177.

Meddelelser fra Veidirektøren

No. 5 — september 1905

Beregning

af

landeveies transportevne

Kristiania
Grøndahl & Søns bogtrykkeri
1905

Indholdsfortegnelse.

181.

I. Bogstavfortegnelse.

α = veibanens heldningsvinkel med horisontalen.
a = dagløn for hest og mand.
h = høide i km., der overvindes ved en bestemt stigning.
k = normaltrækkraft.
k_1 = trækkraft, naar den afviger fra det normale.
l = længde i km. af en stigning.
m = veibanens modstandskoefficient.
n = normalstigning.
n_0 = normalstigning, der anvendes ved beregning af transportomkostninger ved tomkjørsel.
n_1 = gunstigste fald for trafik kun nedover.

$$q = \frac{\text{nettolæs}}{k} = \frac{Q}{k}.$$

$$q_0 = \frac{\text{dødvægt}}{k} = \frac{Q_0}{k}.$$

r = rentefod.
s = veibanens stigning = tgα.
t = normalværdien for daglig arbeidstid.
t_1 = daglig arbeidstid, naar denne afviger fra den normale.
v = normalhastighed.
v_1 = hastighed, naar den afviger fra det normale.
A = daglig arbeidsydelse.
C = koefficient, der anvendes ved beregning af transportomkostninger opover en stigning og lig $\dfrac{1}{\left(1 - \dfrac{s}{3n}\right)^2}$
C_1 = koefficient, der anvendes ved beregning af transportomkostninger nedover en stigning og lig $\dfrac{1}{\left(1 + \dfrac{s}{3n}\right)^2}$

F = besparet fragtkapital.
K = kapitaliseret fragtkapital og vedligeholdskapital.
N = antal ton, der aarlig transporteres paa veien.
O og O_1 = transportomkostninger i stigning.
O_h = transportomkostninger pr. tonkm. paa horisontalen.
O_I og O_{II} = omkostning ved transport af 1 ton langs henholdsvis alt. I og alt. II.
O_0 = transportomkostninger i stigning ved tomkjørsel.
O_{h_0} = transportomkostninger pr. tonkm. paa horisontalen ved tomkjørsel.
O_T = omkostninger ved transport af 1 tom vogn 1 km. paa horisontalen.
P = summen af alle produkter Cl og C_1l.
Q = nettolæssets vægt.
Q_1 = vognens vægt.
Q_2 = hestens vægt.
Q_0 = vognens + hestens vægt = $Q_1 + Q_2$ (dødvægt).
T = antal tomme vogne.
V_I og V_{II} = aarlige vedligeholdsomkostninger ved henholdsvis alt. I og alt. II.

II. Indledning.

A. Veibanens modstand.

Den kraft, som trækdyret maa anvende for at overvinde modstanden mod bevægelse, kan paa horisontal bane udtrykkes som en funktion af vognens og læssets vægt. Det forudsættes da, at modstanden er direkte proportional med bruttolæsset, hvilken antagelse dog neppe er absolut korrekt. Ved de af veidirektøren i 1903—04 anstillede kjøreforsøg var saaledes forholdet mellem læsvægt og modstand i enkelte tilfælder noget stigende, i andre noget synkende med øgende belastning. Nogen bestemt regel i saa henseende lod sig ikke paavise; men differentserne var i alle tilfælder mindre væsentlige, saaat man vistnok som almindelig regel kan gaa ud fra, at *modstanden* — under forøvrigt lige forhold — *er direkte proportional med bruttolæsset.* Det er herunder forudsat, at vedkommende vei ikke trafikeres sterkere, end den efter sin bygningsmaade skulde kunne taale.

Man skulde da for horisontal bane faa trækkraften $= m(Q + Q_1)$ og i en stigning, der danner vinkelen α med horisontalen =

$$\pm (Q + Q_1) \sin \alpha + m(Q + Q_1) \cos \alpha.$$

Q er her = læsvægten, Q_1 = vognens vægt og m en koefficient, der omfatter saavel kjøretøiets modstand mod veibanen som tapfriktionen i hjulbøssingen overført til hjulets periferi.

Til den kraft, man paa denne maade faar, kommer videre *luftmodstanden,* der dog under almindelige transportforholde kan sættes ud af betragtning, samt endelig det *kraftforbrug, som medgaar til trækdyrets egen bevægelse.* Til sidstnævnte punkt skal man senere komme tilbage.

Modstandskoefficienten, m, spiller en vigtig rolle i enhver transportberegning og maa derfor først og fremst bestemmes.

Det er en bekjendt sag, at modstanden i første række afhænger af veibanens beskaffenhed. Dette fremgaar med tydelighed af de af veidirektøren i 1903—04 anstillede kjøreforsøg, se saaledes de farvetrykte plancher i „Meddelelse no. 4“ fra veidirektøren, samt den grafiske figur paa side 43 sammesteds.

Nævnte forsøg viser imidlertid ogsaa, at *selv for samme veidække og med samme kjøretøi og læsvægt kan modstanden variere betydelig fra dag til dag efter veir- og føreforhold.*

Videre er som bekjendt modstanden forskjellig for de forskjellige kjøretøier. Dette spørsmaal er ogsaa nærmere udredet i „Meddelelse no. 4“, hvortil henvises, idet man her kun skal minde om, at kjøretøiets konstruktion — og da særlig hjulenes dimensioner — har en tildels betydelig indflydelse paa trækkraften. *Modstandskoefficienten kan saaledes — for nøiagtig samme underlag — variere betydelig alt efter det kjøretøi, som benyttes.*

Ved veidirektørens kjøreforsøg blev tapfriktionen ikke nærmere undersøgt, idet man gik ud fra, at denne ikke vilde spille nogen væsentlig rolle i den samlede modstand. Veidirektøren har dog senere ladet anstille en række maalinger til bestemmelse af tapfriktionen ved forskjellige aksler, hvilke undersøgelser senere vil blive gjort til gjenstand for særskilt omtale. Her bemærkes derfor kun, at maalingerne bekræfter den tidligere antagelse, nemlig at tapfriktionen er liden i forhold til den samlede modstand, og at det for læskjøring paa landeveie ikke spiller nogen nævneværdig rolle, om man bruger den ene eller anden sort aksel, naar kun tappene holdes godt smurt. Er dette derimod ikke tilfældet, kan modstanden blive betydelig selv for de *bedste* aksler.

Af det foran anførte vil fremgaa, at man ikke uden videre kan fastsætte modstandskoefficienter, der skulde kunne gjælde for samme veidækstype under alle forhold.

En og samme veistrækning er til aarets forskjellige tider i forskjellig tilstand og trafikeres desuden meget ofte af ganske uensartede kjøretøier. Modstandskoefficienten vil saaledes stadig skifte, og man bliver henvist til rent skjønsmæssig at bestemme en gjennemsnitsværdi for hvert enkelt tilfælde.

Til bedømmelse i saa henseende vil de direkte maalinger, som veidirektøren tidligere har ladet anstille, være til god veiledning.

I nedenstaaende tabel er gjort et uddrag af kjøreresultaterne for firhjulet vogn med forhjul 70 cm. og baghjul 90 cm. samt for kjærre med hjulhøide 90 cm., i begge tilfælder med fælgbredde 8 cm. og 10 cm. Man faar da følgende gjennemsnitsværdier for modstandskoefficienten *m*, regnet i $^0/_0$ af bruttolæsset:

Fælgbredder 8 og 10 cm.	Bane	Modstandskoefficient m		
		Vogn 70/90 cm.	Kjærre 90 cm.	Gjennemsnit
	I. God. tør pukbane . .	2,8 %	3,4 %	3,1 %
	II. Fast, „ grusbane . .	6,6 „	7,0 „	6,8 „
	III. Sølet. løs do. . .	10,6 „	13,4 „	12,0 „

For pukbanens vedkommende blev forsøgene udført under særdeles gunstige forholde. Man kan derfor sikkert gaa ud fra, at den i tabellen angivne koefficient betegner den minimale modstand for en saadan bane ved brug af almindelig gode hjulredskaber. Havde forsøgene været udført i overgangstiden høst eller vaar, vilde selvfølgelig modstanden være blevet større.

Den som serie II opførte forsøgsrække blev ogsaa udført under gjennemgaaende gunstige veirforholde; men banen var i og for sig ikke saa fast og haard, som en vel anlagt og godt vedligeholdt grusvei om sommeren kan blive. Modstandskoefficienten for en saadan vei antages derfor under heldigste omstændigheder at kunne sættes noget lavere end det gjennemsnitstal, veidirektørens forsøg giver.

Tallene i serie III refererer sig til en meget slet veibane, og det kan vistnok gaaes ud fra, at man selv for en meget daarlig anlagt og vedligeholdt vei, neppe bør regne med høiere modstandskoefficient end den i tabellen angivne.

Skal man benytte de ved veidirektørens kjøreforsøg fundne koefficienter som grundlag for en transportberegning, maa det foran anførte ikke tabes af syne. Endvidere maa der selvfølgelig i hvert enkelt tilfælde tages hensyn til de stedlige forholde, veiens bygningsmaade samt ikke mindst til vedligeholdet.

Veidirektørens forsøg omfatter kun hjulredskaber. Ved fastsættelsen af en veis modstandskoefficient maa imidlertid ogsaa hensyn tages til vinterføret, der som bekjendt er meget forskjelligt i de forskjellige egne af landet, og som desuden ogsaa afhænger meget af, hvorledes vintervedligeholdet er ordnet og udføres. I indlandsdistrikter med megen sne vil modstandskoefficienten for vinterføre paa en godt vedligeholdt vei kunne sættes meget lav; medens man derimod i kystdistrikter med vekslende og ustadige sneforholde maa regne med en høiere koefficient. I enkelte tilfælder er vel endog føreforholdene saa lunefulde, at man maa bruge hjulredskab aaret rundt, og da kan modstanden blive meget betydelig selv for den bedste vei.

Dette er altsammen spørsmaal, som i hvert enkelt tilfælde nøie maa veies, og som kun kan afgjøres af den, som har det fornødne lokalkjendskab.

Som almindelig regel kan man formentlig gaa ud fra, at for meget gode veie vil modstandskoefficienten være noget større om vinteren end paa godt sommerføre; medens forholdet bliver omvendt ved mindre gode og daarlige veie. Er sneforholdene gunstige, kan koefficienten for slædeføre antagelig sættes til ca. 5 % under forudsætning af godt vintervedligehold og til ca. 7 % for mindre vel vedligeholdte veie, hvor sneplogkjørsel og lignende arbeider udføres mangelfuldt, og hvor hestegjødselen bliver liggende i veibanen hele vinteren.

For at illustrere det foran anførte opstilles nedenstaaende tabel, der anskueliggjør, hvordan man kan tænke sig modstandskoefficientens vekslen efter aarstiden samt i forhold til veiens bygningsmaade og vedligeholdets art.

Bane		Modstandskoefficienter			
		i 5 sommermaaneder	i 4 overgangsmaaneder	i 3 vintermaaneder	Gjennemsnit ca.
I. Pukveie.	1) Vel anlagt og særlig godt vedligeholdt vei. Vedligeholdet tænkes udført væsentlig med puk og valsning under veivogtertilsyn.	3	5	5	4
	2) Almindelig pukvei, vedligeholdt væsentlig med grus og uden veivogter.	5	9	7	7
II. Grusveie.	1) Vel anlagt, tør og fast vei, vedligeholdt ved veivogter.	6	9	5	7
	2) Meget daarlig vei, vedligeholdt uden veivogter.	9	12	7	10

De i foranstaaende tabel angivne gjennemsnitlige modstandskoefficienter kan antagelig benyttes under mange — kanske de almindeligste — forholde her i landet. Dog bør bemærkes, at en saa lav koefficient som 4 % vistnok kun passer for vore aller bedst anlagte og vedligeholdte veie. Hvor ikke specielt godt vedligehold kan paaregnes, bør man antagelig for almindelige veie med veidække af stenlag, puk og grus, regne med en koefficient af fra 6—7 %.

For de egne af landet, hvor sneføre ikke haves om vinteren, vil antagelig den under rubriken „Overgangsmaaneder" opførte koefficient passe for 7 af aarets maaneder.

Det kan synes paafaldende, at almindelig pukvei (I_2) og god grusvei (II_1) opføres med samme modstandskoefficient. Forklaringen herpaa ligger i vedligeholdet, idet man under (I_2) nærmest har tænkt paa den tilstand, hvori en almindelig pukvei efter nogen tids forløb kommer ved mindre godt vedligehold. For grusveiens vedkommende er det paa den anden side udtrykkelig forudsat fuldt rationelt vedligehold med veivogter og samtidig gaaet ud fra, at veien ikke trafikeres sterkere, end at man aar om andet kan holde veien i den oprindelige tilstand, hvoraf den gjennemsnitlige modstandskoefficient er betinget. Saasnart veidækket begynder at forfalde, vil selvfølgelig modstandskoefficienten stige.

Den samme betragtning gjælder ogsaa for andre veie, og man vil naturligvis ved valg af veidæksprofil være opmærksom paa, at en pukvei kan taale betydelig sterkere trafik (større og hyppigere læs) end en grusvei.

B. Trækdyrets (hestens) arbeidsydelse.

Forat kunne udføre en transportberegning maa man, foruden veiens stigningsforholde og modstandskoefficient, ogsaa kjende *hestens daglige arbeidsevne.* Denne er afhængig af mange omstændigheder, saaledes i høi grad af hestens størrelse, alder, ernæring, øvelse m. v. Men særlig stor indflydelse har under ellers lige forholde *hastighed* og *daglig arbeidstid.* Øges de to sidstnævnte faktorer over en vis grænse, saa viser erfaring fra praksis og anstillede forsøg, at arbeidsydelsen aftager. Det maa derfor betragtes som en fastslaaet kjendsgjerning, at der gives særegne værdier, saakaldte *normalværdier*, af hastighed og arbeidstid, for hvilke arbeidsydelsen (der er lig produktet af trækkraften og den tilbagelagte vei) er et *maximum.*

Er k den til maximalydelsen svarende trækkraft, samt v og t tilsvarende hastighed og arbeidstid, saa er, naar arbeidsydelsen betegnes med A:

$$A_{max} = k \cdot v \cdot t.$$

Afviger de tre faktorer fra normalværdierne, betegnes de med merkede bogstaver k_1, v_1 og t_1, og som almindeligt udtryk for arbeidsydelsen faaes da:

$$A = k_1 \cdot v_1 \cdot t_1,$$

hvor altid:

$$A < A_{max}.$$

Man faar altsaa, at det størst mulige totalarbeide erholdes, hvis læsset er bestemt slig, at trækkraften er lig normalkraften; men da hesten foruden nyttelæsset ogsaa maa trække paa en vis dødvægt (hestens egen vægt og vognens vægt), saa er en del af det udførte arbeide ikke „nyttigt“ arbeide. Der gives, som vi senere skal se, for en given stigning en bestemt størrelse af nettolæsset, for hvilken det „nyttige“ arbeide er størst mulig. Undersøger man saa den til dette læs svarende trækkraft, vil det vise sig, at denne er over den normale. Jo mindre imidlertid dødvægten er i forhold til nyttelæsset, desto mindre er afvigelsen fra normalværdierne, og kunde man fuldstændig bortse fra dødvægten, saa vilde atter det læs, som kan trækkes med normalkraften, være det gunstigste at benytte (se side 20).

(Det er derfor ikke korrekt at sige, saaledes som man undertiden pleier, at normalværdien k er trækkraften paa horisontalen og k_1 trækkraften i stigningen).

En fuldt nøiagtig relation mellem trækkraft, hastighed og arbeidstid, naar disse afviger fra normalværdierne, kan ikke opstilles, da man ikke kan udtrykke et dyrs arbeidsmaade fuldt exakt ved en mathematisk formel. Man har derimod opstillet flere empiriske formler, af hvilke de mest bekjendte er:

1) *Gerstners formel:*

$$k_1 = k\left(2 - \frac{v_1}{v}\right)\left(2 - \frac{t_1}{t}\right) \text{ og}$$

2) *Mascheks formel:*

$$k_1 = k\left(3 - \frac{v_1}{v} - \frac{t_1}{t}\right) \qquad (I).$$

Disse to formler (saakaldte kraftformler), af hvilke den første tidligere blev benyttet i veivæsenet, giver begge et godt udtryk for forbindelsen mellem trækkraft, hastighed og arbeidstid. Det siger sig imidlertid selv, at man ikke kan udtrykke det, der foregaar i en dyrisk organisme, fuldt nøiagtig ved saa enkle formler, hvorfor man ikke bør forundre sig, om formlernes resultater ikke altid stemmer fuldstændig med praksis. Særlig for extreme værdier af hastighed og arbeidstid vil denne uoverensstemmelse træde frem. Formlerne bør derfor helst kun anvendes, hvor hastighed og arbeidstid ikke afviger for meget fra det normale, og dette er jo oftest tilfældet ved almindelig læskjørsel.

I nærværende afhandling er *Mascheks formel* lagt til grund. Udviklingerne bliver ved benyttelsen af denne formel mere enkle og oversigtlige, end naar Gerstner's anvendes, og, som det senere skal sees, stemmer Mascheks formel ogsaa bedst overens med de virkelige forhold. I udenlandske fagskrifter ser man desuden næsten udelukkende Mascheks formel i den senere tid benyttet og anbefalet.

Kraftformelen maa være saaledes bygget, at arbeidsydelsen (her menes bruttoarbeidsydelsen) bliver et maximum for $k_1 = k$, $v_1 = v$ og $t_1 = t$.

Vi vil vise, at dette er tilfældet med Mascheks formel:

Indsættes nemlig k_1 udtrykt ved Mascheks formel i udtrykket for arbeidsydelsen, faaes*):

$$A = k\left(3 - \frac{v_1}{v} - \frac{t_1}{t}\right)v_1 t_1$$

Ved differentiation først med hensyn paa v_1, saa med hensyn paa t_1 faaes:

$$3 - 2\frac{v_1}{v} - \frac{t_1}{t} = 0$$

$$3 - \frac{v_1}{v} - 2\frac{t_1}{t} = 0$$

hvoraf man faar:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{t_1}{t} = 1$$

og følgelig ogsaa:

$$k_1 = k.$$

Som før nævnt, maa man imidlertid i praksis afvige fra normalværdierne, og den daglige arbeidsydelse opnaar saaledes ikke sit absolute maximum.

Launhardt har vist, at arbeidsydelsen under disse forhold har sin størst mulige værdi, hvis $\frac{v_1}{v} = \frac{t_1}{t}$.

Man har nemlig $k_1 = k\left(3 - \frac{v_1}{v} - \frac{t_1}{t}\right)$, hvoraf

$$t_1 = t\left(3 - \frac{k_1}{k} - \frac{v_1}{v}\right),$$

og

$$A = k_1 v_1 t\left(3 - \frac{k_1}{k} - \frac{v_1}{v}\right)$$

Da vi skal finde, hvordan v_1 og t_1 bør variere, naar k_1 har en bestemt værdi, afvigende fra normalværdien, maa under differentiationen med hensyn paa v_1 størrelsen k_1 betragtes som konstant, hvorfor man faar:

$$v_1 = \frac{1}{2}\left(3 - \frac{k_1}{k}\right)v \quad \text{eller} \quad \frac{v_1}{v} = \frac{1}{2}\left(3 - \frac{k_1}{k}\right),$$

hvilket indsat i Mascheks formel giver:

---

*) Se f. ex.: Launhardt, Die Steigungsverhältnisse der Strassen. Zeitschr. des Arch.- und Ing.-V. Hannover, 1880, side 346.

$$t_1 = \frac{1}{2}\left(3 - \frac{k_1}{k}\right)t, \text{ hvoraf atter}$$

$$\frac{t_1}{t} = \frac{1}{2}\left(3 - \frac{k_1}{k}\right) = \frac{v_1}{v}.$$

Under forudsætning af denne fordelagtige arbeidsmaade kan altsaa Mascheks formel skrives:

$$k_1 = k\left(3 - 2\frac{v_1}{v}\right) = k\left(3 - 2\frac{t_1}{t}\right). \qquad (2).$$

og denne form, hvorunder Mascheks formel nu oftest sees brugt, vil man i de følgende udviklinger anvende.

Gerstners formel har de samme to egenskaber, og under samme forudsætning som ovenfor, nemlig: $\frac{v_1}{v} = \frac{t_1}{t}$, faar man:

$$k_1 = k\left(2 - \frac{v_1}{v}\right)^2 = k\left(2 - \frac{t_1}{t}\right)^2$$

For bedre at kunne sammenligne de to kraftformler er de begge fremstillet grafisk, idet k_1 er abcisse og v_1 (eller t_1) ordinat. Herunder er foreløbig forudsat

$$k = 75 \text{ kg.}, \quad v = 1{,}25 \text{ m.}, \quad t = 8 \text{ timer.}$$

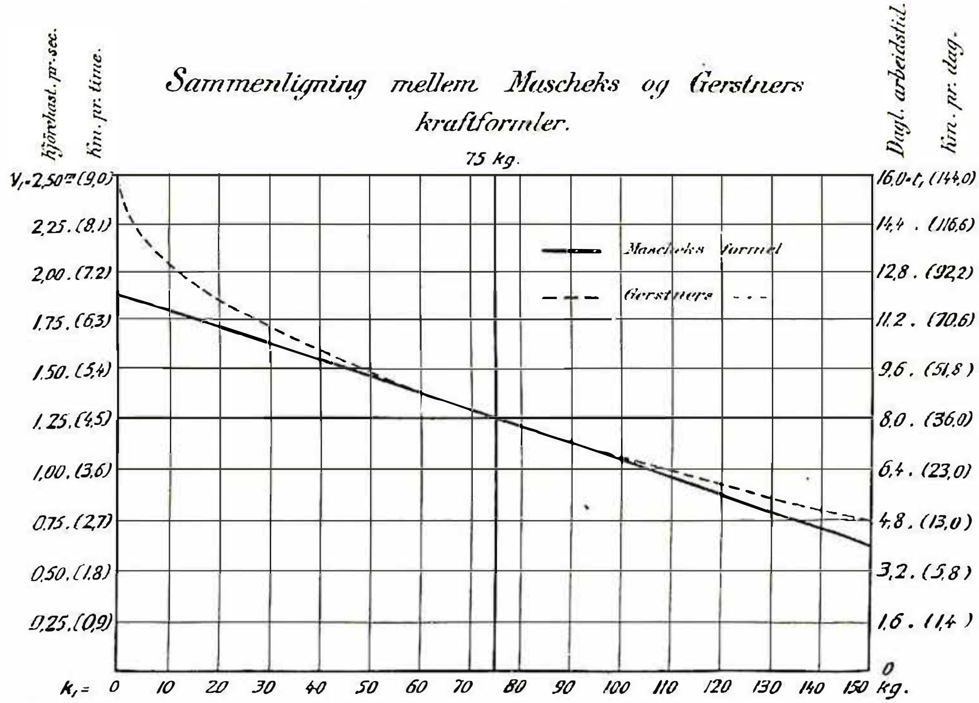


Fig. 1.

Man vil heraf kunne se, at de to formler giver næsten samstemmige resultater for trækkræfter mellem 50 og 100 kg.; men for andre værdier bliver afvigelsen større. Denne er især stor, naar trækkraften er liden, hvilket meget ofte er tilfældet. Især gjør dette forhold sig gjældende ved længere nedstigninger. Mascheks formel giver da ubetinget de rimeligste værdier, hvilket ogsaa taler for valget af denne formel.

Som normalværdier er af Launhardt og andre forfattere opgivet:

$$v = 1{,}1 - 1{,}25 \text{ m. pr. sek.}, \quad t = 8 \text{ timer} = 8 \cdot 60 \cdot 60 \text{ sekunder},$$

og som værdi for trækkraften, er for almindelig sterke heste (vægt 300 —400 kg.) opgivet $k = 75$ kg. For smaa heste (vægt omkring 250 kg.) sættes k til 60 kg. og for meget store og tunge heste (vægt over 400 kg.) til ca. 90 kg.

For vore forhold antages følgende værdier at passe:

$$v = 1{,}25 \text{ m. pr. sek.}, \quad t = 8 \text{ timer}, \quad k = 75 \text{ kg.}$$

hvilke værdier i det efterfølgende er benyttet, idet dog alternativt er anvendt værdierne

$$k = 60 \text{ kg. og } k = 90 \text{ kg.}$$

III. Beregning af transportomkostninger.

A. Almindelige udviklinger.

Nedenstaaende er væsentlig bygget paa en afhandling af Launhardt, *Die Steigungsverhältnisse der Strassen*, Zeitschrift des Arch.- u. Ing.V.s Hannover, 1880, side 346.

Betegnelser:

m = veiens modstandskoefficient.
s = —„— stigning (tangens til stigningsvinkelen).
Q = vægt af nettolæsset i kg.
Q_1 = —„— vogn —„—
Q_2 = —„— hest —„—

Er kjørebanens vinkel med horisontalplanet α, saa behøves der til transport af Q kg. i en vogn af vægt Q_1 kg. opover stigningen en kraft:

$$(Q + Q_1) \sin \alpha + m (Q + Q_1) \cos \alpha. \qquad \text{(Se side 7).}$$

Da α i almindelighed er liden, kan man sætte $\cos \alpha = 1$ og $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = s$, hvorefter erholdes det enklere udtryk:

$$(Q + Q_1)(m + s).$$

Hertil kommer den kraft, hesten maa anvende for at bevæge sig selv. Hvor stor denne kraft er, kan ikke sikkert angives, dog er det sandsynlig, at den er proportional med hestens egen vægt, ligesom den ogsaa i visse maader maa være afhængig af veibanens tilstand, idet det jo er lettere at gaa paa en god, fast bane end paa et underlag, hvor hovene synker dybt ned for hvert skridt. Launhardt gaar i sin afhandling ud fra, af hestens anstrengelse for at bevæge sig selv paa horisontal bane kan sættes direkte proportional med dens egen vægt og med veiens modstandskoefficient, altsaa lig $Q_2 \cdot m$. At denne antagelse ikke kan være ganske rigtig, indsees allerede deraf, at modstandskoefficienten i høi grad er afhængig af kjøretøiets og ikke alene af veibanens beskaffenhed. (Cfr. hvad der i indledningen er anført herom). Desuden vil man sandsynligvis faa for store værdier, naar veibanen er *meget daarlig*, og for smaa værdier, naar den er *meget god*. Men under almindelige forholde for landeveie kan man vel gaa ud fra, at Launhardts antagelse vil give rimelige resultater. I ethvert fald er den feil, man begaar ved at følge hans anvisning, betydelig mindre, end om man overhovedet ikke tog denne faktor med i regningen.

Naar anstrengelsen paa horisontalen er $Q_2 \cdot m$, saa maa den opover en stigning være $Q_2(m + s)$ og nedover $Q_2(m - s)$. Hvis $s = m$, skulde hestens anstrengelse nedover være nul, hvilket aabenbart heller ikke er ganske rigtig.

Imidlertid faaes efter kraftformlen ogsaa i dette tilfælde ganske rimelige værdier paa hastighed og daglig arbeidstid. Se fig. 1, side 14.

Gaar vi ud fra Launhardts forudsætning, bliver total kraft opover stigningen:

$$k_1 = (Q + Q_1 + Q_2)(m + s).$$

Udtrykkes nu k_1 ved hjælp af Mascheks formel (2), faaes, idet dødvægten $Q_1 + Q_2$ betegnes ved Q_0:

$$k\left(3 - 2\frac{v_1}{v}\right) = (Q + Q_0)(m + s).$$

Heraf faaes, naar $\frac{Q}{k}$ og $\frac{Q_0}{k}$ betegnes med henholdsvis q og q_0:

$$v_1 = \frac{v}{2}[3 - (q + q_0)(m + s)], \qquad (3).$$

der altsaa udtrykker hastigheden opover en stigning s.

193.

For bevægelse nedover en stigning er s negativ, og hastigheden bliver:

$$v_1 = \frac{v}{2}[3 - (q + q_0)(m - s)]. \qquad (4).$$

Til transport paa hver 1000 meter bruges $\frac{1000}{v_1}$ sekunder eller $\frac{1000}{v_1 t_1}$ arbeidsdage. Koster hest og mand a kr. pr. dag, er transportomkostningerne O kr. pr. *tonkilometer:*

$$O = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot a}{v_1 \cdot t_1 \cdot Q},$$

idet den nye faktor 1000 indtræder, da Q tænkes opgivet i kg. Videre:

$$O = \frac{1\,000\,000 \cdot a}{v \cdot t \cdot k \cdot \frac{v_1}{v} \cdot \frac{t_1}{t} \cdot \frac{Q}{k}} = \frac{1\,000\,000 \cdot a}{v \cdot t \cdot k \cdot q\left(\frac{v_1}{v}\right)^2},$$

idet nemlig $\frac{t_1}{t} = \frac{v_1}{v}$.

Indføres som normalværdier:

$$k = 75, \quad v = 1{,}25, \quad t = 8 \cdot 60 \cdot 60,$$

faaes:

$$\frac{1\,000\,000}{v \cdot t \cdot k} = \frac{1\,000\,000}{1{,}25 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 75} = 0{,}37.$$

For $k = 60$ kg. er $\frac{1\,000\,000}{v \cdot t \cdot k}$ lig 0,46 og for $k = 90$ kg. lig 0,31.

Som udtryk for transportomkostninger pr. tonkilometer af nettolæsset faaes:

$$O = 0{,}37 \frac{a}{q\left(\frac{v_1}{v}\right)^2} \text{ kr. pr. tonkm.} \qquad (5).$$

Respektive $0{,}46\frac{a}{q\left(\frac{v_1}{v}\right)^2}$ og $0{,}31\frac{a}{q\left(\frac{v_1}{v}\right)^2}$ for k lig 60 og 90 kg.

Denne formel kan anvendes baade for bevægelse paa horisontalen og op- eller nedover en stigning, idet kun hastigheden v_1 forandres.

B. Bevægelse opover stigning, gunstigste stigning og læsvægt.

For at faa formelen (5) til at gjælde mere specielt for bevægelse opover en stigning, indføres v_1 udtrykt ved hjælp af formel (3):

$$O = 1{,}48 \frac{a}{q[3 - (q + q_0)(m + s)]^2} \text{ kr. pr. tonkm.} \qquad (6).$$

For k = 60 faaes $\dfrac{1{,}84\,a}{q[3 - (q + q_0)(m + s)]^2}$

og for k = 90 faaes $\dfrac{1{,}24\,a}{q[3 - (q + q_0)(m + s)]^2}$

Er den høide, som skal overvindes lig h km., saa er stigningens længde $\dfrac{h}{\sin\alpha}$ eller tilnærmet $\dfrac{h}{s}$, og omkostningerne ved transport af 1 ton op i denne høide bliver altsaa:

$$O_1 = \frac{1{,}48\,a \cdot h}{s\,q \cdot [3 - (q + q_0)(m + s)]^2} \text{ kr.} \qquad (7).$$

Denne formel kan anvendes til undersøgelse af et par interessante opgaver:

1. *Naar en bestemt læsvægt skal transporteres op i en given høide, hvilken stigning bør da benyttes?*

Tages ikke hensyn til vedkommende veis anlægsomkostninger, bliver den heldigste stigning den, der gjør transportomkostningerne saa smaa som mulig. Denne stigning, som vi vil betegne med n og kalde normalstigningen, kan findes ved at derivere ligning (7) med hensyn paa s og sætte det fundne udtryk lig nul. Man vil da faa:

$$n = \frac{1}{q + q_0} - \frac{1}{3}\,m. \qquad (8).$$

Veier exempelvis nettolæsset 1200 kg., vognen 150 kg. og hesten 450 kg., og er modstandskoefficienten m = 0,04, saa faaes:

$$q = \frac{1200}{75} = 16;\quad q_0 = \frac{450 + 150}{75} = 8,$$

hvoraf

$$n = \frac{1}{16 + 8} - \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}04 = \tfrac{1}{35}.$$

Da trafiken oftest gaar i begge retninger, er ovenstaaende i almindelighed ikke en fuldstændig løsning af spørsmaalet; men man faar i ethvertfald et meget godt begreb om, hvilke stigningsforholde der for vedkommende vei helst bør blive tale om. Vi skal imidlertid senere (under D) igjen behandle dette spørsmaal og da tage hensyn ogsaa til trafiken nedover.

Den ved formel (8) bestemte *normalstigning* har ogsaa stor værdi som regnestørrelse, idet udtrykket for transportudgifterne bliver betydelig forenklet ved at indføre n. Af ligning (8) faaes nemlig:

$$\frac{1}{q + q_0} = n + \tfrac{1}{3} m,$$

der indført i ligning (6) giver:

$$O = 0{,}164 \cdot \frac{a}{q} \cdot \frac{\left(1 + \frac{m}{3n}\right)^2}{\left(1 - \frac{s}{3n}\right)^2},$$

og betegnes transportomkostningerne pr. tonkm. paa horisontalen, hvor $s = o$, med O_h, saa er:

$$O_h = 0{,}164 \frac{a}{q} \left(1 + \frac{m}{3n}\right)^2 \qquad (10).$$

For 60 kg. bliver: $\quad O_h = 0{,}204 \frac{a}{q} \left(1 + \frac{m}{3n}\right)^2$

og for $k = 90$ kg.: $\quad O_h = 0{,}138 \frac{a}{q} \left(1 + \frac{m}{3n}\right)^2$

Ved indsætning af O_h i foranstaaende udtryk for transportomkostninger i stigning faaes:

$$O = \frac{O_h}{\left(1 - \frac{s}{3n}\right)^2} = C \cdot O_h \text{ kr. pr. tonkm.} \qquad (11).$$

Er stigningens længde 1 km., saa er omkostningerne ved transport af 1 ton:

$$O = C \cdot O_h \cdot 1. \qquad (12).$$

Ved hjælp af formel (12) faar man, som vi senere skal se, en bekvem maade for beregning af transportomkostningerne.

2. *Naar man med en given stigning skal overvinde en høidedifferents, hvilken læsvægt bør da benyttes?*

Læsvægten bør bestemmes slig, at transportomkostningerne bliver saa smaa som mulig, og findes ved at derivere formel (7) med hensyn paa q og derefter sætte det fundne udtryk lig nul. Man vil da faa:

$$q = \frac{1}{m + s} - \tfrac{1}{3} q_0, \qquad (9).$$

hvorefter læsvægten — *normallæsset* — findes ved at multiplicere med k.

Da en vei i almindelighed er sammensat af mange stigninger og fald, og da desuden trafiken oftest gaar i begge retninger, vil man ikke kunne anvende formel (9) uden videre; det skal senere paavises, hvorledes man kan bestemme gunstigste læsvægt ogsaa i disse mere almindelige tilfælder.

Exempel: Sættes $m = 0{,}04$, $s = \frac{1}{30}$ og $Q_0 = 600$, hvoraf $q_0 = 8$, faaes:

$$q = \frac{1}{m + s} - \tfrac{1}{3} q_0 = \frac{1}{0{,}04 + 0{,}033} - \tfrac{1}{3} \cdot 8 = \sim 11.$$

$$Q = 11 \cdot 75 = 825 \text{ kg}.$$

Undersøges hastighed og trækkraft opover stigningen, naar man kjører med gunstigste læsvægt, faaes af formel (9):

$$q + q_0 = \frac{1}{m + s} + \tfrac{2}{3} q_0,$$

hvoraf efter indsætning i formel (3) erholdes:

$$v_1 = v\left[1 - \tfrac{1}{3} q_0 (m + s)\right].$$

Heraf fremgaar, at $v_1 < v$, og da følger af formel (2), at trækkraften k_1 er større end normalværdien k.

Det viser sig altsaa, som allerede tidligere i indledningen nævnt, at normalværdierne ikke giver det størst mulig „nyttige" arbeide, men derimod naturligvis altid det størst mulig totale arbeide. Jo større dødvægten er, desto større er det „unyttige" arbeide og desto større afvigelsen fra normalværdierne og omvendt. Er dødvægten ubetydelig, saa vil atter v_1 nærme sig v og derfor k_1 nærme sig k.

C. Bevægelse nedover en stigning, gunstigste fald og læsvægt.

For bevægelse nedover en stigning er s negativ, hvorfor man faar:

$$O = \frac{1{,}48\,a}{q[3 - (q + q_0)(m - s)]^2}, \qquad (6\text{ a}).$$

hvilket er omkostningerne i kr. *pr. tonkilometer af nettolæsset* for transport *nedover* en stigning.

Skal læsset kjøres nedover en stigning s, hvorved det sænkes vertikalt h km., bliver transportomkostningerne:

$$O_1 = \frac{1{,}48 \cdot a \cdot h}{s \cdot q[3 - (q + q_0)(m - s)]^2}. \qquad (7\text{ a}).$$

Paa tilsvarende maade, som netop vist under afsnittet om transport opover en stigning, kan man af (7 a) finde:

1) *Gunstigste fald, n_1, naar læsvægten er givet:*

$$n_1 = \frac{1}{q + q_0} + \tfrac{1}{3} m \text{ og}$$

2) *Gunstigste vægt af nettolæsset, naar stigningen er givet:*

$$q = \frac{1}{m - s} - \tfrac{1}{3} q_0.$$

Ogsaa i ligning (6 a) er det hensigtsmæssigt at indføre den af formel (8) bestemte størrelse n, altsaa indføre

$$\frac{1}{q + q_0} = n + \tfrac{1}{3}m,$$

hvorved faaes det til (11) svarende udtryk for transportudgifterne pr. tonkm.

$$O = \frac{O_h}{\left(1 + \frac{s}{3n}\right)^2} = C_1 \cdot O_h, \qquad (11\ a).$$

hvor O_h bestemmes af formel 10.

Er faldets længde l km., saa er transportomkostningerne:

$$O = C_1 \cdot O_h \cdot l. \qquad (12\ a).$$

D. Bevægelse baade opover og nedover en stigning, gunstigste stigning.

Er trafiken lige stor baade opover og nedover en stigning, er de gjennemsnitlige transportomkostninger pr. tonkm. ifølge formlerne (11) og (11 a):

$$O = O_h \frac{C + C_1}{2}. \qquad (11\ b).$$

Indsættes værdierne paa C og C_1, faaes:

$$O = \frac{O_h}{2}\left\{\frac{1}{\left(1 - \frac{s}{3n}\right)^2} + \frac{1}{\left(1 + \frac{s}{3n}\right)^2}\right\}$$

eller mere sammentrukket:

$$O = O_h \frac{1 + \frac{s^2}{9n^2}}{\left(1 - \frac{s^2}{9n^2}\right)^2}.$$

Overvindes en høide h km., er altsaa gjennemsnitlige omkostninger ved transport af 1 ton:

$$O = \frac{h \cdot O_h}{s} \cdot \frac{1 + \frac{s^2}{9n^2}}{\left(1 - \frac{s^2}{9n^2}\right)^2}.$$

Søges heraf — ved at derivere med hensyn paa s og sætte det fundne udtryk lig nul — den stigning, for hvilken transportomkostningerne er saa smaa som mulig, vil man finde:

$$s = 1{,}18\ n. \qquad (13).$$

Den heldigste stigning, naar der transporteres lige meget opover som nedover, er saaledes 1,18 gange den heldigste stigning, naar transport kun foregaar opover.

E. Gunstigste læsvægt.

Da gjennemsnitlige omkostninger pr. tonkm. ved transport baade opover og nedover *en stigning* ifølge formlerne (6) og (6 a) er:

$$O = \frac{1{,}48\,a}{q \cdot 2}\left(\frac{1}{[3 - (q + q_0)(m + s)]^2} + \frac{1}{[3 - (q + q_0)(m - s)]^2}\right),$$

kan man heraf ved prøveregning finde den værdi af q, der gjør O mindst mulig.

Udfører man for en og samme vei med *flere stigninger* en transportberegning under forudsætning af forskjellige læsstørrelser, vil man for hvert læs erholde en noget forskjellig pris pr. tonkm. Man vil tillige bemerke, at der er et bestemt læs, der benævnes *gunstigste nettolæs*, som giver de mindste transportomkostninger. Enten man øger eller formindsker dette læs, vil transportomkostningerne i ethvert fald blive større.

At bestemme det gunstigste nettolæs for en vei med flere stigninger er i almindelighed en vanskelig sag, idet man maa benytte den ovenfor nævnte omstændelige prøveregning.

Imidlertid vil det hænde for transport kun nedover stigninger, at det for transportomkostningerne gunstigste læs bliver større, end man praktisk kan transportere. I saa tilfælde maa læssets størrelse bestemmes af andre hensyn, f. eks. af stigninger i tilstødende veipartier, hvor meget man kan faa plads til paa kjøretøiet, eller af hensyn til veidækket, veibredde etc.

En almengyldig, praktisk regel til bestemmelse af gunstigste nettolæs kan ikke opstilles. Da imidlertid en unøiagtighed i bestemmelsen af samme inden rimelige grænser har en forholdsvis mindre indflydelse paa transportomkostningerne, kan man for specielle tilfælder angive regler, der nogenlunde træffer det gunstigste læs. Veiene maa da inddeles i forskjellige typer.

1) Nogenlunde *ensartet opstigning* med en bestemt gjennemsnitlig stigning s.

Til bestemmelse af nettolæsset Q haves, naar Q_0 = dødvægten (vognens og hestens vægt), m = modstandskoefficienten og k normaltrækkraften = 75 kg. (i tilfælde 60 eller 90 kg.):

$$Q = \frac{k}{m + s} - \tfrac{1}{3}Q_0; \text{ (kfr. formel (9)).}$$

2) *Lange op- og nedstigninger* med gjennemsnitlig stigning = s. Gunstigste nettolæs kan da findes ved prøveregning, saaledes som i begyndelsen af dette afsnit vist.

3) Veien har et *bølgeformet profil*, hvor maximalstigningen forekommer sjelden og i længder < 600 meter. De øvrige stigninger ligger forholdsvis langt fra s_{max}.

Læsvægten kan da bestemmes af den empiriske formel:

$$Q = \frac{2k}{m + s_{max}} - Q_0,$$

der imidlertid ikke gjælder, naar maximalstigningen er liden.

4) *Ingen opstigninger*, men kun nedstigninger. Læssene bør helst bestemmes saaledes, at de ogsaa kan trækkes paa kortere horisontale strækninger.

Læsvægten maa her bestemmes af praktiske grunde efter særligt studium af de forhaandenværende forholde.

For forskjellige almindelige stigninger og modstandskoefficienter er i tabellen side 29 læsvægten for de 4 typer opført. Mellemliggende tal kan findes ved interpolation.

Hvor særlig nøiagtigt resultat skal opnaaes, maa imidlertid prøveregning for vedkommende vei med forskjellige valgte læs udføres.

F. Bevægelse nedover stigninger større end modstandskoefficienten. Bremsning.

a) Forudsætning: Bremse anvendes ikke.

Det i formel (4) fundne udtryk for hastigheden v_1 nedover en stigning er udviklet kun for stigningen $\overline{\gtrless}$ end modstandskoefficienten. Eftersom nemlig s øges, giver formelen stadig øgede værdier paa hastigheden og som følge heraf stadig synkende transportudgifter. Men naar s bliver større end m, stemmer dette aabenbart ikke længer med praksis, idet hesten vanskelig, i ethvert fald ikke nedover lange stigninger, kan præstere den store hastighed, som formelen giver; hesten maa holde igjen. Med andre ord: trækkraften bliver rettet modsat bevægelsesretningen og bør derfor i beregningen indføres negativ.

Man faar altsaa (se III A, side 16):

$$-k\left(3 - 2\frac{v_1}{v}\right) = (Q + Q_0)(m - s),$$

hvoraf følger:

$$v_1 = \frac{v}{2}[3 + (q + q_0)(m - s)]. \qquad (4\text{ a}).$$

Efter denne formel vil hastigheden, i modsætning til formel (4), aftage, eftersom stigningen øges, hvilket vel maa antages at stemme bedre med praksis. Er s = m (trækkraften lig nul), giver formlerne (4) og (4 a) samme værdi, nemlig $v_1 = \frac{3}{2}v$.

Indsættes ovenstaaende værdi paa hastigheden v_1 i formel (5), faaes:

$$O = \frac{1{,}48\ a}{q[3 + (q + q_0)(m - s)]^2},$$

og indføres ogsaa her størrelsen n defineret ved:

$$n = \frac{1}{q + q_0} - \tfrac{1}{3}m \quad \text{o:} \quad \frac{1}{q + q_0} = n + \tfrac{1}{3}m.$$

faaes:

$$O = \frac{O_h}{\left(1 + \frac{2m - s}{3n}\right)^2} = C_1' \,.\, O_h. \qquad (11\ c).$$

der altsaa er udtrykket for transportomkostningerne pr. tonkm. nedover stigninger større end modstandskoefficienten under forudsætning af, at *bremse ikke anvendes.*

Denne formel bør bruges, naar de stigninger, der er sterkere end modstandskoefficienten, har en forholdsvis stor længde.

Er disse stigninger derimod meget korte, vil man dog, naar bremse ikke anvendes, med tilstrækkelig nøiagtighed kunne anvende formel (11 a) paa samme maade, som naar $s < m$. Herved opnaar man den fordel kun at benytte en formel for bevægelse nedover stigninger og behøver ikke at skjelne mellem tilfældene $s \gtrless m$.

b) Forudsætning: Bremse anvendes.

Ved forstandig brug af bremse kan man opnaa, at næsten al kraft optages af denne, ialfald naar s ikke er særdeles meget større end m, idet man her uden stor feil kan gaa ud fra, at trækkraften er lig nul. Dette vil i formelen sige det samme, som om $s = m$, i hvilket tilfælde formlerne (4) og (1 a) er identiske.

Naar bremse anvendes, kan derfor samtlige stigninger større end modstandskoefficienten regnes lig modstandskoefficienten, og den af formel (4) afledede (11 a) benyttes ogsaa i dette tilfælde, idet s i denne formel sættes lig m.

Man faar saaledes følgende regel, naar stigningen er større end modstandskoefficienten:

1. Er de heromhandlede stærke stigninger forholdsvis korte, bruges hovedformelen 11 a, hvilken formel i saa tilfælde benyttes for alle forekommende stigninger, enten bremse anvendes eller ikke.
2. Er de sterke stigninger af betydelig længde, og bremse forudsættes anvendt, bør man i beregningen sætte alle de stigninger, der er større end m, lig m.
3. Er de sterke stigninger af betydelig længde, og bremse ikke forudsættes anvendt, bør der tages hensyn til, at hesten maa holde igjen, og formel 11 c bør derfor da bruges. Ved udtagning af koefficienten i tabellen erstattes s af udtrykket 2m — s.

I denne forbindelse tilføies, at efterhvert som læskjøretøiernes hjul bliver større, og veibanerne bliver bedre, vil det vel her som i andre lande blive nødvendigt at anordne bremse paa læsvognene af hensyn til de forekommende sterkeste stigninger. Den under 3 nævnte forudsætning bør muligens derfor kun bruges i specielle tilfælder og bør kanske efterhaanden gaa helt ud af den praktiske transportberegning.

IV. Kjørsel med tomme vogne.

For det tilfælde, at læskjørselen gaar i en retning, og at vognene kjører tomme tilbage, vil omkostningerne ved tomkjørselen komme som et tillæg til de transportudgifter, der falder paa hver ton transporteret gods.

A. Bevægelse opover.

Man erholder omkostningerne, der falder paa 1 tonkm. ved i det almindelige udtryk for $\frac{v_1}{v}$ (formel (3)) at sætte $q = 0$; man faar da:

$$\frac{v_1}{v} = \tfrac{1}{2}\left[3 - q_0(m + s)\right],$$

hvilket indsat i formel (5) giver:

$$O_0 = 1{,}48 \cdot \frac{a}{q\left[3 - q_0(m + s)\right]^2} \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Sættes i formel (8) $q = 0$, og betegnes den værdi, som n da antager, med n_0, saa er:

$$n_0 = \frac{1}{q_0} - \tfrac{1}{3}\,m, \text{ og} \qquad (8\,a).$$

$$\frac{1}{q_0} = n_0 + \tfrac{1}{3}\,m.$$

Indføres dette i ovenstaaende udtryk, faaes:

$$O_0 = 0{,}164\,\frac{a\left(1 + \dfrac{m}{3n_0}\right)^2}{q\left(1 - \dfrac{s}{3n_0}\right)^2} \qquad \text{(se side 19).}$$

Betegnes transportomkostningerne pr. tonkm. paa horisontal bane med O_{h_0}, saa er:

$$O_{h_0} = 0{,}164\,\frac{a}{q}\left(1 + \frac{m}{3n_0}\right)^2 \text{ (se side 19).} \qquad (10\,a).$$

For $k = 60$ kg. er: $O_{h_0} = 0{,}204\,\dfrac{a}{q}\left(1 + \dfrac{m}{3n_0}\right)^2$

og for $k = 90$ kg. er: $O_{h_0} = 0{,}138\,\dfrac{a}{q}\left(1 + \dfrac{m}{3n_0}\right)^2$

Indføres dette i foranstaaende udtryk for O_0, faaes:

$$O_0 = \frac{O_{h_0}}{\left(1 - \frac{s}{3n_0}\right)^2} \qquad (14).$$

(Exempel se senere side 32).

Det vil ofte være mere praktisk at finde transportudgifter pr. tom vogn pr. 1 km. istedetfor som ovenfor at finde det beløb, der kommer som tillæg til tonkm.prisen ved læskjørselen.

Er N det antal ton, der aarlig er fremtransporteret i læs af Q kg., saa er transportomkostningerne pr. aar ved tomkjørsel paa horisontal bane pr. 1 km.:

$$O = 0{,}164 \cdot \frac{a \cdot k}{Q}\left(1 + \frac{m}{3n_0}\right)^2 \cdot N.$$

Da imidlertid antal tomme vogne T er:

$$T = \frac{1000 \cdot N}{Q},$$

gaar ovenstaaende udtryk over i:

$$O = 0{,}000164 \cdot a \cdot k \cdot \left(1 + \frac{m}{3n_0}\right)^2 \cdot T.$$

Sættes $T = 1$, faaes transportomkostningerne pr. 1 tomvogn pr. km. paa horisontal bane:

$$O_T = 0{,}000164 \cdot a \cdot k \cdot \left(1 + \frac{m}{3n_0}\right)^2 \qquad (15).$$

Og opover en stigning s bliver omkostningerne ved kjørsel af 1 tomvogn 1 km.:

$$O_0 = \frac{O_T}{\left(1 - \frac{s}{3n_0}\right)^2}$$

(Se senere exempel 3).

B. Bevægelse nedover.

For bevægelse nedover en stigning er s negativ og transportomkostningerne pr. *tonkm.* bliver derfor:

$$O_0 = \frac{O_{h_0}}{\left(1 + \frac{s}{3n_0}\right)^2} \qquad (16).$$

Eller pr. 1 tomvogn 1 km.:

$$O_0 = \frac{O_T}{\left(1 + \frac{s}{3n_0}\right)^2}$$

V. Den praktiske udførelse af transportberegningen.

De foran givne theoretiske beregninger af gunstigste stigning og læsvægt kan ogsaa paa forskjellig maade faa praktisk betydning for veibygningen.

Foreligger for exempel spørsmaalet om ombygning af en gammel vei, vil opgaven blive at opstille sammenlignende beregninger mellem transportomkostningerne paa den gamle og den nye vei. For den gamle veis vedkommende vil som regel tilstrækkelige data være givet, idet dog m vil blive at fastsætte skjønsmæssig, da en direkte maaling vil falde for tungvindt og kostbar. Ved fastsættelse af læsvægt for den nye vei kan man støtte sig til det kjendskab, man har til færdselen paa den gamle vei, under hensyntagen til mulig øgning af trafiken og til transportmidlernes forbedring.

Til bedømmelse af trafikens og læssets størrelse bør trafikopgave i en eller anden form foreligge. Man kan da for beregningen, som hidtil, forudsætte al trafik i fulde læs, eventuelt tomlæs tilbage.

Vil man imidlertid erholde den nøiagtigst mulige transportberegning, bør trafiken opdeles saavidt muligt overensstemmende med de faktiske forholde. Det vil saaledes ofte være rimeligt at antage, at endel af trafiken (landhandlerkjørsel, industriprodukter m. v.) foregaar i fulde læs, endel i smaa læs (melkekjørsel, gaardskjørsel m. v.) og endelig endel tomme læs. Den her opstillede transportberegning tillader en saadan opdeling.

Finder man af en eller anden grund ikke at burde beregne aarlige trafikomkostninger, kan man alligevel erholde en meget god *sammenligning mellem to konkurrerende linjer* ved at udregne *omkostningerne ved transport af 1 ton langs veien* for hver af de to linjer, idet kjørselen for hver tænkes at foregaa med gunstigste læs.

Den eneste størrelse, man ved en saadan beregning behøver at vælge skjønsmæssig, er modstandskoefficienten, medens man altsaa intet behøver forudsætte om trafikens mængde eller art.

Fremgangsmaaden ved udførelsen af en veis transportberegning.

Modstandskoefficienten, m bestemmes under hensyntagen til veiens bygningsmaade, fremtidigt vedligehold, trafik, klima m. v. I almindelige transportberegninger kan den under forudsætning af fremtidige velordnede forhold sættes:

for pukveie = 4.5 %.
„ grusveie = 7.0 %.

gjennemsnitlig for det hele aar. For ældre veie uden egentligt veidække bør den skjønsmæssig ansættes for hvert tilfælde.

A. Beregning af omkostninger ved transport af 1 ton under forudsætning af kjørsel med gunstigste læs.

Trafik i den ene retning.

Gunstigste nettolæs bestemmes som regel tilstrækkelig nøiagtig ved hjælp af følgende tabel.

Anm. I tabellen er forudsat anvendt *en hest pr. læs.*
Kfr. Meddelelse no. 4 fra Veidirektøren, side 38 og 39.

Tabel over gunstigste nettolæs Q.

Stigning	$\frac{1}{12}$		$\frac{1}{15}$			$\frac{1}{20}$			$\frac{1}{25}$			$\frac{1}{30}$			$\frac{1}{40}$		
Modstandskoeff. m. i ‰	10	7	10	7	4,5	10	7	4,5	10	7	4,5	10	7	4,5	10	7	4,5
1. Nogenlunde ensartede opstigninger med en gjennemsnitsstigning s. $Q = \frac{k}{m + s} - \frac{1}{3}Q_0$.	240	320	280	380	500	330	460	620	370	510	710	390	560	790	430	620	900
2. Lange op- og nedstigninger med gjennemsnitlig stigning = s; Q fundet ved prøveregning.	260	380	340	450	570	380	530	740	410	600	880	450	680	950	490	750	1050
3. Maximalstigningen s forekommer sjelden og i længder < 600 m. De øvrige stigninger ligger forholdsvis langt fra s_{max}. $Q = \frac{2k}{m + s_{max}} - Q_0$ (gjælder ikke, naar s_{max} er liden).	320	480	400	590	840	500	750	1000	570	860	1190	630	900	1300	650	950	1500
4. Ingen opstigninger, men derimod kun nedstigninger. Læssene bør kunne trækkes ogsaa paa kortere horisontaler. Bremse forudsættes.	700	1000	700	1000	1600	700	1000	1600	700	1000	1600	700	1000	1600	700	1000	1600

For nettolæs under 950 kg. er forudsat vognvægt = 150 kg., for læs over 950 kg. derimod 220 kg. Hestevægt 350 kg.

Mellemliggende tal findes ved interpolation. Hvor særlig nøiagtigt resultat vil opnaaes, bestemmes Q for de tre første tilfælders vedkommende ved prøveregning med forskjellige valgte læs og for sidste tilfælde ved særligt studium af de forhaandenværende forholde.

205.

I foranstaaende er Q = nettolæs i kg., Q_0 = vægt af hest + tom vogn. I almindelige transportberegninger kan Q_0 antages som i ovenstaaende tabel. s_{max} = maximumstigningen i denne trafikretning.

Normalstigningen, n, for det foran beregnede gunstigste nettolæs faaes af efterstaaende formel:

$$n = \frac{k}{Q+Q_0} - \tfrac{1}{3}m.$$

k = normaltrækkraft, i almindelighed = 75 kg.

Stigningerne opsummeres og indføres i schemaet for transportberegningen. Forekommer i vedkommende projekt nogen stigning, som ikke findes medtaget i tabellen side 48—51, henføres den til den nærmeste i tabellen angivne stigning.

Koefficienterne C for stigninger opad og C_1 for stigninger nedad udtages af sidstnævnte tabel.

Ved almindelige transportberegninger kan som regel to decimaler benyttes, ved mere nøiagtige derimod tre decimaler. I sidste tilfælde bør for de stigninger, der ikke findes i tabellen, koefficienterne udregnes ved aritmetisk interpolation.

Findes nedstigninger, der er nævneværdig sterkere end modstandskoefficienten, forholdes med disse efter følgende regler:

1. Er de sterke stigninger forholdsvis korte, bruges hovedformelen 11 a, hvilken formel i saa tilfælde benyttes for alle forekommende stigninger, enten bremse anvendes eller ikke.
2. Er de sterke stigninger af betydelig længde, og bremse forudsættes anvendt, bør man i beregningen sætte alle de stigninger, der er større end m, lig m.
3. Er de sterke stigninger af betydelig længde, og bremse ikke forudsættes anvendt, bør der tages hensyn til, at hesten maa holde igjen, og formel 11 c i den fuldstændige udvikling bør derfor da bruges. Ved udtagning af koefficienten i tabellen erstattes s af udtrykket 2m — s.

Produkterne af koefficient og vedkommende stignings længde i km. udregnes.

Udførelsen af denne regning kan ved almindelige transportberegninger med tilstrækkelig nøiagtighed ske ved regnestav, i tilfælde dens nøiagtigste inddeling.

Derpaa udregnes disse produkters sum: Σ (koefficient-længde) = P_I = veiens virtuelle længde i denne trafikretning ɔ: længden af en horisontal bane, langs hvilken læsset kan transporteres med samme omkostning som paa den foreliggende veistrækning.

207.

Transportomkostningerne pr. tonkm. paa horisontalen udregnes af formelen:

$$O_h = c \cdot \frac{a \cdot k}{Q}\left(1 + \frac{m}{3n}\right)^2,$$

hvor dagløn for hest og mand, a, bestemmes efter de lokale forhold; i almindelighed kan a sættes = 4.50. Talfaktoren c er for k = 75 kg. lig 0,164. Herunder bør regnestav benyttes.

Produktet $P_I \cdot O_h$ udregnes derpaa: det fremstiller omkostningerne ved *transport af 1 ton paa hele veien* i denne trafikretning.

Dette produkt divideres med veiens samlede længde, hvorved erholdes *transportomkostninger pr. tonkm.*, der saaledes er et maal paa veiens transportevne i denne trafikretning, uafhængigt af trafikens mængde og art.

Trafik i den anden retning.

Gunstigste nettolæs og normalstigning udregnes efter de i denne retning forekommende stigninger, hvorefter beregningen forøvrigt sker som foran angivet.

Trafik i begge retninger.

Ved veianlæg med nogenlunde samme maximalstigning i begge retninger og forøvrigt jevnt fordelte op- og nedstigninger kan man udføre beregningen for begge kjøreretninger under ét, idet den midlere koeff. $\frac{C + C_1}{2}$ bruges. Længderne l bliver her lig sum af længde frem og tilbage.

B. Beregning af aarlige transportomkostninger.

Den aarlige trafikmængde, udtrykt i antal ton og antal tomme vogne i hver retning, beregnes paa grundlag af trafikoptælling eller paa anden maade.

Trafikmængden opdeles efter det kjendskab, man har til trafikens art. I almindelighed bør vel 3 læsstørrelser benyttes:

Nr. I = fulde læs = gunstigste nettolæs.

Nr. II = et mindre læs, f. ex. halvparten af forrige.

Nr. III = tomlæs.

For læs nr. I er ovenfor under A beregnet produktet P_I. Paa lignende maade udregnes for læs nr. II produktet P_{II}.

For *tomlæssenes* vedkommende beregnes normalstigningen

$$n_0 = \frac{k}{Q_0} - \tfrac{1}{3}m$$

og omkostningerne ved kjørsel af en tom vogn 1 km. paa horisontal bane

$$O_T = \frac{c}{1000} \cdot a \cdot k \left(1 + \frac{m}{3n_0}\right)^2$$

Produkter P_{III} af størrelsen O_T og Σ (koefficient-længde) angiver omkostningerne ved kjørsel af 1 tom vogn hele veien.

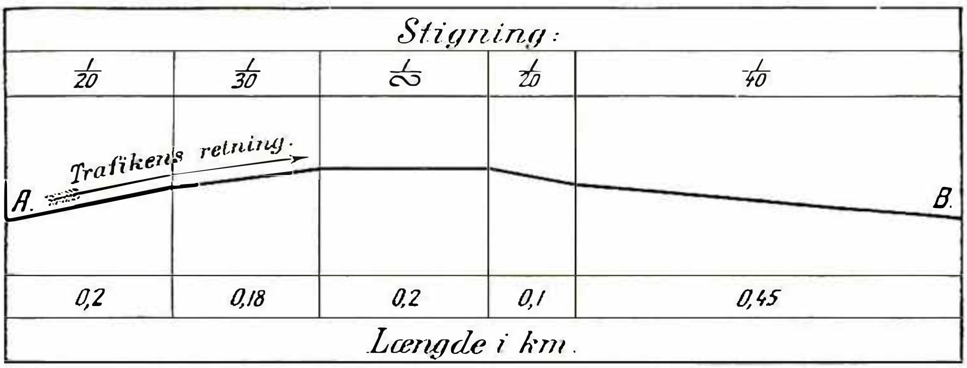
$P_I \cdot O_h$ multipliceres med det antal ton, der kjøres i læs nr. I.

$P_{II} \cdot O'_h$ multipliceres med det antal ton, der kjøres i læs nr. II. og

$P_{III} \cdot O_T$ multipliceres med antal tomme læs.

De herved fremkomne omkostninger for hver læsstørrelse summeres, hvorved samlede aarlige transportomkostninger erholdes.

Exempel 1.



Linjen AB har en maximumstigning $= \frac{1}{20} = 0{,}05$ og en modstandskoefficient $= 6\,^0/_0$.

Da maximalstigningen ikke har en større længde end 0,2 km., kan nettolæsset bestemmes af formel (16).

Vognens vægt antages = 150 kg.
Hestens — — = 350 „.

1) Nettolæs:

$$Q = \frac{2 \cdot 75}{0{,}06 + 0{,}05} - (150 + 350) = \underline{860 \text{ kg.}}$$

2) Normalstigningen:

$$n = \frac{75}{860 + 500} - \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}06 = \underline{0{,}035.}$$

3) Sættes daglønnen for hest og mand = kr. 5,00, bliver transportudgifterne pr. tonkm. paa horisontal bane:

$$O_h = 0{,}164 \cdot \frac{5 \cdot 75}{860} \cdot \left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}035}\right)^2 = \underline{0{,}17 \text{ kr. pr. tonkm.}}$$

Transportberegningen opstilles nu saaledes som vist i nedenanførte tabel, idet antages, at trafiken gaar i retningen AB, og at vognene kjører tomme tilbage, idet normalstigningen n_0, der bruges ved beregning af transportomkostningerne ved tomkjørsel bestemmes af:

$$n_0 = \frac{1}{q_0} - \frac{1}{5}m = \frac{75}{500} - 0{,}020 = 0{,}130.$$

Transportomkostningerne pr. tonkm. paa horisontalen ved tomkjørsel er:

$$O_{h_0} = 0{,}164 \cdot \frac{5 \cdot 75}{860} \cdot \left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}130}\right)^2 = 0{,}095 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Retning A—B (Læskjørsel)				Retning B—A (Tomkjørsel)			
Stigning 1 paa	Koeffi-cient	Længde i km.	Produkt	Stigning 1 paa	Koefficient	Længde i km.	Produkt
20	3,645	0,20	0,729	40	1,144	0,45	0,515
30	2,146	0,18	0,386	20	1,321	0,10	0,132
∞	1,000	0,20	0,200	∞	1,000	0,20	0,200
— 20	0,459	0,10	0,046	— 30	0,847	0,18	0,152
— 40	0,652	0,45	0,293	— 20	0,785	0,20	0,157
Sum P_I =			1,654	Sum P_{III} =			1,156
Omkostningerne ved transport af 1 ton langs veien $= O_h \cdot P_I = 0{,}17 \cdot 1{,}654 =$ kr. 0,284.				Tillæg pr. 1 ton transporteret langs veien $= O_{h_0} \cdot P_{III} = 0{,}095 \cdot 1{,}156 =$ kr. 0,11.			
Gjennemsnitlig pr. tonkm.: $0{,}28 \cdot \frac{1}{1{,}13} =$ kr. 0,25.				Gjennemsnitlig pr. tonkm.: $0{,}11 \cdot \frac{1}{1{,}13} =$ kr. $0{,}09_7$.			

Er den mængde, der aarlig transporteres fra A—B = ca. 8000 ton, saa bliver aarlige transportudgifter, naar vognene forudsættes at gaa tomme tilbage:

$$8000 \cdot (0{,}28 + 0{,}11) = \underline{3120 \text{ kr.}}$$

Exempel 2.

Forudsættes, at halvparten af ovennævnte transportmængde, ca. 8000 ton, transporteres i fulde læs 860 kg. og den anden halvdel i 400 kg.'s læs, saa er udgifterne ved transport af den ene halvdel:

$$4000 \cdot (0{,}28 + 0{,}11) = 1560 \text{ kr.}$$

Udgifterne ved transport af den anden halvdel findes ved at udføre en ny transportberegning, hvor nu nettolæsset er = 400 kg.

Man faar:

$$2) \qquad n = \frac{75}{400 + 500} - \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}06 = 0{,}063.$$

$$3) \quad O_h = 0{,}164 \cdot \frac{5 \cdot 75}{400}\left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}063}\right)^2 = 0{,}154 \cdot 1{,}32^2 = 0{,}27 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

$$\text{og } O_{h_0} = 0{,}164 \cdot \frac{5 \cdot 75}{400}\left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}130}\right)^2 = 0{,}20 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Stigning 1 paa	Koefficient	Længde i km.	Produkt
20	1,849	0,20	0,370
30	1,474	0,18	0,265
∞	1,000	0,20	0,200
— 20	0,625	0,10	0,063
— 40	0,781	0,45	0,351
		Sum P_{II} =	1,249

Sum P for tomkjørsel som i exempel 1 = 1,156, altsaa pr. tonkm.

$$1{,}156 \cdot \frac{0{,}20}{1{,}13} = \text{kr. } 0{,}20.$$

Omkostning ved transport af 1 ton langs veien er:

$$1{,}249 \cdot 0{,}27 + 1{,}156 \cdot 0{,}20 = \text{kr. } 0{,}57.$$

Transport af 4000 ton altsaa:

$$4000 \cdot 0{,}57 = 2280 \text{ kr.}$$

og samlede transportomkostninger:

$$\underline{1560 + 2280 = 3840 \text{ kr.}}$$

Man faar altsaa et tillæg af 3840 — 3120 = kr. 720,00 pr. aar i transportudgifter, naar den ene halvdel af transportmængden kjøres i fulde læs og den anden halvdel i læs paa 400 kg. mod, naar alt transporteres i fulde læs, som i exempel 1 antaget.

I foranstaaende exempel er veiens virkelige længde lig 1,13 km., medens dens virtuelle længde for transport fra A—B med fulde læs er 1,654 km. og med halve læs 1,249 km. Som det vil sees, koster tomkjørselen kr. 0,10 pr. tonkm. ved 860 kg.s læs og kr. 0,20 ved 400 kg., idet i sidste tilfælde veien maa tilbagelægges over dobbelt saa mange gange med tom vogn.

I foranstaaende to exempler er, som nævnt, forudsat, at vognene gaar tomme tilbage, hvilket tilfælde kun indtræder, hvor trafiken gaar udelukkende eller overveiende i én retning, f. ex. ved transport af specielle varer til anlæg, fra fabriker og lignende.

Ved almindelig landeveistransport vil imidlertid som regel trafiken arte sig anderledes, idet oftest vognene har noget læs tilbage og kun en del gaar helt tomme, hvorfor trafiken kan regnes opdelt i en række fulde læs, en række mindre læs og endelig endel tomme læs.

Da den her sidst omtalte trafikeringsmaade (læs af forskjellig størrelse og tomme læs) er det almindelige, er schemaet for transportberegning udarbeidet under denne forudsætning, og beregningen bliver at udføre, som vist i følgende exempel.

Exempel 3.

Samme vei, som i de to foregaaende exempler, antages trafikeret paa følgende maade:

Retning A—B:

Pr. aar:	4700	læs à	860	kg.	netto	= 4040	ton
	5000	„ -	400	„	„	= 2000	„
	3000	tomlæs.					

Retning B—A:

Pr. aar:	4000	læs à	860	kg.	netto	= 3440	ton
	4000	„ -	400	„	„	= 1600	„
	4700	tomlæs.					

Der forudsættes samme modstandskoefficient (6 %), vognvægt og vægt af hest som i exemplerne 1 og 2, hvorfor angaaende beregning af normalstigninger, transportomkostninger pr. tonkm. paa horisontal bane etc. henvises til disse. Den eneste størrelse, som ikke tidligere er beregnet, er O_T, der findes (se formel 15):

$$O_T = 0{,}000164 \cdot 5 \cdot 75 \cdot \left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}13}\right)^2 = \text{kr. } 0{,}08.$$

Retning A—B. 4040 ton aarlig i læs af 860 kg. 2000 » » » » 400 » 3000 tomme læs aarlig.								Retning B—A. 3440 ton aarlig i læs af 860 kg. 1600 » » » » 400 » 4700 tomme læs aarlig.							
Stign. 1 paa	Længde i km.	No. I Nettolæs $Q = 860$ kg. $n = 0,035$ $O_h = 0,17$		No. II Nettolæs $Q = 400$ kg. $n = 0,063$ $O'_h = 0,27$		No. III Tomlæs $Q_t = 500$ kg. $n_t = 0,130$ $O_T = 0,08$		Længde i km.	No. I Nettolæs $Q = 860$ kg. $n = 0,035$ $O_h = 0,17$		No. II Nettolæs $Q = 400$ kg. $n = 0,063$ $O'_h = 0,27$		No. III Tomlæs $Q_t = 500$ kg. $n_t = 0,130$ $O_T = 0,08$		Stign. 1 paa
		Koeffi-cient	Produkt	Koeffi-cient	Produkt	Koeffi-cient	Produkt		Koeffi-cient	Produkt	Koeffi-cient	Produkt	Koeffi-cient	Produkt	
+ 20	0,20	3,645	0,729	1,849	0,370	1,321	0,261	0,10	3,646	0,365	1,849	0,185	1,321	0,132	+ 20
÷ 20	0,10	0,459	0,046	0,625	0,063	0,785	0,079	0,20	0,459	0,092	0,625	0,125	0,785	0,157	÷ 20
+ 30	0,18	2,146	0,386	1,474	0,265	1,196	0,215	—	—	—	—	—	—	—	+ 30
÷ 30	—	—	—	—	—	—	—	0,18	0,577	0,101	0,723	0,130	0,847	0,152	÷ 30
+ 40	—	—	—	—	—	—	—	0,45	1,722	0,775	1,328	0,598	1,144	0,515	+ 40
÷ 40	0,45	0,652	0,293	0,781	0,351	0,882	0,397	—	—	—	—	—	—	—	÷ 40
∼	0,20	1,000	0,200	1,000	0,200	1,000	0,200	0,20	1,000	0,200	1,000	0,200	1,000	0,200	∼
Sum	1,13	$P_I =$	1,654	$P_{II} =$	1,249	$P_{III} =$	1,155	1,13	$P_I =$	1,536	$P_{II} =$	1,238	$P_{III} =$	1,156	Sum
$P_I O_h =$ kr. 0,28				$P_{II} O'_h = 0,34$		$P_{III} O_T = 0,09$		$P_I O_h =$ kr. 0,26			$P_{II} O'_h = 0,33$		$P_{III} O_T = 0,09$		

a) Aarlige transportudgifter i retning A—B
$0,28 \cdot 4040 + 0,34 \cdot 2000 + 0,09 \cdot 3000$
$= 2080$ kr.

b) Aarlige transportudgifter i retning B—A
$0,26 \cdot 3440 + 0,33 \cdot 1600 + 0,09 \cdot 4700$
$= 1845$ kr.

Tilsammen for begge retninger a + b = 2080 + 1845 = 3925 kr.

Som resultat af transportberegningen faaes, at samlede transportudgifter pr. aar er 3925 kr.

Da det samlede antal ton, der aarlig fragtes, er 4040 + 2000 + 3440 + 1600 = 11 080 ton, bliver gjennemsnitlig pris pr. tonkm.:

$$\frac{3925}{1,13 \cdot 11\,080} = \underline{\text{kr. } 0,31.}$$

Er trafiken lige stor i begge retninger, behøver man kun at regne med de midlere koefficienter og ikke, som her, hver retning særskilt.

Af foregaaende exempler vil det fremgaa, at tonkm.prisen er meget afhængig af trafikeringsmaaden. For at faa et tal, hvoraf man kan danne sig en mening om veiens transportevne, bør man derfor udregne tonkm.prisen under forudsætning af, at trafiken foregaar paa heldigste maade ɔ: med det beregnede gunstigste læs.

Som middel af begge retninger finder man saaledes for foregaaende exempel følgende transportudgifter ved et læs paa 860 kg., der antages at være det gunstigste:

$$\frac{0{,}28 + 0{,}26}{2 \cdot 1{,}13} = \underline{\text{kr. } 0{,}24} \text{ pr. tonkm.}$$

Dette tal bør angives i transportberegningen, cfr. schemaet, hvor rubrik for dette tal er anbragt ved foden.

Exempel 4, hvor stigningen er større end modstandskoefficienten. Her benyttes alle tre forannævnte formler for at vise, hvilken forskjel der er mellem dem.

Nedover stigningerne $^1/_{10}$ og $^1/_{12}$ med længde henholdsvis 0,3 og 1,4 km kjøres et nettolæs = 600 kg., hestens og kjærrens vægt = 500 kg. og veibanens modstandskoefficient = 7 $^0/_{0}$.

Normalstigning n er:

$$n = \frac{75}{600 + 500} \div \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}07 = 0{,}045,$$

og transportomkostningerne pr. tonkm. paa horisontal bane O_h findes af:

$$O_h = 0{,}164 \cdot \frac{4 \cdot 75}{600}\left(1 + \frac{0{,}07}{3 \cdot 0{,}045}\right)^2 = 0{,}082 \cdot 2{,}31 = 0{,}19 \text{ kr.}$$

1) *Formel 11 a benyttes.*

De for de givne stigninger $^1/_{10}$ og $^1/_{12}$ svarende koefficienter er, naar n = 0,045, lig henholdsvis 0,330 og 0,382, hvorfor omkostningerne ved transport af 1 ton nedover er:

$$0{,}19(0{,}330 \cdot 0{,}3 + 0{,}382 \cdot 1{,}4) = \text{kr. } 0{,}12.$$

2) *Bremse anvendes.*

En modstandskoefficient = 0,07 svarer til en stigning af ca. $^1/_{14}$. Den hertil hørende koefficient C findes af tabellen pag. 49 lig 0,428. Denne koefficient bruges baade for stigningen $^1/_{10}$ og $^1/_{12}$, idet alle stigninger større end modstandskoefficienten regnes lig modstandskoefficienten.

Omkostning ved transport af 1 ton nedover er derfor:

$$0{,}19 \cdot 0{,}428(0{,}3 + 1{,}4) = \text{kr. } 0{,}14.$$

3) *Bremse anvendes ikke* (formel 11 c).

Af tabellen pag. 49 udtages de til de to værdier af 2m — s svarende koefficienter. Da 2m — s for s = $^1/_{10}$ og s = $^1/_{12}$ er henholdsvis $^1/_{23}$ og $^1/_{17}$, findes følgende koefficienter (idet erindres, at n = 0,045) 0,560 og 0,485.

Omkostningerne ved transport af 1 ton nedover er derfor:

$$0{,}19 + 0{,}560 \cdot 0{,}3 \div 0{,}185 \cdot 1{,}1 = \text{kr. } 0{,}16.$$

Man faar altsaa følgende sammenstilling:

1) Formel 11 a benyttes . . . . transportomkostninger kr. 0,12
2) Bremse anvendes:
(Alle stigninger større end m sættes lig m) . . —„— „ 0,11
3) Formel 11 c benyttes:
(Bremse anvendes ikke) . . . . —„— „ 0,16

Foranstaaende exempel er opsat for at vise, hvorledes de tre formler i visse tilfælder *kan* give saavidt forskjellige resultater, at en af formlerne 2 eller 3 bør bruges.

Ved almindelige veiprojekter vil disse stærke stigninger som regel ikke forekomme eller ialfald være af saa kort længde, at det vil have meget liden indflydelse paa de samlede omkostninger, hvilken formel der anvendes. Hovedformelen 11 a vil derfor omtrent altid kunne benyttes.

VI. Beregning af besparet fragtkapital og vedligeholdskapital.

Det forudsættes, at der foreligger to alternativlinjer, og at alternativ I er bedre end alternativ II. Der spørges da om, hvor stor fragtkapital man sparer pr. aar ved at vælge alt. I.

Er samlede aarlige transportomkostninger for alt. I og alt. II beregnet til henholdsvis O_I og O_{II}, saa er *aarlig besparede fragtomkostninger F.*

$$\underline{F = O_{II} - O_I \text{ kr.}}$$

Betegnes rentefoden med r, saa svarer dette til en kapital K′, der findes af:

$$K' : F = 100 : r.$$

$$K' = \frac{100}{r} \cdot (O_{II} - O_I),$$

og sættes $r = 4$, faaes:

$$K' = 25 \cdot (O_{II} - O_I).$$

Herunder er dog endnu ikke taget hensyn til de aarlige vedligeholdsomkostninger.

Er disse henholdsvis V_I og V_{II}, saa er besparelsen ved alt. I:

$$V_{II} - V_I,$$

og samlet aarlig besparet kapital altsaa:

$$O_{II} - O_I + V_{II} - V_I,$$

hvilket svarer til en kapital K:

2/5.

$$K = \frac{100}{r} [O_{II} - O_I + V_{II} - V_I]. \qquad (17).$$

Forat alt. I skulde foretrækkes for alt. II, burde merudgiften ved alt. I ikke være større end besparet kapital K.

Er trafiken ikke lige stor langs de to alternative linjer, kan ovenstaaende beregning ikke uden videre benyttes, men fornødent hensyn maa da, under trafikmængdens indførelse i beregningen, tages til de specielle forholde.

VII. Persontrafik.

Foranstaaende udviklinger for læskjørsel kan ikke uden videre overføres til at gjælde for persontrafik, idet nemlig trækdyret i disse to tilfælder arbeider paa en ganske forskjellig maade. Medens saaledes ved læstrafik hastigheden afviger forholdsvis lidet fra den tidligere omtalte normalhastighed 1,25 meter pr. sekund, pleier man ved persontrafik at forlange, at hesten skal løbe med en hastighed af 2,0—3,5 meter pr. sekund (7,2—12,6 km. pr. time); men til gjengjæld maa naturligvis læsvægten og paa grund deraf trækkraften være saa meget mindre.

Den at Maschek opstillede og af Launhardt omformede kraftformel passer i dette tilfælde derfor ikke med de for læstrafik valgte normalværdier paa trækkraft, hastighed og arbeidstid, idet man, som nævnt, ved persontrafik ikke mere søger at nærme sig den hastighed, hvorved arbeidsydelsen bliver størst mulig, men derimod søger at komme hurtigst mulig frem. Efter den Maschek-Launhardtske formel er den største hastighed, man kan opnaa $= 1{,}87$ meter pr. sek. (nemlig naar $k_1 = 0$), hvilket aabenbart er altfor lidet. Samtidig er det indlysende, at formelen $\frac{v_1}{v} = \frac{t_1}{t}$ leder til altfor store værdier paa arbeidstid, naar v_1 er meget større end v. Er saaledes $v_1 = 2v$, saa bliver $t_1 = 2t = 16$ timer.

I *Zeitschrift für Transportwesen und Strassenbau* 1904, 1ste og følgende hefter, har *Baurat Seifert* forsøgt ved et tilsvarende ræsonnement som det, Launhardt anvendte, at omdanne Mascheks formel, saa den ogsaa passer for hastigheder, der er betydelig over den tidligere nævnte normale.

Istedetfor som Launhardt at undersøge, hvordan *hastighed* og *arbeidstid* bør afhænge af hinanden, naar *trækkraften* har en bestemt, fra den normale afvigende værdi, undersøgte Seifert, hvordan *trækkraft* og *arbeidstid* bør afhænge af hinanden, naar *hastigheden* afviger fra den normale.

Han fandt da følgende formler:

$$k_1 = \frac{k}{2}\left(3 - \frac{v_1}{v}\right) \quad \text{og} \quad \frac{t_1}{t} = \frac{k_1}{k},$$

ifølge hvilke den største hastighed kan blive 3 gange normalhastigheden. Da skydsheste ofte er lettere bygget end læsheste, forudsætter Seifert (det samme gjør Launhardt), at man bør anvende følgende normalværdier:

$$k = 60 \text{ kg.}, \quad v = 1{,}4 \text{ m.}, \quad t = 8 \text{ timer},$$

idet en noget hurtigere gangart og mindre trækkraft passer bedre for lette heste.

Ovenstaaende formler giver, naar de anvendes paa trafik opover stigninger, meget rimelige værdier; men for trafik nedover stigning bliver arbeidstiden altfor liden, idet nemlig ifølge formelen denne er mindre, jo mindre trækkraften er. I det extreme tilfælde, at stigningen er lig modstandskoefficienten, er trækkraften lig nul nedover stigningen. Heraf skulde efter formelen følge en daglig arbeidstid lig nul; men det er selvfølgelig urigtigt; thi samtidig som $k_1 = 0$, er $v_1 = 3v = 4{,}2$ meter pr. sek., og med denne hastighed er hesten istand til at arbeide en tid.

Man har derfor fundet ikke at kunne anvende Seiferts formel, men forsøgt at beholde den Maschek-Launhardtske ved at vælge størrelserne k, v og t paa en saadan maade, at formelen giver resultater, der bedst muligt stemmer overens med praksis, altsaa bruge formel (2):

$$k_1 = k\left(3 - 2\frac{v_1}{v}\right) = k\left(3 - 2\frac{t_1}{t}\right).$$

Efter mange undersøgelser er man blevet staaende ved:

$$k = 37 \text{ kg.}, \quad v = 2{,}2 \text{ meter pr. sek.}, \quad t = 6 \text{ timer},$$

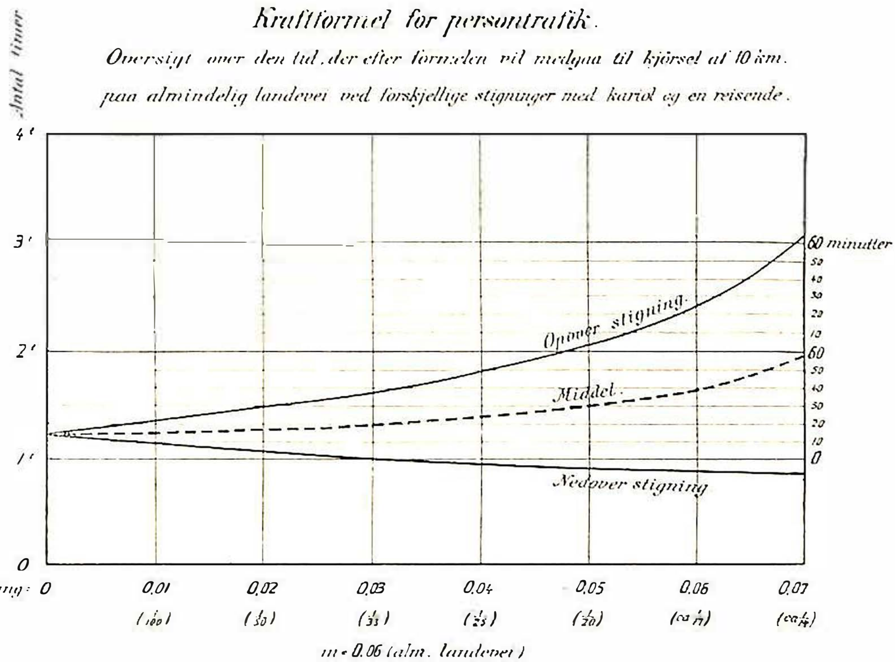
hvilke størrelser dog egentlig kun bliver at betragte som regnestørrelser. Men da k, v og t ifølge kraftformelen gjør arbeidsydelsen til et maximum, kan man muligens kalde dem for *normalværdierne for skydstrafik*, og de skulde da altsaa betyde de værdier paa trækkraft, hastighed og arbeide, hvorved arbeidsydelsen ved skydstrafik bliver størst mulig.

Medens rigtigheden af den Maschek-Launhardtske kraftformel med sine tidligere nævnte normalværdier for læstrafik er bekræftet af en meget stor erfaring, har man kun havt liden anledning til at prøve formelen med normalværdier for skydstrafik, hvorfor nærværende afsnit kun er tænkt medtaget til prøve. Det er muligt, at erfaringen vil vise, at de valgte normalværdier bør ændres noget, eller at det overhovedet ikke ved ovennævnte formel lader sig gjøre tilstrækkelig nøiagtigt at fremstille forholdet ved skydstrafik. Ved bedømmelsen af kraftformelen bør det imidlertid erindres, at der altid ved beregninger som nærværende findes mange andre usikre faktorer. Man kan saaledes nævne, at bare ved valget af veibanens modstandskoefficient kan der begaaes større feil end de, man gjør paa grund af kraftformelens unøiagtighed.

I hosstaaende figur vil man finde kraftformelen for skydstrafik illustreret, idet der er udregnet, hvor lang tid hesten bruger i forskjellige stigninger for at tilbagelægge 10 km. Derved er forudsat, at kariol, hest og skydsmand samt 1 reisende med bagage veier 600 kg. og at modstandskoefficienten er lig 6 %.

Kraftformel for persontrafik.

Oversigt over den tid, der efter formelen vil medgaa til kjørsel af 10 km. paa almindelig landevei ved forskjellige stigninger med kariol og en reisende.



m = 0.06 (alm. landevei)

Totalvægt = 600 kg (kariol etc. + 1 hest + 1 reisende + skydsmand)

Da formelen jo er den samme, som den under afsnittet om læskjørsel anvendte og kun normalværdierne er forandret, kan en transportberegning for skydstrafik udføres paa samme maade og ved hjælp af samme tabeller. Talfaktoren i udtrykket for transportomkostningerne pr. tonkm. paa horisontalen, der er afhængig af normalværdierne, bliver naturligvis nu forandret. Man vil faa:

$$O_h = 0{,}25\,\frac{a}{q}\left(1 + \frac{m}{3n}\right)^2, \qquad (18).$$

hvor normalstigningen n fremdeles beregnes af:

$$n = \frac{1}{q + q_0} - \tfrac{1}{3}\,m.$$

Men nu bliver k at indsætte lig 37 kg. istedetfor tidligere 75 kg.

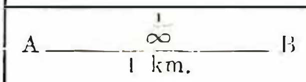
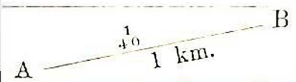
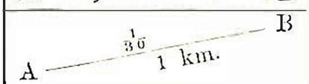
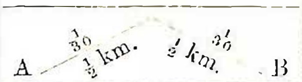
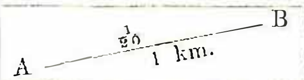
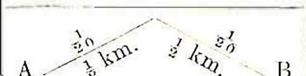
Som nettolæs bliver at regne vægt af passager og bagage og:

$$q = \frac{\text{nettolæs}}{37}, \quad q_0 = \frac{\text{dødvægt}}{37}.$$

Som dødvægt regnes vægt af hest, skydsmand og kjøretøi.

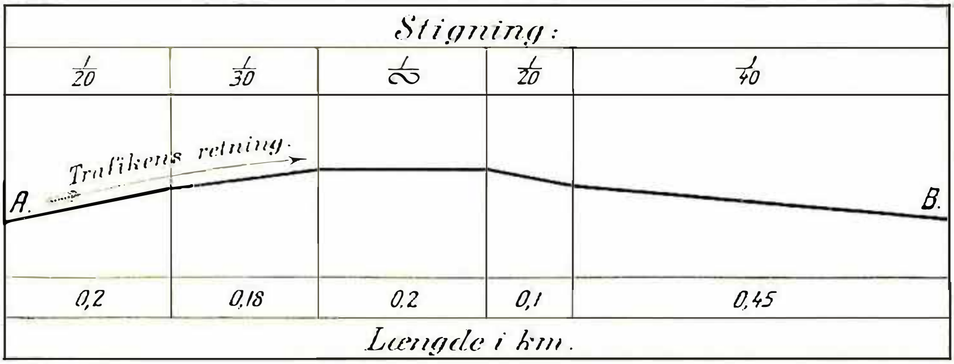
En yderligere illustration af kraftformelen vil man finde i hosstaaende tabel, hvor der er udregnet, hvormeget 1 reisende med bagage (vægt tilsammen 90 kg.) i kariol (vægt af kariol etc., skydsmand og hest lig 510 kg.) maa betale pr. km. i forskjellige stigninger, naar skydsskafferen skal tjene 4 kr. pr. dag. Det bemærkes, at omkostningerne ved, at kariolen maa kjøres tilbage samme vei uden reisende er medregnet i den i tabellen opførte pris pr. km. Skydsretningen er fra A til B, og kariolen kjøres tom tilbage fra B til A.

Veiens modstandskoefficient er 6 %.

Stigning	For 1 reisende i kariol pr. km.
	15,1 øre
	17,8 øre
	16,6 øre
	20 øre
	18 øre
	26 øre
	23 øre

Endelig er i efterfølgende exempler en transportberegning udført for en given veilinje.

Exempel 1.



A er udgangspunktet, og tomkjørselen sker tilbage fra B.

Vægt af 1 reisende med bagage = 90 kg., totalvægt = 600 kg. og modstandskoefficient = 6 $^0/_0$. Der er regnet hver retning for sig i dette exempel.

Retning A—B.

$$\text{Normalstigning: } n = \frac{37}{600} - \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}06 = 0{,}042.$$

$$O_h = 0{,}25 \cdot \frac{4 \cdot 37}{90}\left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}042}\right)^2 = 0{,}41 \cdot 1{,}48^2 = 0{,}90 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Retning B—A.

$$\text{Normalstigning: } n = \frac{37}{510} - \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}06 = 0{,}053.$$

$$O_h = 0{,}25 \cdot \frac{4 \cdot 37}{90}\left(1 + \frac{0{,}06}{3 \cdot 0{,}053}\right)^2 = 0{,}41 \cdot 1{,}38^2 = 0{,}78 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Retning A—B				Retning B—A			
Stigning 1 paa	Koeff.	Længde i km.	Produkt	Stigning 1 paa	Koeff.	Længde i km.	Produkt
+ 20	2,749	0,20	0,550	+ 40	1,408	0,45	0,634
+ 30	1,849	0,18	0,333	+ 20	2,128	0,10	0,213
∞	1,000	0,20	0,200	∞	1,000	0,20	0,200
— 20	0,513	0,10	0,051	— 30	0,683	0,18	0,123
— 40	0,696	0,45	0,313	— 20	0,579	0,20	0,116
		1,13	1,447			1,13	1,286

Retning A—B.

Omkostning ved transport af 1 ton $= 1.447 \cdot 0.90 = 1.30$ kr.

$$\text{pr. tonkm.} = \frac{1,30}{1,13} = 1,15 \text{ kr.}$$

Retning B—A (tomkjørsel).

$$\text{Omkostning pr. tonkm.} = \frac{1,286 \cdot 0,78}{1,13} = 0,88_8 \text{ kr.}$$

Samlet omkostning pr. tonkm. $= 1,15 + 0,88_8 = 2,04$ kr.

pr. 90 kg. (ↄ: en reisende med bagage) transporteret 1 km.:

$2.04 \cdot 0,09 = 0,18_4$ kr. $=$ 18.4 øre pr. km.

To reisende.

Vægt af to reisende og bagage sættes $=$ 180 kg., totalvægt $=$ 750 kg.

Retning A—B.

$$\text{Normalstigning: } n = \frac{37}{750} - \tfrac{1}{3} \cdot 0,06 = 0,029.$$

$$O_h = 0,25 \cdot \frac{4 \cdot 37}{180}\left(1 + \frac{0.06}{3 \cdot 0,029}\right)^2 = 0,205 \cdot 1,69^2 = 0,59 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Retning B—A (tomkjørsel).

$$\text{Normalstigning: } n = \frac{37}{570} - \tfrac{1}{3} \cdot 0.06 = 0,045.$$

$$O_h = 0,025 \cdot \frac{4 \cdot 37}{180}\left(1 + \frac{0,06}{3 \cdot 0,045}\right)^2 = 0,205 \cdot 1,44^2 = 0,43 \text{ kr. pr. tonkm.}$$

Retning A—B				Retning B—A			
Stigning 1 paa	Koeff.	Længde i km.	Produkt	Stigning 1 paa	Koeff.	Længde i km.	Produkt
+ 20	5,529	0,20	1,106	+ 40	1,506	0,45	0,678
+ 30	2,627	0,18	0,473	+ 20	2,523	0,10	0,252
∞	1,000	0,20	0,200	∞	1,000	0,20	0,200
— 20	0,403	0,10	0,040	— 30	0,643	0,18	0,116
— 40	0,603	0,45	0,271	— 20	0,533	0,20	0,107
		1,13	2,090			1,13	1,353

221.

Retning A — B.

$$\text{Omkostning pr. tonkm.} = \frac{0{,}59 \cdot 2{,}09}{1{,}13} = 1{,}09 \text{ kr.}$$

Retning B — A (tomkjørsel).

$$\text{Omkostning pr. tonkm.} = \frac{0{,}43 \cdot 1{,}353}{1{,}13} = 0{,}51 \text{ kr.}$$

$$\text{Samlet omkostning pr. tonkm.} = 1{,}09 + 0{,}51 = 1{,}60 \text{ kr.}$$

pr. 180 kg. transporteret 1 km. (ɔ: to reisende og bagage):

$$1{,}60 \cdot 0{,}18 = 0{,}28_8 = \underline{29 \text{ øre pr. km.}}$$

Som tidligere nævnt bør ved trafikoptælling denne saavidt mulig opdeles overensstemmende med de faktiske forhold, saaledes at man for exempel for læstrafiken antager, at endel foregaar i fulde læs og endel i smaa.

Men desuden bør man optælle skydstrafiken særskilt, hvis man ved beregningen af transportomkostninger vil tage hensyn til denne.

De herved fundne samlede transportomkostninger kan benyttes til, som vist i foregaaende afsnit, at beregne besparet fragtkapital, f. ex. ved anlæg af en ny vei.

VIII. Tabeller for transportberegningen.

I omstaaende tabel er:

Øverste tal i hver række = koefficienten $C = \dfrac{1}{\left(1 - \frac{s}{3n}\right)^2}$, for transport opopover stigningen s.

Nederste tal i hver række = koefficienten $C_1 = \dfrac{1}{\left(1 + \frac{s}{3n}\right)^2}$, for transport nedover stigningen s.

Midtre tal (med fede typer) $= \dfrac{C + C_1}{2}$.

Vil man regne med stigninger, der ligger mellem de i omstaaende tabel opførte, kan koefficienterne tilnærmet bestemmes ved interpolation.

Ved at afsætte forholdet $\dfrac{s}{3n}$ som abscisse kan koefficienterne findes som ordinat, idet C bliver ordinat i kurven $C = \dfrac{1}{\left(1 - \frac{s}{3n}\right)^2}$, C_1 ordinat i kurven $C_1 = \dfrac{1}{\left(1 + \frac{s}{3n}\right)^2}$ o. s. v.

225.

Stign. 1 paa	Normalstigning n																	
	0,015	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025	0,027	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037	0,038	0,039
5	0,031	0,045	0,053	0,062	0,066	0,074	0,083	0,092	0,096	0,101	0,105	0,110	0,114	0,119	0,123	0,127	0,132	0,136
6	0,045	0,060	0,070	0,081	0,086	0,096	0,107	0,118	0,123	0,128	0,134	0,139	0,144	0,149	0,155	0,160	0,165	0,170
7	0,057	0,075	0,087	0,100	0,106	0,119	0,131	0,143	0,149	0,155	0,162	0,168	0,174	0,179	0,185	0,191	0,197	0,203
8	0,070	0,091	0,105	0,119	0,126	0,141	0,155	0,168	0,175	0,182	0,189	0,195	0,202	0,208	0,215	0,221	0,228	0,234
9	0,083	0,107	0,123	0,139	0,147	0,162	0,178	0,193	0,200	0,208	0,215	0,222	0,229	0,236	0,243	0,250	0,256	0,263
10	0,096	0,123	0,141	0,158	0,167	0,181	0,200	0,216	0,224	0,232	0,240	0,247	0,255	0,262	0,270	0,277	0,284	0,291
11	0,110	0,139	0,158	0,177	0,186	0,204	0,221	0,239	0,248	0,256	0,264	0,272	0,280	0,287	0,295	0,302	0,310	0,317
12	0,123	0,155	0,175	0,195	0,205	0,224	0,243	0,261	0,270	0,279	0,287	0,295	0,303	0,311	0,319	0,326	0,334	0,341
13	0,136	0,170	0,192	0,213	0,224	0,244	0,263	0,282	0,291	0,300	0,309	0,317	0,325	0,333	0,341	0,349	0,357	8,522 4,443 0,364
14	0,149	0,185	0,208	0,230	0,244	0,262	0,282	0,302	0,311	0,320	0,329	0,337	0,346	0,354	8,721 4,547 0,362	7,868 4,119 0,370	7,171 3,775 0,378	6,591 3,489 0,386
15	0,162	0,200	0,224	0,247	0,259	0,280	0,301	0,321	0,330	0,339	0,348	0,357	8,333 4,350 0,366	7,503 3,939 0,374	6,827 3,605 0,382	6,269 3,330 0,390	5,800 3,099 0,398	5,401 2,901 0,406
16	0,176	0,215	0,240	0,261	0,275	0,297	0,318	0,339	0,349	0,358	8,212 4,290 0,367	7,357 3,867 0,376	6,667 3,526 0,384	6,104 3,219 0,391	5,634 3,018 0,401	5,238 2,824 0,409	4,900 2,659 0,417	4,609 2,517 0,424
17	0,188	0,229	0,255	0,279	0,291	0,314	0,336	0,356	8,334 4,350 0,366	7,405 3,890 0,375	6,668 3,527 0,385	6,071 3,232 0,393	5,581 2,992 0,402	5,171 2,791 0,411	4,823 2,621 0,419	4,526 2,477 0,427	4,269 2,352 0,435	4,045 2,244 0,443
18	0,200	0,243	0,270	0,295	0,307	0,330	0,352	7,653 4,013 0,372	6,863 3,623 0,382	6,168 3,280 0,392	5,632 3,017 0,401	5,193 2,802 0,410	4,823 2,621 0,419	4,510 2,469 0,428	4,241 2,339 0,436	4,010 2,227 0,443	3,805 2,129 0,452	3,626 2,043 0,460
19	0,212	0,256	0,284	0,310	0,322	0,345	8,153 4,261 0,368	6,408 3,398 0,388	5,800 3,099 0,398	5,307 2,858 0,408	4,990 2,659 0,417	4,559 2,493 0,426	4,269 2,352 0,435	4,020 2,232 0,444	3,805 2,129 0,452	3,616 2,038 0,460	3,451 1,960 0,468	3,304 1,890 0,476
20	0,224	0,270	0,298	0,324	13,189 6,763 0,336	9,000 4,680 0,360	6,827 3,604 0,382	5,529 2,966 0,403	5,062 2,738 0,413	4,677 2,550 0,423	4,355 2,391 0,432	4,082 2,262 0,441	3,848 2,149 0,450	3,645 2,052 0,459	3,467 1,967 0,467	3,311 1,893 0,475	3,173 1,828 0,483	3,049 1,770 0,491
22	0,248	0,295	0,324	0,351	8,588 4,476 0,363	6,444 3,416 0,388	5,193 2,802 0,410	4,385 2,408 0,431	4,082 2,263 0,444	3,826 2,139 0,451	3,607 2,034 0,460	3,418 1,944 0,470	3,254 1,867 0,479	3,109 1,798 0,487	2,982 1,739 0,495	2,868 1,686 0,503	2,766 1,639 0,511	2,674 1,596 0,518
25	0,280	0,330	9,000 4,680 0,360	6,444 3,416 0,388	5,660 3,033 0,401	4,592 2,509 0,425	3,903 2,176 0,448	3,426 1,948 0,469	3,240 1,860 0,479	3,079 1,784 0,489	2,939 1,719 0,498	2,816 1,662 0,507	2,706 1,611 0,516	2,609 1,567 0,524	2,522 1,528 0,533	2,444 1,492 0,540	2,373 1,462 0,548	2,309 1,432 0,555
27	0,301	0,352	6,827 3,605 0,382	5,193 2,802 0,410	4,660 2,542 0,423	3,903 2,176 0,448	3,395 1,933 0,471	3,032 1,762 0,492	2,888 1,695 0,502	2,758 1,635 0,511	2,651 1,586 0,521	2,553 1,542 0,530	2,465 1,501 0,538	2,387 1,467 0,546	2,316 1,435 0,554	2,252 1,407 0,562	2,194 1,382 0,570	2,141 1,359 0,577

Normalstigning n																		Stign. 1 paa
0,040	0,041	0,042	0,043	0,045	0,047	0,050	0,053	0,056	0,059	0,063	0,067	0,071	0,077	0,083	0,100	0,120	0,150	
0,141	0,145	0,149	0,154	0,162	0,171	0,184	0,196	0,208	0,220	0,236	0,251	0,266	0,287	25,819 13,064 0,308	9,000 4,681 0,360	5,063 2,736 0,413	3,239 1,860 0,480	5
0,175	0,180	0,185	0,190	0,200	0,210	0,221	0,238	0,252	0,265	0,282	0,299	21,119 10,717 0,315	12,892 6,615 0,337	9,144 4,751 0,359	5,063 2,738 0,413	3,166 1,967 0,467	2,523 1,528 0,533	6
0,208	0,214	0,220	0,225	0,236	0,247	0,262	0,277	0,292	0,306	16,776 8,550 0,321	11,951 6,147 0,342	9,222 4,790 0,358	6,867 3,625 0,382	5,503 2,954 0,404	3,645 2,052 0,459	2,748 1,631 0,513	2,147 1,362 0,576	7
0,240	0,246	0,252	0,258	0,270	0,281	0,297	0,313	0,329	11,585 5,965 0,344	8,721 4,512 0,362	6,991 3,687 0,380	5,858 3,128 0,397	4,749 2,585 0,421	4,032 2,238 0,443	2,938 1,718 0,498	2,347 1,449 0,551	1,917 1,265 0,612	8
0,269	0,276	0,282	0,289	0,301	0,313	0,330	0,347	8,721 4,512 0,362	7,216 3,797 0,377	5,888 3,113 0,397	5,000 2,707 0,414	4,370 2,401 0,432	3,713 2,085 0,456	3,261 1,870 0,478	2,522 1,528 0,533	2,092 1,338 0,584	1,762 1,203 0,643	9
0,298	0,304	0,311	0,317	0,330	0,342	9,000 4,680 0,360	7,262 3,820 0,377	6,104 3,249 0,393	5,284 2,846 0,408	4,509 2,469 0,428	3,960 2,203 0,446	3,553 2,008 0,463	3,109 1,798 0,487	2,793 1,651 0,509	2,248 1,406 0,563	1,917 1,265 0,612	1,653 1,161 0,669	10
0,321	0,331	0,338	0,344	9,375 4,866 0,357	7,923 4,146 0,369	6,444 3,416 0,386	5,453 2,929 0,405	4,749 2,585 0,421	4,227 2,331 0,436	3,712 2,084 0,456	3,331 1,904 0,474	3,043 1,767 0,491	2,719 1,617 0,515	2,481 1,509 0,537	2,059 1,324 0,589	1,790 1,214 0,637	1,570 1,131 0,692	11
0,348	9,615 4,985 0,355	8,721 4,512 0,362	7,979 4,174 0,369	6,827 3,605 0,382	5,978 3,187 0,395	5,062 2,738 0,413	4,416 2,423 0,430	3,937 2,192 0,447	3,571 2,017 0,462	3,199 1,844 0,482	2,918 1,709 0,500	2,698 1,608 0,517	2,447 1,494 0,540	2,259 1,410 0,561	1,917 1,265 0,612	1,693 1,176 0,659	1,506 1,109 0,712	12
7,760 4,066 0,371	7,126 3,753 0,379	6,591 3,488 0,385	6,136 3,261 0,392	5,403 2,905 0,406	4,812 2,631 0,419	4,213 2,325 0,437	3,753 2,107 0,451	3,402 1,937 0,471	3,128 1,807 0,486	2,844 1,675 0,505	2,624 1,574 0,523	2,450 1,495 0,540	2,248 1,406 0,563	2,094 1,339 0,584	1,809 1,221 0,633	1,617 1,148 0,679	1,454 1,092 0,729	13
6,404 3,219 0,393	5,688 3,041 0,400	5,331 2,869 0,407	5,021 2,718 0,414	4,496 2,462 0,428	4,108 2,275 0,441	3,645 2,052 0,459	3,297 1,887 0,476	3,026 1,759 0,492	2,811 1,660 0,508	2,584 1,556 0,527	2,403 1,474 0,544	2,264 1,418 0,561	2,096 1,340 0,583	1,966 1,285 0,604	1,722 1,187 0,652	1,556 1,126 0,696	1,412 1,079 0,745	14
5,063 2,738 0,413	4,767 2,594 0,421	4,510 2,469 0,428	4,282 2,358 0,433	3,903 2,176 0,448	3,598 2,030 0,461	3,240 1,860 0,479	2,965 1,731 0,496	2,748 1,631 0,513	2,574 1,551 0,528	2,387 1,467 0,546	2,239 1,402 0,561	2,119 1,350 0,580	1,976 1,289 0,602	1,865 1,244 0,622	1,653 1,161 0,669	1,508 1,120 0,711	1,378 1,069 0,759	15
4,355 2,394 0,432	4,133 2,287 0,440	3,937 2,192 0,447	3,763 2,109 0,454	3,467 1,967 0,467	3,226 1,853 0,480	2,939 1,719 0,498	2,715 1,615 0,515	2,536 1,535 0,531	2,389 1,468 0,546	2,232 1,399 0,565	2,106 1,344 0,582	2,003 1,301 0,598	1,879 1,249 0,619	1,783 1,211 0,639	1,596 1,141 0,685	1,464 1,095 0,726	1,349 1,060 0,771	16
3,847 2,149 0,450	3,673 2,066 0,458	3,518 1,992 0,465	3,379 1,926 0,472	3,141 1,813 0,485	2,944 1,721 0,498	2,707 1,614 0,516	2,519 1,526 0,533	2,368 1,458 0,548	2,243 1,403 0,563	2,108 1,345 0,582	1,999 1,299 0,598	1,909 1,262 0,614	1,800 1,218 0,635	1,714 1,184 0,654	1,547 1,123 0,699	1,429 1,084 0,739	1,323 1,053 0,782	17
3,467 1,967 0,467	3,326 1,901 0,475	3,199 1,841 0,482	3,085 1,787 0,489	2,888 1,695 0,502	2,723 1,619 0,515	2,522 1,528 0,533	2,362 1,456 0,549	2,232 1,399 0,565	2,125 1,352 0,579	2,012 1,304 0,596	1,910 1,262 0,611	1,830 1,230 0,629	1,734 1,192 0,650	1,657 1,163 0,668	1,506 1,109 0,712	1,398 1,074 0,750	1,301 1,047 0,792	18
3,173 1,828 0,483	3,055 1,773 0,490	2,949 1,724 0,498	2,853 1,679 0,504	2,686 1,602 0,518	2,546 1,538 0,530	2,373 1,461 0,548	2,234 1,399 0,564	2,121 1,351 0,580	2,025 1,310 0,594	1,924 1,268 0,611	1,835 1,232 0,628	1,764 1,200 0,643	1,677 1,170 0,663	1,608 1,145 0,681	1,471 1,098 0,724	1,372 1,067 0,761	1,282 1,042 0,802	19
2,939 1,719 0,498	2,839 1,672 0,505	2,749 1,631 0,513	2,666 1,593 0,519	2,523 1,528 0,533	2,404 1,473 0,545	2,250 1,407 0,563	2,128 1,354 0,579	2,027 1,311 0,594	1,942 1,275 0,608	1,849 1,237 0,625	1,772 1,207 0,641	1,708 1,182 0,656	1,629 1,153 0,676	1,566 1,130 0,694	1,440 1,088 0,735	1,349 1,060 0,771	1,266 1,038 0,810	20
2,591 1,559 0,526	2,516 1,525 0,533	2,447 1,494 0,540	2,384 1,466 0,547	2,273 1,417 0,560	2,178 1,375 0,572	2,059 1,324 0,589	1,961 1,283 0,605	1,879 1,249 0,619	1,810 1,221 0,633	1,734 1,192 0,650	1,670 1,168 0,665	1,616 1,148 0,679	1,550 1,124 0,698	1,497 1,106 0,715	1,389 1,072 0,754	1,310 1,050 0,789	1,237 1,031 0,825	22
2,250 1,407 0,563	2,191 1,380 0,569	2,141 1,359 0,576	2,101 1,342 0,583	2,019 1,307 0,595	1,949 1,278 0,607	1,860 1,242 0,623	1,785 1,212 0,638	1,723 1,188 0,652	1,669 1,167 0,665	1,609 1,145 0,681	1,559 1,128 0,696	1,516 1,113 0,709	1,463 1,095 0,727	1,419 1,081 0,742	1,331 1,055 0,779	1,266 1,038 0,810	1,205 1,024 0,843	25
2,092 1,338 0,584	2,047 1,319 0,591	2,006 1,302 0,597	1,967 1,286 0,604	1,899 1,258 0,616	1,839 1,238 0,627	1,763 1,203 0,643	1,700 1,179 0,658	1,646 1,159 0,671	1,599 1,142 0,684	1,547 1,123 0,699	1,503 1,108 0,713	1,465 1,096 0,726	1,418 1,081 0,743	1,380 1,069 0,758	1,302 1,047 0,792	1,243 1,033 0,822	1,187 1,021 0,854	27

Stign. 1 paa	0,015	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025	0,027	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037	0,038	0,039
		6,807	5,061	4,082	3,741	3,239	2,887	2,627	2,522	2,429	2,347	2,273	2,206	2,146	2,092	2,043	1,996	1,955
30		3,595	2,737	2,297	2,098	1,859	1,695	1,575	1,527	1,486	1,449	1,416	1,387	1,361	1,338	1,317	1,298	1,281
	0,330	0,383	0,413	0,442	0,455	0,479	0,502	0,523	0,533	0,542	0,551	0,560	0,568	0,576	0,584	0,591	0,599	0,606
	9,375	5,193	4,082	3,419	3,180	2,815	2,553	2,355	2,273	2,200	2,135	2,077	2,024	1,976	1,932	1,892	1,855	1,821
33	4,866	2,801	2,262	1,914	1,831	1,661	1,511	1,452	1,416	1,381	1,356	1,332	1,309	1,289	1,271	1,254	1,240	1,226
	0,357	0,410	0,441	0,470	0,483	0,507	0,530	0,550	0,560	0,569	0,578	0,586	0,594	0,602	0,610	0,617	0,624	0,631
	7,502	4,509	3,611	3,109	2,913	2,610	2,387	2,217	2,147	2,083	2,027	1,976	1,929	1,887	1,849	1,813	1,781	1,750
35	3,938	2,469	2,051	1,798	1,706	1,567	1,467	1,392	1,362	1,334	1,310	1,289	1,270	1,252	1,237	1,222	1,210	1,198
	0,371	0,428	0,459	0,487	0,500	0,524	0,547	0,567	0,576	0,585	0,594	0,602	0,611	0,618	0,625	0,632	0,639	0,646
	5,801	3,805	3,173	2,766	2,613	2,279	2,191	2,055	1,997	1,945	1,897	1,855	1,816	1,780	1,748	1,718	1,690	1,664
38	3,099	2,129	1,828	1,638	1,568	1,449	1,382	1,322	1,298	1,276	1,257	1,240	1,224	1,210	1,197	1,186	1,175	1,165
	0,398	0,452	0,483	0,511	0,524	0,559	0,570	0,589	0,599	0,607	0,616	0,624	0,632	0,639	0,648	0,654	0,660	0,666
	5,063	3,467	2,938	2,591	2,459	2,250	2,092	1,969	1,918	1,870	1,829	1,790	1,754	1,722	1,693	1,666	1,641	1,617
40	2,738	1,967	1,718	1,558	1,499	1,406	1,338	1,286	1,265	1,245	1,229	1,214	1,199	1,187	1,176	1,166	1,157	1,148
	0,413	0,467	0,498	0,526	0,539	0,562	0,584	0,603	0,612	0,623	0,629	0,637	0,645	0,652	0,659	0,666	0,673	0,679
	3,903	2,888	2,522	2,273	2,175	2,019	1,899	1,804	1,763	1,727	1,693	1,663	1,635	1,609	1,585	1,563	1,543	1,524
45	2,176	1,695	1,527	1,416	1,374	1,307	1,257	1,219	1,203	1,189	1,176	1,165	1,155	1,145	1,137	1,129	1,122	1,115
	0,448	0,502	0,532	0,560	0,572	0,595	0,616	0,635	0,643	0,651	0,659	0,667	0,674	0,681	0,688	0,694	0,700	0,706
	3,239	2,522	2,250	2,059	1,983	1,860	1,763	1,684	1,653	1,623	1,596	1,570	1,547	1,526	1,506	1,488	1,471	1,455
50	1,860	1,528	1,406	1,324	1,292	1,242	1,203	1,173	1,161	1,150	1,141	1,131	1,123	1,116	1,109	1,103	1,098	1,092
	0,480	0,533	0,563	0,589	0,601	0,623	0,643	0,661	0,669	0,677	0,685	0,692	0,699	0,706	0,712	0,718	0,724	0,729
	2,816	2,273	2,059	1,905	1,844	1,742	1,663	1,598	1,570	1,545	1,522	1,501	1,481	1,463	1,446	1,430	1,416	1,402
55	1,662	1,417	1,324	1,260	1,235	1,195	1,165	1,141	1,131	1,123	1,114	1,108	1,101	1,095	1,089	1,084	1,080	1,076
	0,507	0,560	0,589	0,615	0,626	0,648	0,667	0,684	0,692	0,700	0,707	0,714	0,720	0,727	0,733	0,738	0,744	0,749
	2,523	2,092	1,917	1,790	1,740	1,653	1,585	1,530	1,502	1,484	1,464	1,446	1,429	1,413	1,398	1,385	1,372	1,360
60	1,528	1,338	1,265	1,214	1,195	1,161	1,137	1,117	1,108	1,102	1,095	1,090	1,084	1,079	1,075	1,071	1,067	1,063
	0,533	0,584	0,612	0,637	0,649	0,669	0,688	0,704	0,713	0,719	0,725	0,733	0,739	0,744	0,751	0,756	0,761	0,766
	2,309	1,956	1,809	1,700	1,656	1,583	1,524	1,476	1,455	1,436	1,418	1,402	1,387	1,373	1,360	1,348	1,336	1,326
65	1,432	1,281	1,222	1,179	1,162	1,136	1,115	1,099	1,092	1,086	1,081	1,076	1,071	1,067	1,063	1,060	1,056	1,054
	0,555	0,606	0,634	0,658	0,668	0,689	0,706	0,722	0,729	0,736	0,743	0,749	0,755	0,761	0,766	0,771	0,776	0,781
	2,147	1,849	1,723	1,629	1,590	1,526	1,471	1,432	1,413	1,396	1,380	1,366	1,352	1,340	1,328	1,317	1,307	1,298
70	1,362	1,237	1,188	1,153	1,138	1,116	1,099	1,085	1,079	1,074	1,069	1,065	1,061	1,058	1,054	1,051	1,049	1,046
	0,576	0,625	0,652	0,676	0,686	0,706	0,723	0,738	0,744	0,751	0,757	0,761	0,769	0,775	0,780	0,785	0,790	0,794
	1,917	1,694	1,596	1,522	1,491	1,440	1,398	1,364	1,349	1,335	1,322	1,310	1,299	1,289	1,279	1,270	1,261	1,254
80	1,265	1,177	1,141	1,115	1,104	1,087	1,075	1,064	1,060	1,057	1,053	1,050	1,047	1,044	1,041	1,039	1,037	1,035
	0,612	0,660	0,685	0,707	0,717	0,734	0,751	0,764	0,771	0,778	0,783	0,789	0,794	0,799	0,803	0,807	0,812	0,816
	1,762	1,585	1,506	1,446	1,421	1,378	1,343	1,314	1,302	1,290	1,279	1,269	1,259	1,251	1,243	1,235	1,228	1,221
90	1,203	1,137	1,109	1,090	1,082	1,068	1,059	1,050	1,047	1,045	1,041	1,039	1,036	1,035	1,033	1,031	1,029	1,028
	0,643	0,688	0,712	0,733	0,742	0,759	0,774	0,786	0,792	0,799	0,803	0,808	0,813	0,818	0,822	0,826	0,830	0,834
	1,653	1,506	1,440	1,389	1,368	1,331	1,302	1,277	1,266	1,255	1,246	1,237	1,229	1,222	1,214	1,208	1,202	1,196
100	1,161	1,109	1,088	1,072	1,066	1,055	1,047	1,041	1,038	1,035	1,033	1,031	1,029	1,028	1,026	1,025	1,024	1,022
	0,669	0,712	0,735	0,754	0,763	0,779	0,792	0,804	0,810	0,815	0,820	0,825	0,829	0,834	0,838	0,842	0,845	0,849
	1,506	1,398	1,349	1,310	1,294	1,266	1,243	1,223	1,214	1,207	1,199	1,192	1,186	1,180	1,174	1,169	1,164	1,159
120	1,109	1,074	1,060	1,049	1,045	1,038	1,033	1,028	1,026	1,025	1,023	1,022	1,021	1,019	1,018	1,017	1,016	1,015
	0,712	0,750	0,771	0,788	0,796	0,810	0,822	0,833	0,838	0,842	0,847	0,851	0,855	0,858	0,862	0,865	0,868	0,871
	1,378	1,302	1,266	1,237	1,225	1,205	1,187	1,173	1,166	1,160	1,155	1,150	1,145	1,140	1,136	1,132	1,128	1,124
150	1,069	1,047	1,038	1,031	1,029	1,024	1,021	1,018	1,017	1,016	1,015	1,014	1,013	1,012	1,012	1,011	1,011	1,010
	0,759	0,792	0,810	0,825	0,832	0,843	0,854	0,863	0,867	0,871	0,874	0,878	0,881	0,884	0,887	0,890	0,893	0,895
	1,266	1,214	1,190	1,171	1,162	1,148	1,136	1,126	1,121	1,117	1,113	1,109	1,106	1,103	1,099	1,097	1,094	1,091
200	1,038	1,026	1,021	1,018	1,016	1,014	1,013	1,010	1,010	1,009	1,008	1,008	1,008	1,007	1,007	1,007	1,006	1,006
	0,819	0,838	0,852	0,864	0,869	0,879	0,887	0,894	0,898	0,901	0,903	0,906	0,909	0,911	0,913	0,916	0,918	0,920
	1,166	1,136	1,121	1,109	1,104	1,095	1,088	1,081	1,078	1,076	1,073	1,071	1,069	1,067	1,065	1,063	1,061	1,060
300	1,017	1,012	1,009	1,008	1,007	1,006	1,006	1,005	1,004	1,004	1,004	1,004	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003
	0,867	0,887	0,897	0,906	0,910	0,917	0,923	0,928	0,930	0,932	0,934	0,936	0,938	0,939	0,941	0,943	0,944	0,945
	1,078	1,065	1,058	1,053	1,050	1,046	1,042	1,039	1,038	1,037	1,036	1,034	1,033	1,032	1,031	1,031	1,030	1,029
600	1,004	1,003	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
	0,930	0,941	0,946	0,951	0,954	0,958	0,962	0,964	0,965	0,966	0,966	0,967	0,968	0,969	0,970	0,971	0,971	0,972
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
∞	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

227

0,040	0,041	0,042	0,043	0,045	0,047	0,050	0,053	0,056	0,059	0,063	0,067	0,071	0,077	0,083	0,100	0,120	0,150	Stign. 1 paa
1,917	1,881	1,849	1,818	1,763	1,715	1,653	1,600	1,556	1,518	1,474	1,437	1,405	1,366	1,333	1,266	1,215	1,166	
1,265	1,250	1,237	1,224	1,203	1,184	1,161	1,142	1,126	1,113	1,098	1,086	1,077	1,065	1,056	1,038	1,026	1,017	30
0,613	0,619	0,625	0,631	0,643	0,654	0,669	0,683	0,696	0,708	0,723	0,736	0,748	0,764	0,778	0,810	0,837	0,867	
1,790	1,761	1,734	1,708	1,663	1,622	1,570	1,526	1,488	1,456	1,418	1,387	1,359	1,325	1,297	1,237	1,192	1,149	
1,214	1,202	1,192	1,182	1,165	1,150	1,131	1,116	1,103	1,093	1,080	1,071	1,063	1,054	1,046	1,031	1,021	1,013	33
0,637	0,644	0,650	0,656	0,667	0,678	0,692	0,706	0,718	0,729	0,743	0,755	0,767	0,782	0,795	0,825	0,851	0,878	
1,723	1,697	1,672	1,650	1,609	1,573	1,526	1,486	1,452	1,422	1,388	1,359	1,334	1,302	1,276	1,222	1,180	1,140	
1,188	1,178	1,168	1,160	1,145	1,132	1,116	1,102	1,091	1,082	1,071	1,063	1,056	1,047	1,040	1,028	1,019	1,012	35
0,652	0,658	0,664	0,670	0,684	0,691	0,706	0,719	0,731	0,741	0,755	0,767	0,778	0,792	0,805	0,834	0,858	0,884	
1,641	1,618	1,597	1,578	1,543	1,512	1,471	1,436	1,406	1,380	1,350	1,321	1,302	1,274	1,250	1,202	1,164	1,128	
1,157	1,148	1,141	1,134	1,121	1,111	1,097	1,086	1,077	1,069	1,061	1,053	1,047	1,039	1,033	1,023	1,016	1,010	38
0,673	0,678	0,684	0,690	0,700	0,710	0,724	0,736	0,748	0,758	0,771	0,782	0,792	0,805	0,817	0,844	0,869	0,893	
1,596	1,575	1,556	1,538	1,506	1,477	1,440	1,408	1,381	1,356	1,328	1,304	1,284	1,257	1,235	1,190	1,155	1,121	
1,140	1,133	1,126	1,119	1,109	1,099	1,087	1,077	1,070	1,062	1,055	1,048	1,042	1,035	1,030	1,021	1,014	1,009	40
0,685	0,691	0,696	0,701	0,712	0,721	0,735	0,746	0,758	0,768	0,781	0,791	0,801	0,814	0,826	0,852	0,874	0,897	
1,506	1,490	1,474	1,458	1,434	1,409	1,378	1,351	1,328	1,308	1,284	1,264	1,247	1,224	1,206	1,166	1,136	1,107	
1,109	1,104	1,098	1,093	1,086	1,078	1,068	1,061	1,054	1,049	1,042	1,037	1,033	1,028	1,024	1,017	1,011	1,007	45
0,712	0,717	0,723	0,728	0,737	0,746	0,759	0,770	0,780	0,789	0,801	0,811	0,820	0,832	0,843	0,867	0,887	0,908	
1,440	1,426	1,413	1,401	1,378	1,358	1,331	1,308	1,286	1,271	1,251	1,233	1,218	1,199	1,182	1,148	1,121	1,095	
1,087	1,083	1,079	1,075	1,068	1,063	1,055	1,049	1,043	1,039	1,035	1,030	1,027	1,023	1,020	1,014	1,010	1,006	50
0,735	0,740	0,745	0,750	0,759	0,767	0,779	0,789	0,799	0,807	0,818	0,827	0,836	0,847	0,857	0,879	0,898	0,917	
1,389	1,377	1,366	1,352	1,336	1,318	1,295	1,275	1,257	1,242	1,224	1,209	1,195	1,178	1,161	1,133	1,109	1,086	
1,072	1,068	1,065	1,060	1,057	1,052	1,045	1,040	1,036	1,032	1,028	1,025	1,022	1,019	1,017	1,011	1,008	1,005	55
0,754	0,759	0,764	0,768	0,777	0,785	0,795	0,805	0,814	0,822	0,832	0,841	0,849	0,859	0,869	0,889	0,906	0,924	
1,349	1,338	1,328	1,319	1,302	1,286	1,266	1,248	1,232	1,219	1,203	1,189	1,175	1,162	1,149	1,120	1,099	1,078	
1,060	1,057	1,054	1,052	1,047	1,043	1,038	1,034	1,030	1,027	1,024	1,021	1,018	1,016	1,014	1,009	1,007	1,004	60
0,770	0,776	0,780	0,785	0,792	0,800	0,810	0,819	0,828	0,835	0,844	0,853	0,860	0,870	0,879	0,897	0,914	0,930	
1,316	1,306	1,298	1,289	1,274	1,260	1,242	1,226	1,212	1,199	1,185	1,173	1,162	1,148	1,136	1,111	1,091	1,073	
1,051	1,048	1,046	1,044	1,040	1,037	1,033	1,029	1,026	1,023	1,020	1,018	1,016	1,014	1,012	1,008	1,006	1,004	65
0,786	0,790	0,794	0,799	0,806	0,813	0,823	0,831	0,839	0,846	0,855	0,863	0,870	0,879	0,887	0,905	0,920	0,935	
1,289	1,280	1,272	1,265	1,251	1,238	1,222	1,208	1,195	1,183	1,170	1,159	1,149	1,136	1,125	1,102	1,084	1,067	
1,044	1,042	1,041	1,038	1,035	1,031	1,028	1,025	1,022	1,020	1,017	1,016	1,014	1,012	1,010	1,007	1,005	1,003	70
0,799	0,803	0,807	0,810	0,818	0,824	0,834	0,842	0,849	0,856	0,864	0,872	0,878	0,887	0,895	0,911	0,925	0,939	
1,246	1,239	1,232	1,226	1,214	1,204	1,190	1,178	1,167	1,158	1,147	1,137	1,129	1,118	1,108	1,089	1,073	1,058	
1,033	1,032	1,030	1,029	1,026	1,024	1,021	1,019	1,017	1,015	1,014	1,012	1,011	1,009	1,008	1,006	1,004	1,003	80
0,820	0,824	0,828	0,831	0,838	0,844	0,852	0,860	0,866	0,872	0,880	0,886	0,892	0,900	0,907	0,922	0,934	0,947	
1,214	1,208	1,203	1,197	1,187	1,178	1,166	1,156	1,147	1,138	1,129	1,120	1,113	1,104	1,096	1,078	1,065	1,051	
1,026	1,025	1,024	1,023	1,021	1,019	1,017	1,015	1,014	1,012	1,011	1,009	1,009	1,007	1,006	1,004	1,003	1,002	90
0,838	0,841	0,845	0,848	0,854	0,859	0,867	0,873	0,880	0,885	0,892	0,898	0,904	0,910	0,916	0,930	0,941	0,952	
1,190	1,185	1,180	1,175	1,166	1,158	1,148	1,139	1,131	1,123	1,115	1,107	1,101	1,093	1,085	1,070	1,058	1,046	
1,021	1,020	1,019	1,018	1,016	1,015	1,013	1,012	1,011	1,010	1,009	1,007	1,007	1,006	1,005	1,004	1,003	1,002	100
0,852	0,855	0,858	0,861	0,867	0,872	0,879	0,885	0,891	0,896	0,902	0,907	0,912	0,919	0,924	0,937	0,947	0,957	
1,155	1,151	1,147	1,143	1,136	1,130	1,121	1,114	1,107	1,101	1,094	1,088	1,083	1,076	1,070	1,058	1,048	1,038	
1,015	1,014	1,014	1,013	1,012	1,011	1,010	1,009	1,008	1,007	1,006	1,005	1,005	1,004	1,003	1,003	1,002	1,001	120
0,874	0,877	0,880	0,882	0,888	0,892	0,898	0,903	0,908	0,912	0,917	0,922	0,926	0,932	0,936	0,947	0,955	0,964	
1,121	1,118	1,115	1,112	1,107	1,102	1,095	1,089	1,084	1,080	1,075	1,070	1,066	1,060	1,056	1,046	1,038	1,030	
1,009	1,009	1,009	1,008	1,008	1,007	1,007	1,005	1,005	1,005	1,004	1,004	1,003	1,003	1,003	1,002	1,001	1,001	150
0,897	0,900	0,902	0,904	0,908	0,912	0,918	0,921	0,925	0,929	0,933	0,937	0,940	0,945	0,949	0,957	0,969	0,971	
1,089	1,087	1,084	1,082	1,078	1,074	1,070	1,066	1,062	1,059	1,055	1,052	1,049	1,045	1,041	1,034	1,028	1,023	
1,006	1,005	1,005	1,005	1,004	1,004	1,004	1,003	1,003	1,003	1,002	1,002	1,002	1,002	1,001	1,001	1,001	1,001	200
0,922	0,923	0,925	0,927	0,930	0,933	0,937	0,940	0,943	0,946	0,949	0,952	0,955	0,958	0,961	0,967	0,973	0,978	
1,058	1,056	1,055	1,051	1,051	1,049	1,046	1,043	1,041	1,039	1,037	1,034	1,032	1,029	1,027	1,023	1,019	1,015	
1,003	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,000	300
0,947	0,948	0,949	0,950	0,952	0,954	0,957	0,959	0,961	0,963	0,965	0,968	0,969	0,972	0,974	0,978	0,982	0,985	
1,028	1,027	1,027	1,026	1,025	1,024	1,023	1,021	1,020	1,019	1,018	1,017	1,016	1,015	1,013	1,011	1,009	1,007	
1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	600
0,973	0,974	0,974	0,975	0,976	0,977	0,978	0,979	0,980	0,981	0,982	0,983	0,984	0,985	0,987	0,989	0,991	0,993	
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	∞
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	