjde 135cm
- Hjørre : Hjulshøjde 135cm.

Kurvetal betegner nettolastets vægt i kg



## B. Hjulhøiden.

Tidligere forsøk har vist, at trækraften avtok betraktelig ved økning av hjuldiameteren.

Ved forsøk i England med 60 og 85 cm. høie hjul viste trækraften sig at være betydelig mindre ved de sidste end ved de første. Forsøkene blev utført paa god macadam og paa granitplastret gate. (Zeitschr. für Transportwesen und Strassenbau 1904 — side 105).

I aarene 1906 og 1908 har daværende avdelingsingenior Barth foretat endel kjøreforsøk for at sammenligne en av ham konstruert gruskjærre med krum aksel og stor hjulhoide og en almindelig gruskjærre (bikvogn) med ret aksel og almindelig hjulhoide.

Vegten av veivæsenets kjærre var 280 kg., mens den almindelige type kun veiet 150 kg. Hjulhoide og fælgbredde var henholdsvis 135 cm. og 8 cm. for veivæsenets og 100 cm. og 7 cm. for den almindelige gruskjærre.

Forsøkene i 1906 blev utført paa ny, fast pukbane, hvor der daglig var stor trafik.

I 1908 benyttedes den samme bane, som da var litt fugtig og noget slitt.

Resultaterne av trækraftsforsøkene fremgaar av den grafiske fremstilling, side 14.

Det vil sees at veivæsenets kjærre, tiltrods for den næsten dobbelt saa store egenvegt krævet betydelig mindre trækraft end den almindelige gruskjærre, idet man opnaadde fra 14—34 % besparelse ved omtrent samme fælgbredde.

Av de ved veidirektørkontorets seneste kjøreforsøk indvundne erfaringer angaaende *hjulhøidens* indflydelse hitsættes under henvisning til plancherne I, II og III.

*Fast grusbane.* Det fremgik av de tidligere forsøk, at en økning av hjulhøiden for 4-hjulet *vogn* fra 45 og 70 cm. til 70 og 90 cm. bevirker en ikke ubetydelig formindskelse av trækraften.

Efter de sidste forsøk synes yderligere økning av hjuldiameteren for denne banes vedkommende ikke at formindskes trækraften, men heller at virke i ugunstig retning.

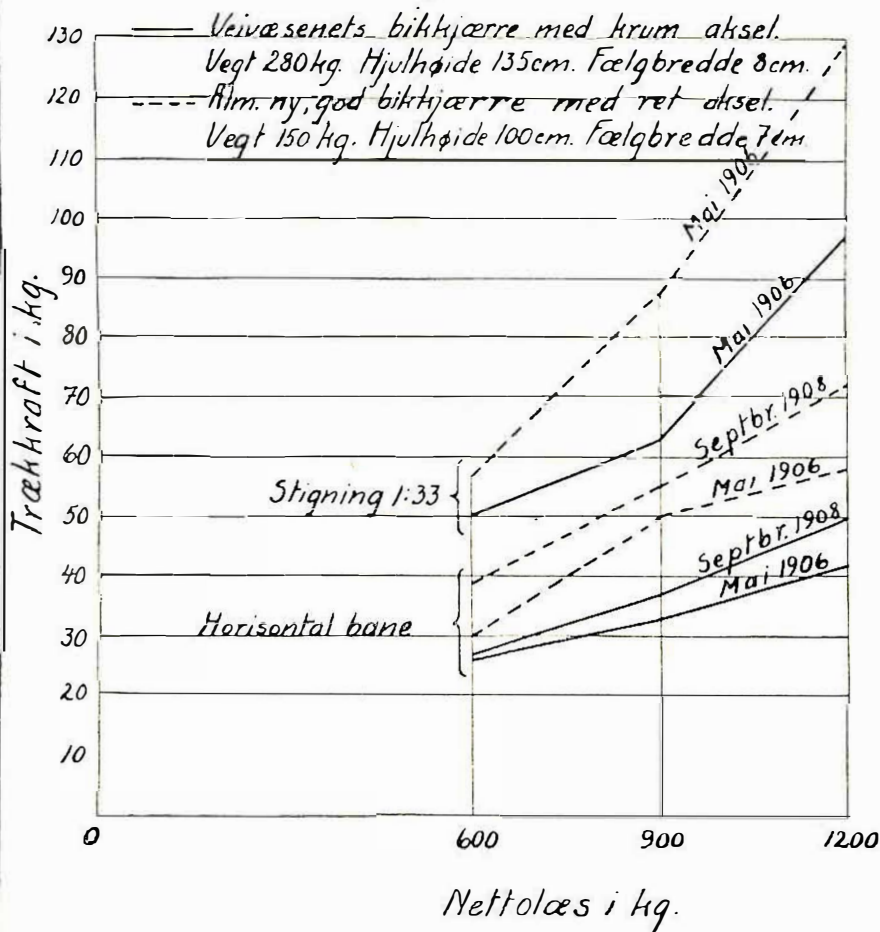
For *kjærrens* vedkommende derimot fremgaar det tydelig, at jo høiere hjulene er desto mindre blir trækraften. Dette falder sammen med, hvad der iagttoges ved ovennævnte kjøreforsøk i Søndre Trondhjems amt.

135 cm. høie hjul viser op til 36 % besparelse sammenlignet med 120 cm. høie hjul.

# Trækforsøk med gruskjærrer ved veianlægget Aune - Stekren i S. Trondhjem.

Forsøkene er i 1906 utført paa ny, fast pukbane, hvor der foregik stor trafikk. Ved forsøkernes gjentagelse i 1908 var veibanen litt fugtig og litt mere slitt end i 1906. Begge aar var dog veibanen særdeles god.

## Betegnelser:



En økning av hjulhoiden utover 135 cm. vilde vistnok gi endnu større besparelse; men kjærrens konstruktion maatte da formentlig samtidig forandres; kfr. hvad herom senere er anført.

Ved den forsøksserie som kjørtes med kjærre paa en noget fugtig bane, gaar resultaterne i samme retning naar kjærren har fjærer. De høieste (135 cm.) hjul er da absolut overlegne. Ved kjærre uten fjærer spiller derimot hjulhoiden mindre rolle.

Av kjærreforsøkene fremgaar det ogsaa, at hjulhoidens indflydelse stiger med belastningen.

Som omtalt under avsnittet *følgbredde* er økning av hjulhoiden mere at anbefale end økning av følgbredden, hvis man er henvist til valget mellem en av disse to ting.

Samme resultat kom man til ved de ældre forsøk.

*Solet grusbane.* Ved *vognkjørsel* er de høieste (135 cm.) bakhjul fordelagtigst for følgbredderne 10, 12 og tildels 4 cm. Besparelsen i trækraft sammenlignet med de lavere (120 cm. høie) hjul er op til 28 %

For 8 cm. brede fælger er 120 cm. høie bakhjul at foretrække med op til 14 % indvunden trækraft i forhold til 135 cm. høie hjul.

Begge bakhjulshoier, 120 og 135 cm., synes at kræve mindre trækraft end den ved de gamle kjøreforsøk anvendte bakhjulshoie 90 cm.

Ved *kjærrekjørsel* er 135 cm. høie hjul, naar 12 cm. bred fælg tildels undtages, avgjort overlegne overfor 120 cm. høie hjul. Indvunden trækraft maksimalt 26 %.

Man skulde anta, at en yderligere økning av hjulhoiden vil formindske trækraften endnu mere ialfald for de smaleste fælgers vedkommende.

*God pukstensbane.* Ved *vognkjørsel* er — naar undtages 8 cm. bred fælg, for hvilken 120 cm. høie hjul tildels er fordelagtigst — 135 cm. høie bakhjul heldigst. Det fremgaar, at hjulhoidens indflydelse stiger med belastningen og at hjulhoiden over størst indflydelse naar vognen har fjærer.

Antagelig vil endnu høiere bakhjul end 135 cm. vise sig fordelagtigere.

Ved *kjærrekjørsel* spiller hjulhoiden liten rolle. Resultaterne av forsøkene peker dog i retning av, at 135 cm. høie hjul — og muligens endnu høiere hjul — er fordelagtig særlig ved større belastninger.

---

I sin almindelighet kan det saaledes fastslaaes, at høie hjul over en avgjort gunstig indflydelse paa trækraften. Særlig er dette ioinefal-

dende ved kjøring med kjærre, hvilket resultat falder sammen med hvad der iagttoges ved de ældre kjøreforsøk.

Ved sammenligning fremgaar det tydelig, at hjulhoiden for trækraftens vedkommende spiller en større rolle end fælgbredden.

### C. Fjærene.

Av de tidligere kjøreforsøk fremgik at anvendelsen av fjærer under ellers like forhold formindsker trækraften noget, dog uvæsentlig for smaa læs paa grusbane men mere for læs paa haard, knudret bane.

---

Ved veivæsenets nye kjøreforsøk er der gjort følgende iagttagelser med hensyn til fjærers indflydelse paa trækraften:

*Fast grusbane:* Anvendelse av fjærer ved *vognkjørsel* viser gjennomgaaende ingen besparelse i trækraft.

En undtagelse herfra findes for 4 cm. bred fælg, naar 120 cm. høie bakhjul anvendes. Fjærerne har da størst indflydelse ved de mindste nettolæs og kan gi op til 42 % besparelse i trækraft.

Ved 135 cm. høie bakhjul opnaes ved 12 cm. bred fælg ogsaa nogen besparelse ved midlere belastninger.

Ved *kjærre* spiller heller ikke fjærer nogen avgjørende rolle, naar banen er fast og tør. Ved de høieste (135 cm.) hjul spares dog noget i trækraft ved de bredeste (10 og 12 cm.) fælger, naar fjærer brukes.

Ved noget overflatefugtig fast grusbane over ikke fjærer nogen gunstig indflydelse paa trækraften ved 120 cm. høie hjul. Ved 135 cm. høie hjul derimot gir anvendelse av fjærer gode resultater ved alle fælgbredder med undtagelse av 4 cm. bred fælg. Besparelsen ser ut til at stige med belastningen og kan naa op i 35 %.

*Sølet grusbane.* Fjærer synes ikke at ha nogen større indflydelse paa trækraftens størrelse.

Ved *vogn* med 120 cm. høie bakhjul og 10 cm. brede fælger samt ved vogn med 135 cm. høie bakhjul og 12 cm. brede fælger spares dog ved midlere nettolæs noget i trækraft naar fjærer brukes. Det samme er tilfældet ved 135 cm. høie bakhjul med 4 cm. bred fælg ved de største belastninger.

Ved kjøring med *kjærre* gir fjærer ved de smaleste (4 og 8 cm.) fælger og ved begge hjulhoider gjennomgaaende nogen besparelse i træk-



kraft. Det samme kan man iagttå for 135 cm. høie hjul med 12 cm fælgbredde ved største nettolæs. Ellers spiller fjærer liten rolle.

*God pukstensbane.* Heller ikke paa denne bane viser anvendelse av fjærer nogen større besparelse i trækraft.

Ved *vogn* med 120 cm. høie bakhjul og 8 cm. fælgbredde spares dog endel, likesaa ved vogn med bakhjul 135 cm. og med 4, 10 og 12 cm. brede fælger. 4 cm. bred fælg gir den største besparelse, maksimum 25 %.

Ved *kjærre* med 120 cm. høie hjul 10 cm.s fælgbredde gir fjærer en betragtelig trækraftbesparelse.

Forøvrig bevirker fjærer nogen besparelse i trækraft ved 4 cm. fælgbredde og mindre belastninger samt ved 12 cm. fælgbredde og større belastninger.

Gjennemgaaende viser saaledes anvendelse av fjærer liten besparelse i trækraft sammenlignet med hvad man fandt ved de ældre forsøk. Dette skulde tyde paa, at kjørebanerne var jevnere ved de sidste kjøreforsøk end ved forsøkene i 1903—04 og har vel ogsaa sin grund i at der ved de nye kjøreforsøk kun blev anvendt hjul av forholdsvis stor høide.

Likeoverfor *slitage* paa veibanen kunde man under forsøkene ikke merke, at fjærer øvet indflydelse i nogen retning. Vognen med smal-fælgede hjul og fjærer skadet veibanen mere end vognen med noget bredere hjul *uten* fjærer.

Anvendelse av fjærer kan derfor kun betegnes som en gavnlig foranstaltning, naar ikke samtidig fælgbredden mindskes.

#### D. Tapfriktionen.

Idet henvises til hvad der herom er anført i »Meddelser fra veidirektøren« nr. 4 og nr. 7 bemerkes, at man — i likhet med hvad der blev gjort ved de tidligere forsøk, — heller ikke ved behandlingen av disse forsøksresultater har tatt noget hensyn til tapfriktionen.

Som paavist i nævnte meddelser er nemlig denne motstand mot bevægelsen i hvert fald meget liten og konstant for samme hjulhøide og belastning.

Av den i meddelelse nr. 4 opstillede formel for beregning av tapfriktionen fremgaaer, at denne motstand er omvendt proportional med hjulradien.

Det er saaledes heldig at anvende *høie hjul*.

### E. Trækkraftens heldningsvinkel.

Trækkraftens heldningsvinkel mot veibanen antages indenfor visse grænser at ha liten indflydelse paa trækkraften.

Som anført i meddelelse nr. 4 vil en teoretisk betragtning over dette forhold vise, at den i træктаugenes retning nødvendige trækkraft blir mindst mulig, naar tangens til træктаugenes heldningsvinkel er lik vedkommende kjørebanes motstandskoefficient.

Av praktiske hensyn tør muligens en noget større vinkel være heldigere. Ved litt steilere drag får trækkraften ogsaa en større vertikal komponent, som tynger paa hesten. Denne komponent bevirker igjen større adhæsion mellem hesten og veibanen, hvilket kan være heldig.

Forholdet kan neppe beregnes.

Man er forøvrig ved bestemmelse av heldningsvinkelen som regel delvis bundet av kjøretoiets konstruktion.

## 2. Kjørebanel.

Det sier sig selv, at kjørebanelens art er av overordentlig betydning for trækkraften.

### A. Veidækket.

Som det tydelig vil fremgaa av de grafiske plancher over trækkraftens størrelse, spiller veidækkets art og tilstand en avgjørende rolle.

For vogn med fjærer med et nettolæs av 1800 kg. stiller saaledes trækkraften sig som nedenfor anført paa de forskjellige baner for en hjulkombination 90—120—8. \*)

Fast grusbane	90 kg.
Sølet grusbane	197 kg.
God pukstensbane	57 kg.

Paa en og samme bane stiller trækkrafterne sig ogsaa vidt forskjellig eftersom banen er *fugtig eller tør*. Dette fremgaa av den grafiske fremstilling side 14, hvor forsøkene i 1906 er utført paa en ny tør pukbane, mens forsøkene i 1908 er foretat paa samme bane, som da var noget slitt og litt fugtig. Som det sees, falder trækkrafterne paa den noget fugtige bane adskillig større end paa den tørre bane.

Endnu mere fremtrædende er forholdet ved de nye kjøreforsøk med

\*) Hvor denne betegnelsesmaate i det følgende for korthets skyld er anvendt, betegner 1ste tal forhjulshøide, 2det tal bakhjulshøide, 3dje tal fælgbredde, alt i cm.

kjærre paa fast grusbane. De forskjellige serier som her kjørt, viste at trækkræfterne paa tør bane var gjennemsnitlig ca. 50 % lavere end trækkræfterne paa fugtig bane. Jfr. planche II og III.

### B. Stigningen.

I meddelelse nr. 4 blev paavist hvordan man ved en ganske enkel beregningsmaate kunde finde trækraften, naar veien laa i stigning.

For at kontrollere beregningens rigtighet lot veidirektoren den gang ogsaa utføre nogen trækkræftforsøk i stigninger, og det viste sig at resultaterne omtrent noiagtig faldt sammen med de resultater, man hadde fundet ved beregning.

Man har derfor ved nærværende anledning fundet det upaakrævet at foreta kjøreforsøk i stigninger, idet man ved benyttelse av nedenstaaende formel, som ogsaa benyttedes ved de gamle kjøreforsøk, let kan regne sig til trækraften i stigning, naar man kjender trækraften paa horisontal bane.

$$K = Q \cdot m + Q \operatorname{tg} \alpha.$$

Her betegner:

$K$  = trækraften i stigning

$Q$  = læssets vegt (inkl. kjøretoiet)

$m$  = motstandskoefficienten

$\alpha$  = banens vinkel med horisontalen

$Q \cdot m$  representerer trækraften paa horisontal bane, mens  $Q \cdot \operatorname{tg} \alpha$  betegner stigningens indflydelse.

Til supplering av de kjøretoivegter, som er opfort i meddelelse nr. 4 anfores her vekten av vogn og kjærre med de nye hjul, man ved denne anledning har prøvet.

Vognens overstel veiet 330 kg., kjærrens 180 kg.

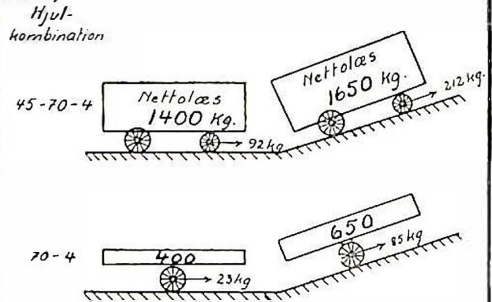
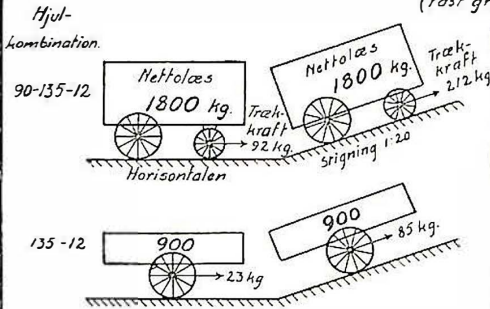
Fælgbredde i cm.	Vognens vegt		Kjærrens vegt	
	Forhjul 90 cm. Bakhjul 120 cm.	Forhjul 90 cm. Bakhjul 135 cm.	Hjulhøide 120 cm.	Hjulhøide 135 cm.
	kg.	kg.	kg.	kg.
4	434	445	238	249
8	520	530	291	301
10	552	568	312	328
12	593	609	323	339

# Læssets størrelse for samme trækraft ved gunstig og ugunstig køretøikonstruktion.

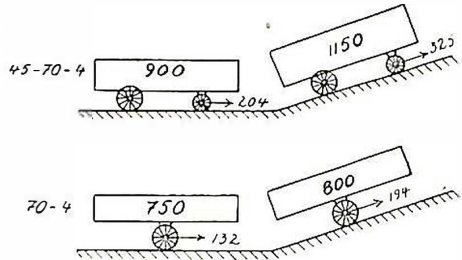
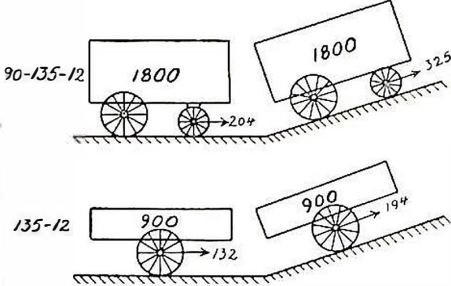
Høje, brede hjul.

Lave, smalle hjul.

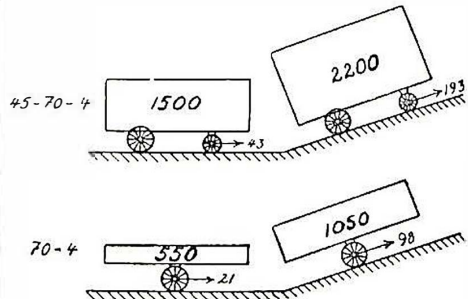
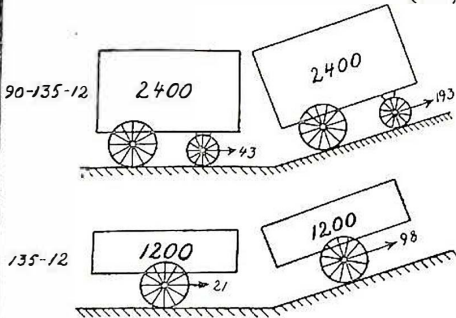
## I. Almindelig landevei. (fast grusbane).



## II. Meget dårlig landevei. (Sølet grusbane)



## III. Meget god landevei. (God pukkstensbane.)



Ved sammenligning mellem resultaterne fra de ældre og de nyere kjoreforsøk har man ved hjælp av foran nævnte formel for beregning av trækraften i stigning skaffet sig den paa side 20 viste sammenstilling mellem et for trækraften *gunstig* kjoretøi med høie, brede hjul og et *ugunstig* kjoretøi med lave og smale hjul.

Sammenstillingen angir tilnærmet, hvilket nettolæs man paa horisontalen og i stigning 1:20 kan transportere ved anvendelse av den samme trækraft for de 2 sorter kjoretøier.

Som det vil fremgaa av figuren, stiller høie og brede hjul sig trods den forøkede vekt av selve kjoretøiet tildels betydelig *gunstigere*, ikke alene paa horisontal vei men ogsaa i stigninger.

Det vil endvidere sees at stigningens indflydelse er forholdsvis større ved godt veidække end ved daarlig.

Paa fast grusbane er saaledes trækraften for vogn i stigning 1:20 ca. det dobbelte av trækraften paa horisontalen, men paa god pukstensbane derimot optil 4—5 ganger trækraften paa horisontalen.

### 3. Belastningen.

Ved at betragte de grafiske plancher over trækraftresultaterne vil man se, at kurverne har et gjennemgaaede jevnt forløp efter en stigende nogenlunde ret linje, hvilket skulde tyde paa, at *trækraften er direkte proportional med belastningens størrelse*, hvad man jo ogsaa efter al sansynlighet skulde vente.

Utenlandske forsøksresultater bekræfter det samme.

### 4. Kjøreastigheten.

(Luftmotstanden)

Ved de forsøk veidirektoren har ladet anstille, var det den hele tid nogenlunde vindstille og da kjoringen foregik i skridt, er den luftmotstand som ellers opstaar ved hurtigere kjørsel, sat ut av betraktning.

I England har man ved forsøk paa brolagt gate iagtatt, at trækraften vokser med hastigheten men noget mindre end proportionalt med denne.

I meddelelse nr. 16 (side 131) findes en oversigt over trækraft ved automobiler. Av denne fremgaaer at trækraften vokser sterkere end proportionalt med hastigheten og at den kan opnaa en størrelse, som er proportional med kvadratet av hastigheten.

**Sammenligning mellem de ældre og de nyere forsøksresultater.**

For om mulig at kunne foreta en saadan sammenligning, har man for kjøretøier med fjærer gjentat en forsøksserie, som tidligere har været utført.

Paa fast grusbane og sølet grusbane kjørtes vognen med forhjul 70 cm., bakhjul 90 cm. høie, kjerren med 120 cm. høie hjul; begge med 8 cm. bred fælg.

Paa god pukstensbane kjørtes om igjen vogn med forhjul 90, bakhjul 120 cm. høie, kjerre med 120 cm. høie hjul; ogsaa i dette tilfælde 8 cm. bred fælg for begge.

Det vil sees, at ældre og nyere resultater for disse serier tildels er meget avvikende. Som regel er trækraften ved de nye forsøk betydelig mindre end tidligere, hvilket som foran nævnt skulde tyde paa, at kjørebaneerne nu var fastere, jevnere og antagelig tørrere end ved forsøkene 1903—04. Som det vil fremgaa av det under avsnittet om *veidækket* anførte angaaende forsøkene med kjerre paa fast grusbane spiller nemlig nogen fugtighet paa banen en ganske stor rolle.

Paa sølet grusbane er forholdet tildels noget anderledes. Ved de lavere belastninger var trækraften i 1903—04 mindre end ved de sidste forsøk; ved de høiere belastninger større. Avvikelserne maa vistnok ogsaa her tilskrives, at banens tilstand under forsøkene har været en anden nu end ved de tidligere forsøk. Selvsagt spiller veidækkets beskaffenhet ved denne bane en endnu større rolle for trækraften end ved de andre baner.

Sammenligner man resultatene fra de ældre og de nye kjøreforsøk for den serie, som er gjentat, faar man nedenstaaende oversigt, hvor ÷ og + betegner, at trækraften ved de nye forsøk er det opførte antal % lavere eller høiere end ved de gamle forsøk.

		Nettolæs i kg.					
		300	600	900	1200	1800	2400
Fast grusbane	Vogn		÷ 30 %		÷ 51 %	÷ 41 %	
	Kjerre	÷ 65 %	÷ 56 %	÷ 49 %			
Sølet grusbane	Vogn		+ 17 %		+ 13 %	÷ 7 %	
	Kjerre	+ 34 %	÷ 15 %	÷ 5 %			
God pukstensbane	Vogn		÷ 34 %		÷ 28 %	÷ 31 %	÷ 14 %
	Kjærre	÷ 37 %	÷ 25 %	÷ 25 %	÷ 18 %		

Ved sammenligningen mellem ældre og nye forsøk har man regnet med disse procenter for at finde hvilke hjulkombinationer i hvert enkelt tilfælde er gunstigst at anvende.

*Fast grusbane.* *Vogn* kræver mindst trækraft, naar hjulstorrelsen er: 70 cm. høie forhjul og 90 cm. høie bakhjul med fælgbredde fra 8 cm. og opover (12 cm. bred fælg gunstigst). Derimot er 4 cm. bred fælg ikke at anbefale; heller ikke 45 cm. høie forhjul med 70 cm. høie bakhjul.

For *kjærrø* er det avgjort fordelagtig at anvende de høieste og bredeste hjul. De bedste hjul er saaledes 135—12, derefter 135—10, 135—8 og 135—4. Efter de høieste hjul følger de næsthøieste (120 cm.) i samme rækkefølge for fælgbreddernes vedkommende.

*Sølet grusbane.* Det viser sig, at høie hjul er ubetinget at anbefale for *vogn*. En forhjulshøide av 90 cm. og bakhjulshøide 120 eller 135 cm. er saaledes meget gunstig for trækraften.

Valget bør staa mellem hjulkombinationerne 90—120—8, 90—135—10 og 90—135—12, som alle hvad trækraft angaar stiller sig nogenlunde ens.

Ved 1800 kg. nettolæs viser forøvrig hjulkombinationen 90—135—4 gunstig resultat med hensyn til trækraft, men da besparelsen i trækraft i forhold til de brede fælger kun utgjør max. 3 % bør den av hensyn til den skade som saa smale fælger gjør paa veibanen, sættes ut av betragtning.

De laveste hjulkombinationer med forhjul 45 og bakhjul 70 cm. er uheldigst.

For *kjærrøns* vedkommende er naar man kun tar trækraften i betragtning den smaleste fælg (4 cm.) avgjort heldigst ved hjuldiameter 90 cm. eller mere. 135 cm. høie hjul er gunstigst. Som foran nævnt kan man dog av hensyn til den smale fælgs odelæggende virkning paa veibanen ikke anbefale denne fælgbredde. Hjulkombinationen 135—8 ligger nærmest og vil paa sølet grusbane maksimalt kræve ca. 20 % større trækraft end 4 cm. bred fælg.

Av sammenligningen med de ældre forsøksresultater fremgaar forøvrig, at 70 og 90 cm. høie hjul gjennemgaaende ikke er saa heldige som 120 og 135 cm. høie.

*God pukstensbane.* For *vogn* er 90 cm. høie forhjul og 135 cm. høie bakhjul med brede fælger heldigst (10 cm. fælgbredde gunstigst).

For *kjærre* er ogsaa de høieste hjul — 120 og 135 cm. — de bedste. Av disse hjul gaar 135—12 lettest.

De lave — 70 og 90 cm. høie — hjul er ikke fordelagtige.

For kjøretøier, som skal trafikere alleslags veier synes følgende hjulkombinationer at være mest hensigtsmæssig:

For vogn 90—135—12 eller 10

For *kjærre* 135—12

Ved disse hjul stiller trækraften sig gjennemgaende gunstigst.

---

Sammenligning mellem forsøksresultaterne viser at *kjærre*transport under like forhold gjennemgaende er gunstigere end transport med vogn. Særlig er dette forhold sterkt fremtredende ved fast grusbane og tildels ogsaa paa god pukstensbane.

En utvidet anvendelse av *kjærre* til landeveistransport synes derfor efter de foreliggende resultater at være at anbefale, saa meget mere, som man ved *kjærre* lettere kan arrangere sig med høie hjul, hvad der efter det tidligere anførte er av væsentlig betydning for økonomisk læskjørsel.

Ved meget høie *kjærre*hjul bør vistnok benyttes krum aksel, saa læsseplanet kommer saavidt lavt, at læssets tyngdepunkt omtrent falder i hjulenes centrum. Herved opnaaes samtidig den fordel at læsset vil hvile vertikalt like tungt paa hesten saavel i stigning som paa flat vei.

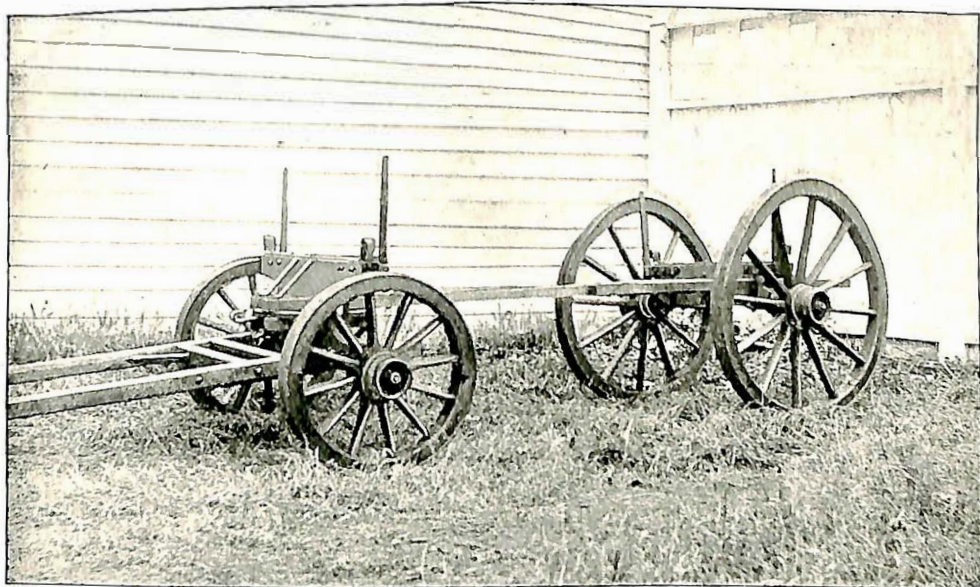
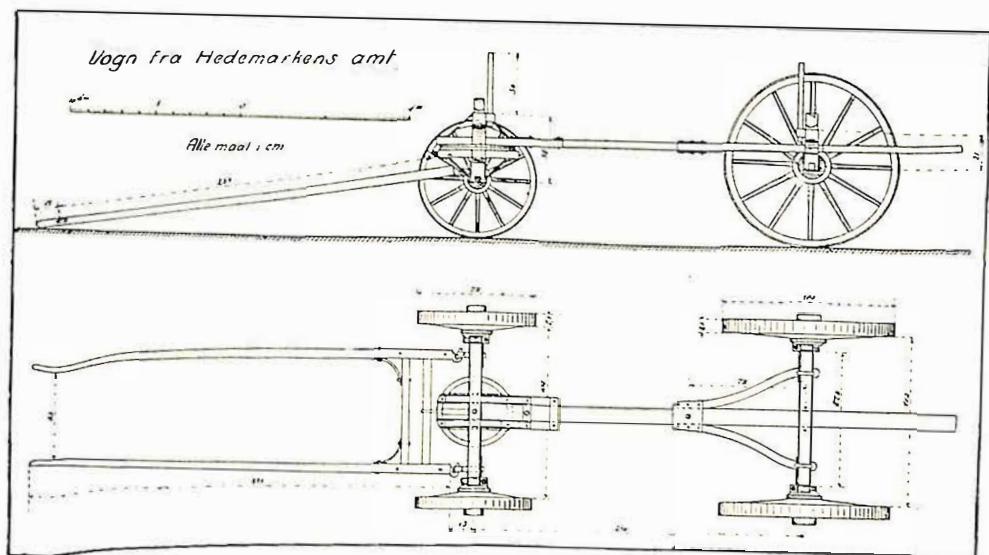
*Kjærre* av denne konstruktion er meget utbredt i Sverige. I Stockholm er saaledes ca.  $\frac{1}{3}$  av læskjøretøierne av denne type. Her hjemme vites ikke systemet forsøkt i større utstrekning. Der henvises dog til avsnittet om hjulhøide, hvori er meddelt resultater fra endel kjøreforsøk, som amtsingeniøren i Søndre Trondhjems amt har anstillet med en *kjærre* av denne type.

## II. Trækforsøk med kjøretøier fra forskjellige kanter av landet.

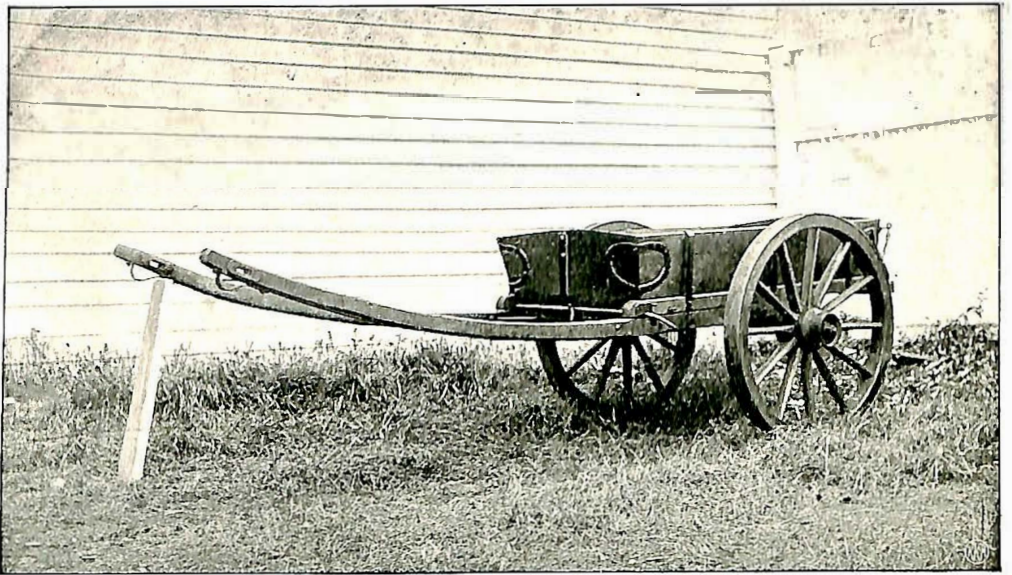
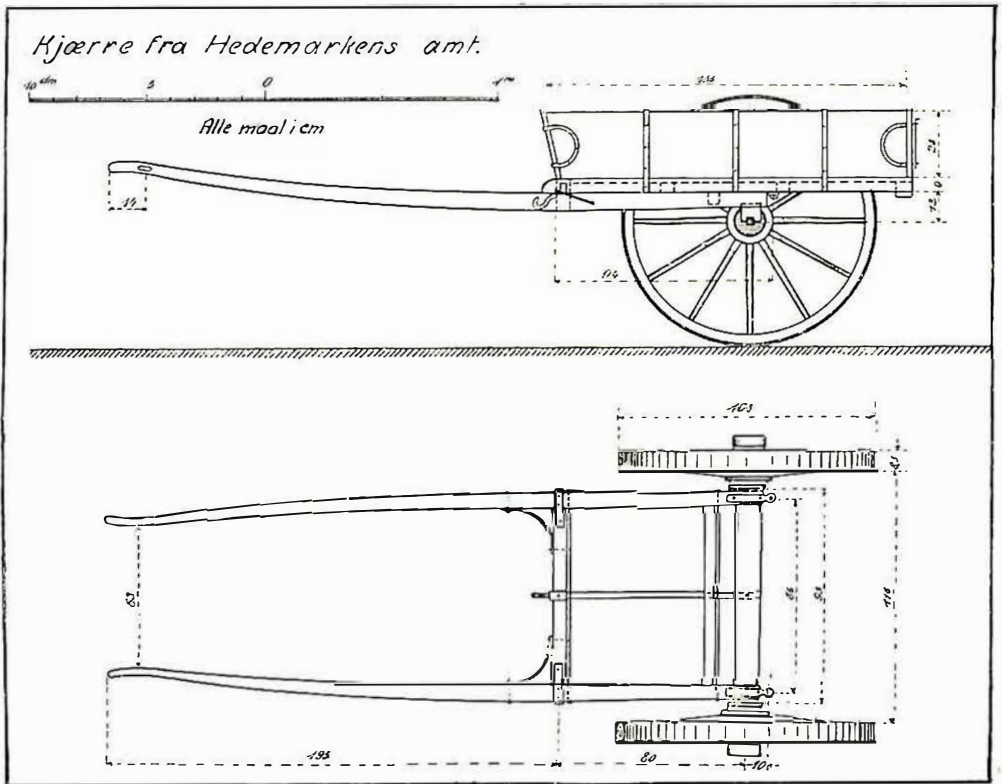
Som allerede i indledningen nævnt har veidirektøren trodd, at det vilde være av interesse at anstille sammenlignende trækraftsforsøk med nogen av de almindeligst benyttede læskjøretøier i landet.

I den anledning blev anskaffet eller velvillig utlaant følgende *kjøretøier*, hvis dimensioner og utseende fremgaar av følgende tegninger og fotografier:

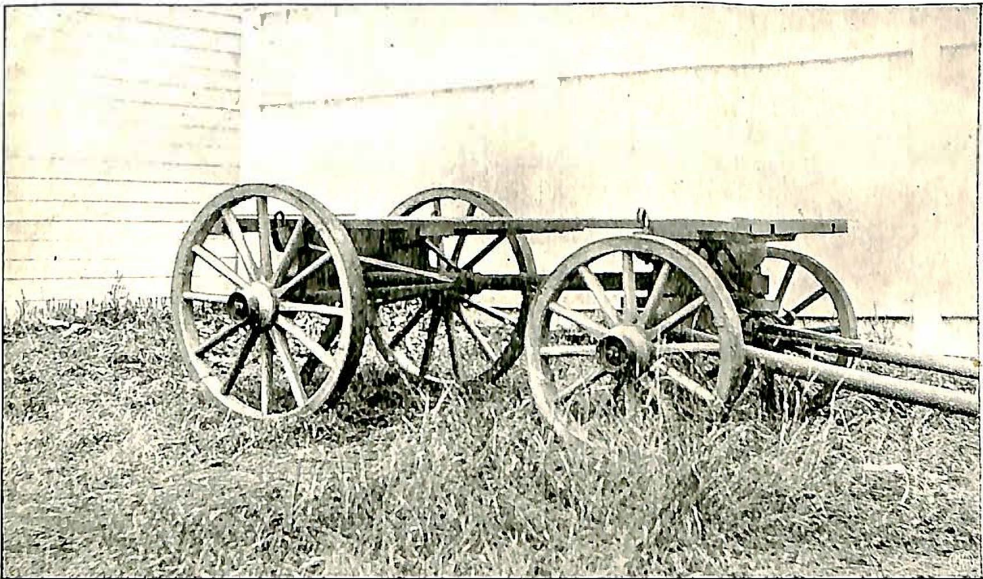
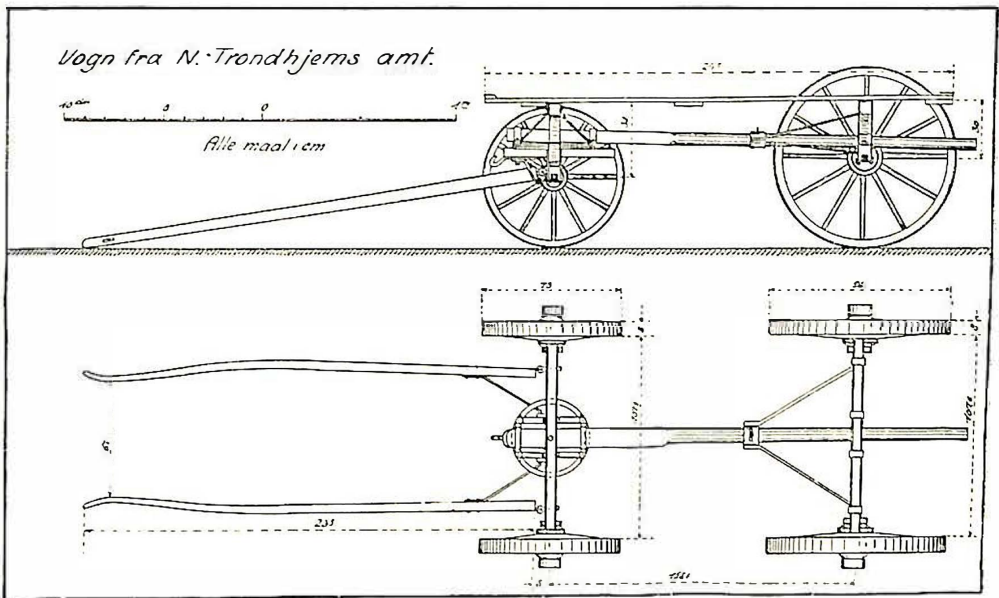




1. Vogn fra Hedemarkens amt. Av interesse for saken stillet en større vognfabrik denne læsvogn til disposition. Vognen var av svensk type og for 1 hest, beregnet for en læsvegt optil 1600 kg.



2. *Kjærre fra Hedemarkens amt*, der som foregaaende kjøretøi var almindelig lagervare, blev ogsaa stillet til disposition av den samme fabrik. Kjørren har en bæreevne av 1200 kg.

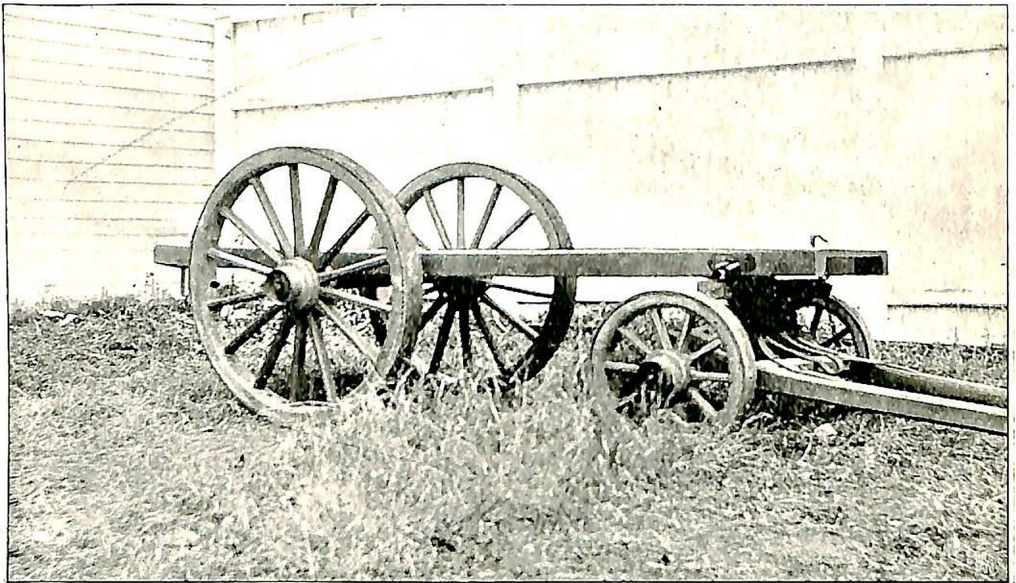
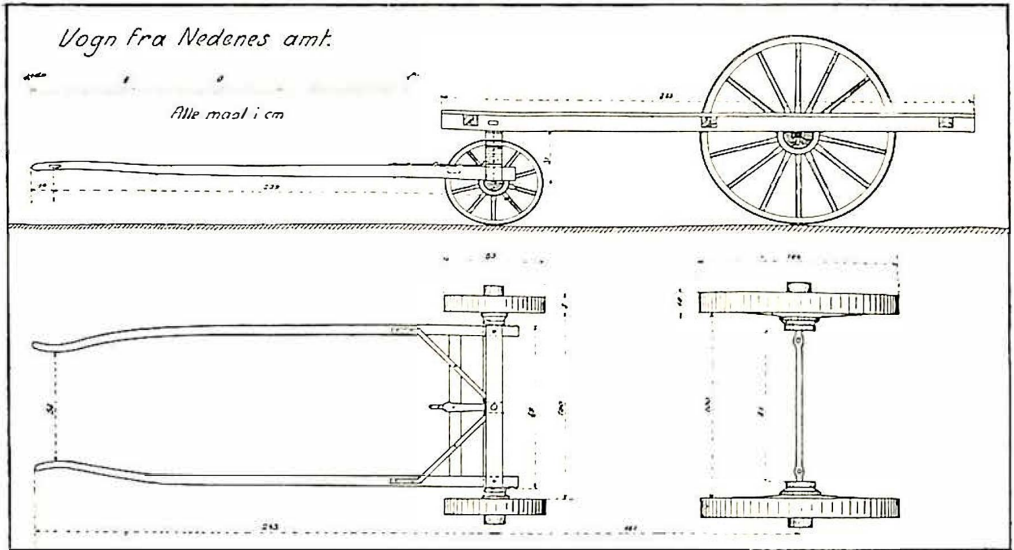


3. *Vogn fra N. Trondhjems amt* blev velvillig utlaant av en av distriktets vognfabrikanter.

Vognen er av en speciel let konstruktion og brukes i almindelighet for læs paa 1000 kg. for 1 hest.

Efter oplysninger fra amtsingeniøren, paastaar kjørere, som har brukt disse vogner, at man med dem kan kjøre ca. 150 kg. større nettolæs end med vogner av anden konstruktion.

Varigheten av en vogn opgives at være ca. 10 aar.

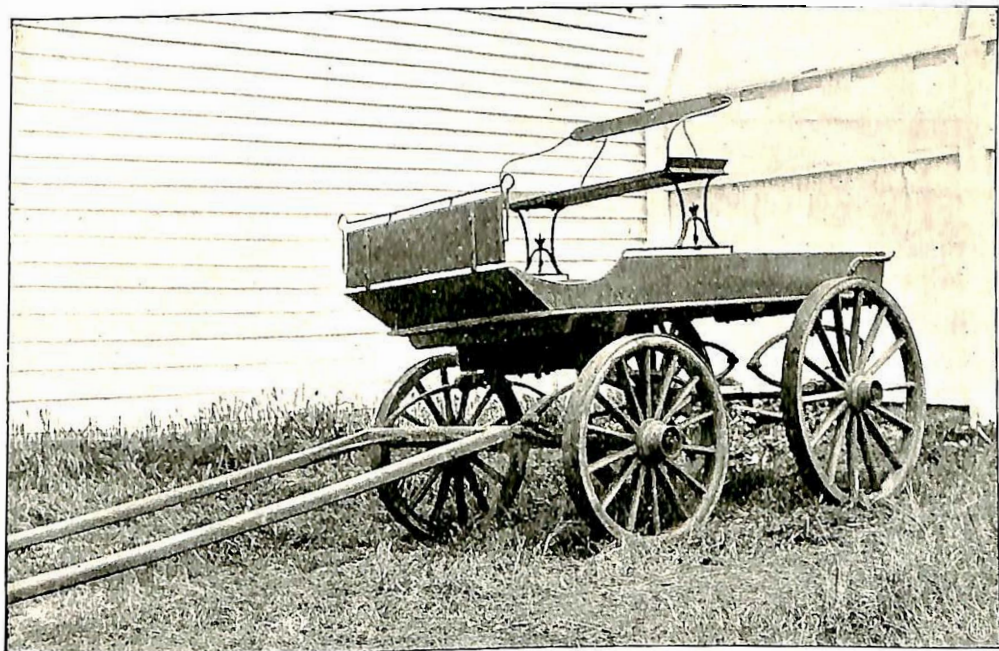
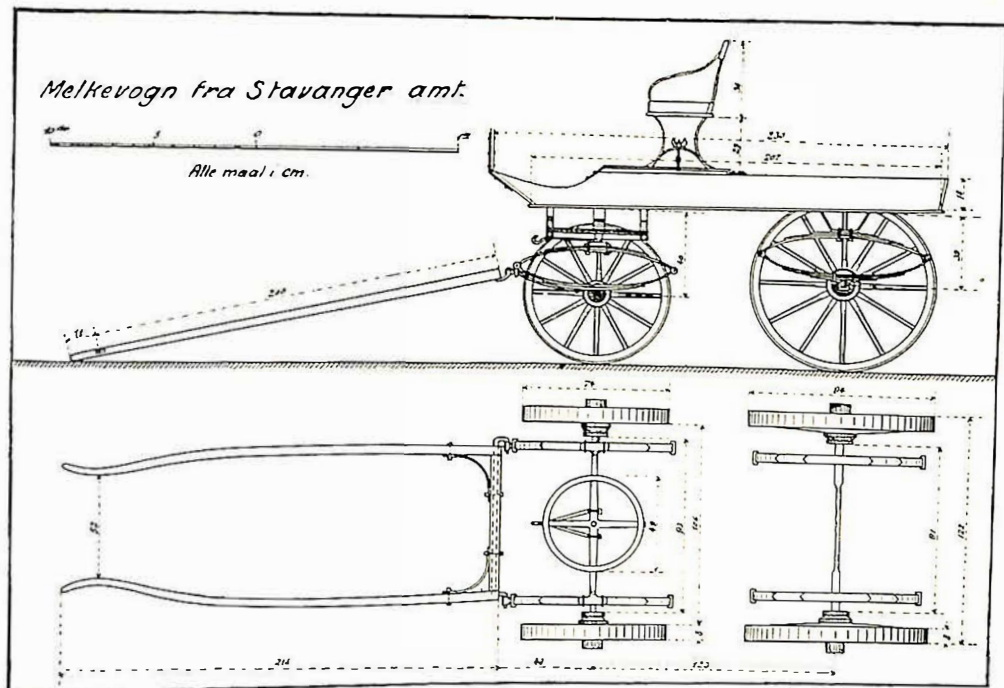


4. *Vogn fra Nedenes amt* er konstruert for læs over 700 kg.

Eget for denne vogn er de lave forhjul som forutsætter, at omtrent hele læssets tyngde hviler paa bakhjulene. En rigtig læsset vogn skal, efter hvad der oplyses, med lethed kunne løftes i forvognen av kjøderen.

Denne vogntype er særlig karakteristisk for Nedenes amt samt for store dele av Lister og Mandals amt.

Vognen blev velvillig stillet til disposition av en vognfabrikant i distriktet.



5. *Vogn fra Stavanger amt* er av den almindelige type, som i amtet anvendes til melketransport.

Av tegning og fotografi vil sees, at fælgbredden er større end almindelig for saadanne lettere vogner.

For at være tjenlige til forsøkene blev der ikke foretat andet med vognene, end at samtlige blev forsynt med trækkrok til befæstigelse av dynamometer mellem vognens forstilling og træктаugene.

Som tegninger og fotografier viser var alle disse kjøretoier med undtagelse av vognen fra Stavanger amt forarbeidet for almindelig arbeidskjøring og uten fjærer.

Samtlige vogner hadde almindelige greaseaksler og var konstruert for 1 hest.

Forsøkene blev utført paa samme maate som med veivæsenets kjøretoier.

I nedenstaaende tabel er angit kjøretoiernes hjuldimensioner samt den benyttede *kjøreplan*.

Kjøretøi	Hjuldimensioner i cm.			Nettolæs i kg.
	Forhjuls- høide	Bakhjuls- høide	Fælg- bredde	
Vogn fra Hedemarken	72	106	8,5	0, 300, 600, 900, 1200
Kjærre — » —		106	8,5	0, 300, 600, 900
Vogn fra Nordre Trondhjem	73	96	8	0, 300, 600, 900, 1200
— Nedenes	53	106	8	0, 300, 600, 900, 1200
- Stavanger	74	94	8	0, 300, 600, 900

Paa god pukstensbane sløifedes tomkjørsel med vognene fra Nordre Trondhjem og fra Nedenes.

Kjøringen foregik paa de samme *kjørebåner* som forsøkene med veivæsenets prøvekjøretoier, kfr. hvad foran er anført angaaende disse baners beskaffenhet m. v.

Det bemerkes dog, at paa den tid forsøkene med disse forskjellige typer av kjøretoier blev foretat, var den *sølete grusbane* torret ind; det øvre lag bestod av en løs, tor ca. 10 cm. tyk masse paa det haarde, ujevne underlag. De observerte trækkræfter kom derfor til at ligge nærmere de resultater, man erholdt ved kjørsel paa fast grusbane.

### Forsøksresultater.

Idet henvises til den grafiske fremstilling paa pl. IV meddeles følgende angaaende resultatet av disse prøver:

*Fast grusbane.* Sammenligner man arbeidskjoretoierne, viser det sig, at kjarren er meget fordelagtig ved smaa belastninger. Ved 300 kg. nettolæs kræver denne saaledes ca. 38 0/0 mindre trækraft end den gunstigste vogntype.

Ved større belastninger er kjarren kun ubetydelig fordelagtigere end den gunstigste vogn, nemlig vognen fra Nordre Trondhjem.

Vognen fra Stavanger amt gaar gennemgaaende noget tyngre end vognen fra Nordre Trondhjem. Forskjellen i trækraft er dog ikke stor.

Vognene fra Hedemarken og Nedenes kræver derimot større trækraft. Sammenligner man dem med vognen fra Nordre Trondhjem viser det sig at man med denne sidste ved de forskjellige belastninger opnaar følgende procentvise besparelse i trækraft:

Belastning i kg.	Besparelse i trækraft i forhold til	
	Nedenesvognen	Hedemarksvognen
0	75 0/0	83 0/0
300	46 »	46 »
600	37 »	37 »
900	35 »	28 »
1200	28 »	17 »
Gjennemsnitlig	ca. 44 0/0	ca. 42 0/0

*Løs grusbane.* Kjarren er paa denne bane avgjort heldig ved alle belastninger.

Sammenligner man kjarren med gunstigste arbeidsvogn som her ogsaa er vognen fra Nordre Trondhjem, viser anvendelse av kjarre følgende besparelse i trækraft:

Belastning i kg.	0	300	600	900
Besparelse	50 0/0	43 0/0	35 0/0	19 0/0

Vognen fra Nordre Trondhjem stiller sig i forhold til de to andre arbeidsvogner saaledes:

Belastning i kg.	Besparelse i trækraft i forhold til	
	Nedenesvognen	Hedemarksvognen
0	63 %	71 %
300	20 »	33 »
600	18 »	21 »
900	17 »	11 »
1200	10 »	0
Gjennemsnitlig	ca. 26 %	ca. 27 %

Vognen fra Stavanger amt gaar ogsaa paa denne bane tyngre end vognen fra Nordre Trondhjem som viser gjennemsnitlig ca. 10 % besparelse i trækraft sammenlignet med denne.

*God pukstensbane.* Kjørren kræver paa denne bane gennemgaaende en noget større trækraft end den gunstigste arbejdsvogn. Forskjellen er dog ikke stor.

Som paa de andre baner er ogsaa her vognen fra Nordre Trondhjem heldigst av arbejdskjøretøierne. Besparelsen i trækraft i forhold til Nedenes- og Hedemarksvognen fremgaar av nedenstaaende tabel:

Belastning i kg.	Besparelse i trækraft i forhold til:	
	Nedenesvognen	Hedemarksvognen
300	50 %	58 %
600	29 »	43 »
900	28 »	40 »
1200	19 »	19 »
Gjennemsnitlig	ca. 32 %	ca. 40 %

Vognen fra Stavanger amt gaar lettere end baade kjørrer fra Hedemarken og vognen fra Nordre Trondhjem, naar nettolæset er 600 kg. og 900 kg.

Ved 900 kg. nettolæs kræver saaledes Stavangervognen 11 % mindre trækraft end vognen fra Nordre Trondhjem.

### Resumé:

Som det vil fremgaa av ovenstaaende er vognen fra Nordre Trondhjem paa alle baner den fordelagtigste av arbejdsvognene. Gunstigst stiller den sig ved smaa belastninger.



Av kurverne paa planche IV, synes at fremgaa, at vognen fra Hedemarken, der som nævnt er konstrueret for en bæreevne av 1600 kg. og saaledes falder noget tung, ved større belastninger vil vise sig mindst like gunstig — antagelig noget gunstigere — end vognen fra Nordre Trondhjem. Paa løs grusbane sees saaledes Hedemarksvognen ved 1200 kg. belastning at være like saa gunstig som vognen fra Nordre Trondhjem.

Nedenesvognen kræver gjennemgaaende en forholdsvis stor trækraft paa alle forsøkskjørebanerne.

Baade paa løs og fast grusbane er kjærren det kjoretøi, som kræver mindst trækraft ved de belastninger, som her er kjort med.

Paa pukstensbanen er vognen fra Stavanger amt i almindelighet den heldigste.

### III. Slutbemerkninger.

Som oftere uttalt viser resultaterne av samtlige kjoreforsøk, at høie og brede hjul reducerer trækraften og derved transportomkostningerne samtidig med at de virker gavnlig for bevarelse av en god veibane hvorved vedlikeholdsutgiftene innskrenkes.

Veidirektøren har leilighetsvis søkt gjennom meddelelser fra det praktiske liv at kontrollere rigtigheten av disse resultater. Herfra anføres følgende eksempler:

1. Under de store *reguleringsarbeider ved Mjosvand* blev der av vedkommende entreprenør, ingeniør Musculus, i 1904 og 1905 optransportert ca. 1600 tons varer. Den vanskeligste strækning for denne transport var mellem Fagerstrand ved Tinnsjo og Mjosvand. Den nedre del av ruten, fra Fagerstrand til Rjukan, 26 km., er gammel bygdevei med daarlig veidække og sterkeste stigning ca. 1:14. Kun et ganske litet parti gjennom Maristien er ny vei. Den ovre del av samme rute, fra Rjukan til Mjosvand, 11 km., er ny men meget tarvelig bygget vei, hvis kostende ialt kun er ca. kr. 2,00 pr. løp. m., og hvis største stigning er ca. 1:12. Kjoringen paabegyndtes av bygdens folk for en bestemt betaling pr. kg. og utfortes med 4-hjulede vogner, som hadde smaa hjul med ca. 4,0 em. brede fælger. Med disse daarlige kjoretøier kunde der kun kjores 360 a 400 kg. nettolæs, og fortjenesten pr. hest og mand blev kun kr. 3,60 pr. dag (gjennemsnitlig regnet for ukens 6 arbeidsdage). Da veibanen snart blev ødelagt paa grund av den sterke trafik med

saa smalfælgede vogner saa entreprenøren sig nødsaget til at anskaffe 30 nye 4-hjulede vogner med større hjul; saamtidig blev for vedkommende herred vedtat en veiplakat, som forbød anvendelsen av saa smaa hjul som de nævnte. De nye vognes hjul hadde 8,0 cm. brede fælger og en hoide av 66 til 89 cm. Nettoåasset bragtes her ved op til 540 a 600, ja endog til 620 kg. og kjørernes daglige for tjeneste steg til kr. 5,40, *altsaa med ca. 50 %*. De nye vogner, der fra først av blev mottat av kjørerne med uvilje, bruktes senere med glæde.

2. Der gives flere eksempler paa, at fabrikker, som har stor kjøring, anskaffer bredere og høiere hjul end nødvendig av hensyn til vedkommende distrikters veiplakater. Saaledes ser man en række større fabrikker i Kristiania, hvor for tiden ingen bestemmelser haves, benytte meget store hjul, uagtet stigningene er tildels betydelige. Som eksempel fra landsbygden kan anføres *Labro træsliperi*, nær Kongsberg. Dette sliperis produkter kjørtes tidligere paa smalfælgede vogner fra sliperiet til Skollenborg jernbanestation paa den derværende hovedvei bl. a. opover en lang stigning av ca. 1:18. Paa grund av den i 1899 indførte veiplakat blev hjulene paa fabrikkens mange vogner forandret fra 6,3 til 7,0 cm. fælgbredde. Desuten blev en vogn forsynt med 7,5 cm. brede hjul. Denne sidste vogn, som kjørerne i begyndelsen ikke syntes om, viste sig gunstigere end de andre trods de tyngre hjul og trods det nævnte sterke mottræk. Hvis ikke fabrikken senere var gaat over til transport med taugbane vilde, uttaler bestyreren, fabrikkens vogner i løpet av meget kort tid blit forsynt med 10 cm. brede hjul.
3. En landhandler i Opdal, Søndre Trondhjems amt har paa foranledning uttalt:

Hoiden av de vognhjul vi bruker er 1,10 m. og fælgbredden 8 cm. Vort distrikts vanlige vognhjul er 80—90 cm. høie med fælgbredde 5—5,5 cm.

Vi finder, at vore vogner med større hjul og bredere fælg er langt tjenligere og gaar lettere end de vanlige Opdalsvogner og at vi av den grund kan kjøre mindst 100 kg. mere pr. læs.

Paa tur og retur Opdal—Støren vil det for en hest utgjøre kr. 4,00 pr. uke og for 4 hester, som vi har, tilsammen kr. 16,00.

Forutsættes da, at vi bruker hjulredskaper i 24 uker av aaret vil dette tilsammen bli *kr. 384*, som vi finder efter laveste beregning at kunne tjene ekstra pr. aar ved at bruke større hjul og bredere fælg end de tidligere lavere og smalere hjul.

4. I Schweiz haves meget strenge bestemmelser for hjulenes dimensioner, og at veiene derved spares viser følgende:

I den lange og trange Albuladal i kanton Graubünden byggedes for kort tid siden en jernbane, og opover den eneste gennem dalen forende vei foregik under jernbanebygningen en meget tung trafik med jern, cement, kalk, træmaterialer etc. Læssene, som blev trukket av flere hester, veiet i almindelighet ca. 4 ton, men gik op til 7 ton paa firehjulede vogner. Veien er bygget omtrent som en god norsk hovedvei, med hvilken den hadde stor likhet saavel i bredde som utstyr, kun var stigningene sterke, meget hyppig ca. 1:12. Man skulde tro, at disse læs vilde odelægge veien, men den holdt sig selv i hostbloten ganske god, takket være de hoie og særlig brede hjul. Denne vei vedlikeholdes av entreprenører, og utgiftene ved vedlikeholdet er omtrent som for en middels befærdet vei i Aker ved Kristiania.

Til sammenligning kan anføres, at veien i Hallingdal, hvor der i sin tid var en sterk kjørsel for jernbanebygningen i dalen, led betydelig skade under denne kjøring. Og dog var det kun ganske smaa læs paa 600—900 kg., som her kjortes. De 4 a 5 cm. smale hjul skar sig gjennom saavel pukdække som stenlag.

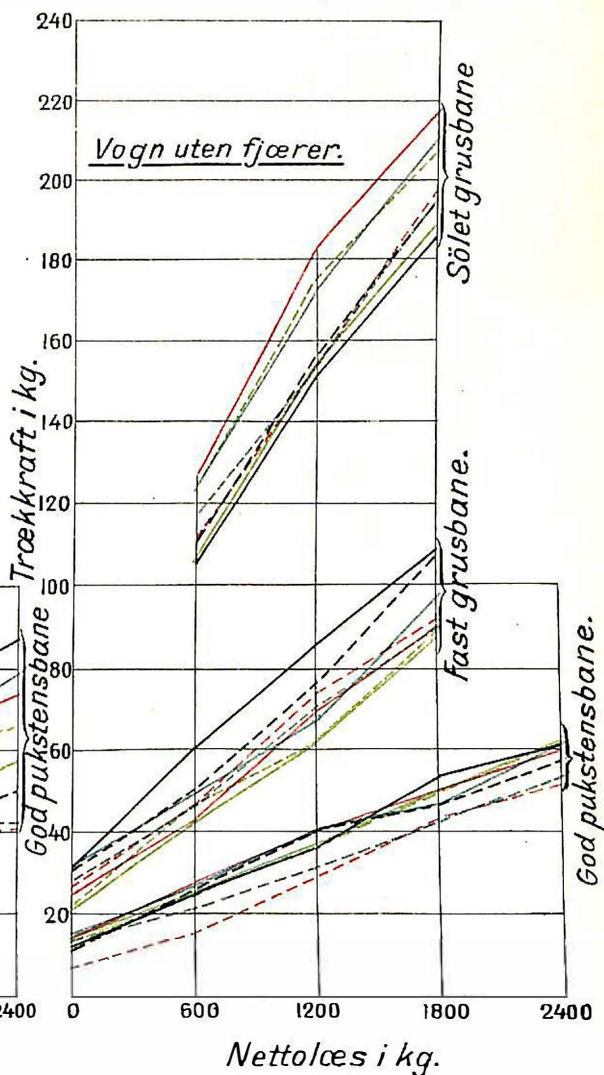
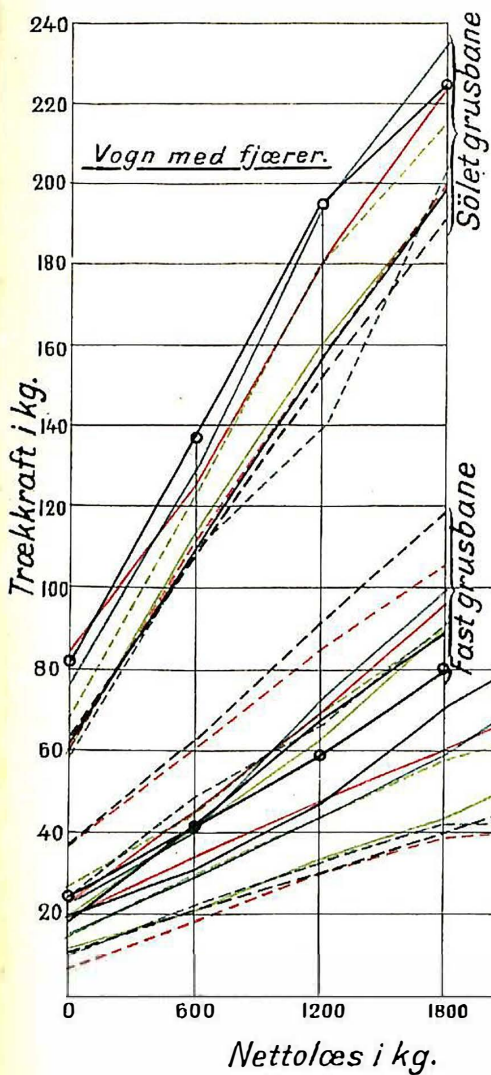
---

Groedel & son. Kala 7. 1916.

# Trækkræfter for 4 hjulet vogn

## Betegnelser.

—	12 cm. fælgbredde	} med 90cm. høie forhjul. og 120 " " bakhjul
—	10 " "	
—	8 " "	
—	4 " "	} med 90cm. høie forhjul og 135 " " bakhjul.
- - -	12 " "	
- - -	10 " "	
- - -	8 " "	} med 70cm. høie forhjul. og 90 " " bakhjul.
- - -	4 " "	
○—○	8 " "	



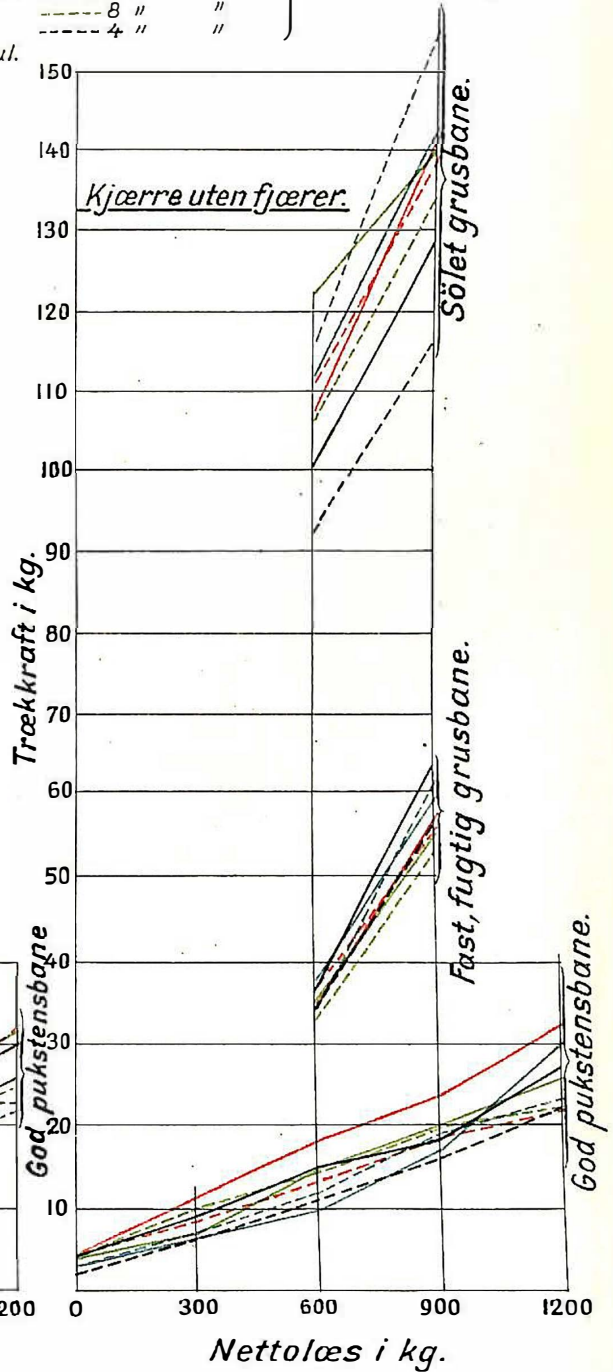
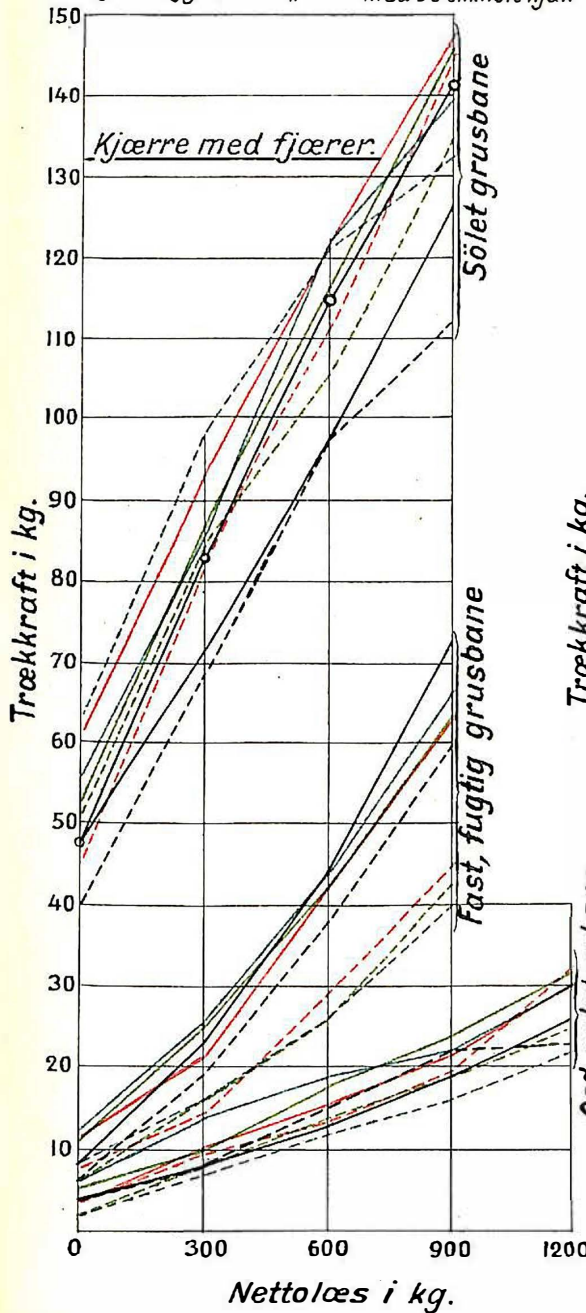


# Trækkræfter for kjerre.

Betegnelser.

— 12 cm. fælgbredde } med 120 cm. høje hjul.  
 — 10 " " " }  
 — 8 " " " }  
 — 4 " " " }  
 ○ 8 " " " } med 90 cm. høje hjul.

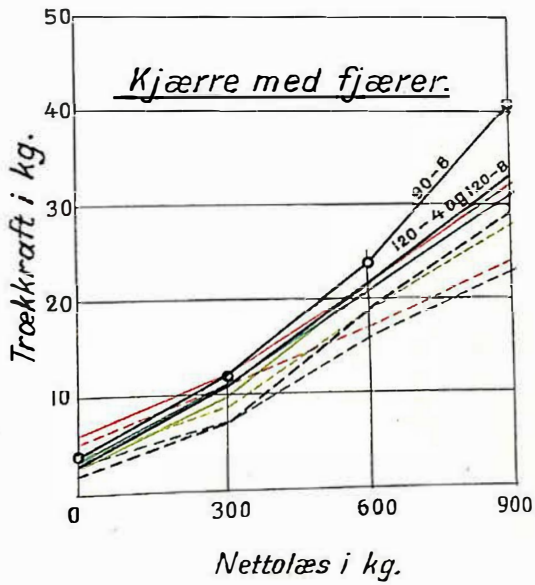
- - - 12 cm. fælgbredde } med 135 cm. høje hjul.  
 - - - 10 " " " }  
 - - - 8 " " " }  
 - - - 4 " " " }







# Trækkræfter for kjerre paa fast, tør grusbane



Betegnelser

- 12 cm. fælgbredde } med 120 cm.
- - 10 " " } höie hjul.
- - 8 " " }
- - 4 " " }
- - - 12 " " } med 135 cm.
- - - 10 " " } höie hjul.
- - - 8 " " }
- - - 4 " " }
- o - o 8 " " } med 90 cm.
- höie hjul.



Trækforsök med kjøretöier  
fra forskjellige kanter af landet.

