



**National Library
of Sweden**

Denna bok digitaliserades på Kungl. biblioteket år 2012

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1935:7
KOMMUNIKATIONSDEPARTEMENTET



TEKNISK-EKONOMISKA
UTREDNINGAR RÖRANDE
VÄGVÄSENDET

DEL II: BROAR

AV

INOM KOMMUNIKATIONSDEPARTEMENTET
TILLKALLADE SAKKUNNIGA
(1931 ÅRS VÄG- OCH BROSÄKKUNNIGA)

S T O C K H O L M

1 9 3 5

Statens offentliga utredningar 1935

Kronologisk förteckning

1. Betänkande med förslag angående åtgärder för spannmålsodlingens stödjande. Marcus. 184 s. **Jo.**
2. Betänkande med förslag rörande lån och årliga bidrag av statsmedel för främjande av bostadsförsörjning för mindre bemedlade barnrika familjer jämte därtill hörande utredningar. Beckman. 86*, 265 s. **S.**
3. Kortfattad framställning av organisationssakkunnigas betänkande med utredning och förslag rörande den samhälleliga hjälpverksamhetens organisation m. m. Beckman. 23 s. **S.**
4. Promemoria angående tillsynen över fastighetsregistreringen och fastighetsbildningen. Marcus. 70 s. **Ju.**
5. Förslag till ändrade bestämmelser rörande allmänna handlingars offentlighet. Norstedt. 79 s. **Ju.**
6. Arbetslöshetsutredningens betänkande. 2. Åtgärder mot arbetslöshet. Norstedt. x, 338, 32* s. **S.**
7. Teknisk-ekonomiska utredningar rörande vägväsendet. Del. 2 Broar. Hæggström. 130 s. **K.**

Anm. Om särskild tryckort ej anges, är tryckorten Stockholm. Bokstäverna med fetstil utgöra begynnelsebokstäverna till det departement, under vilket utredningen avgivits, t. ex. **E.** = ecklesiastikdepartementet, **Jo.** = jordbruksdepartementet. Enligt kungörelsen den 8 febr. 1922 ang. statens offentliga utredningars yttre anordning (nr 98) utgivas utredningarna i omslag med enhetlig färg för varje departement.

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1935: 7
KOMMUNIKATIONSDEPARTEMENTET



TEKNISK-EKONOMISKA UTREDNINGAR RÖRANDE VÄGVÄSENDET

DEL II: BROAR

AV

INOM KOMMUNIKATIONSDEPARTEMENTET
TILLKALLADE SAKKUNNIGA
(1931 ÅRS VÄG- OCH BROSÄKKUNNIGA)

STOCKHOLM 1935

IVAR HEGGSTRÖMS BOKTRYCKERI A. B.

948698



STATENS OFFENTLIGA TRYCKERI
KUNNENDEGÅNGS-ÅR 1880



TEKNISK-EKONOMISK
UTREDNINGAR RÖRANDE
LÄGVAERDET
DEL II. BRÖR

25

FRÖM KOMMISSIONEN FÖR
TEKNISKA EKNOMISKA
UTREDNINGAR

STOCKHOLM 1880
FÖR HÖRSTEDT & SÖDERSTRÖM
BOKFÖRLAGARE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Skrivelse till Herr Statsrådet och Chefen för Kungl. Kommunikationsdepartementet	5
Kap. I. <i>Inledning</i>	7
Kap. II. <i>Trafiklastbestämmelser</i>	9
1931 års normalbestämmelser	9
Föreslagna normerande fordonstyper	10
Indelning i bärighetsklasser	11
Fordonens sammansättning till normerande belastningssystem	13
Trafiklastens dynamiska inverkan	15
Jämförelse ur belastningssynpunkt mellan de av sakkunniga föreslagna normerande realbelastningarna och belastningarna enligt 1931 års normalbestämmelser	16
Normalbelastningar	17
Inverkan på broarnas ekonomi av den ökade trafiklasten	20
Övergångsbestämmelser	22
Förslag till nya trafiklastbestämmelser för gatu- och vägbroar	23
Kap. III. <i>Normalbredder och normalsektioner</i>	27
Körbana	27
Refuger	27
Gångbanor	29
Cykelbanor	29
Normalsektion för fria rummet	29
Sammanfattning	30
Kap. IV. <i>Granskning av 1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk</i>	31
Materialfordringar	31
Stålkonstruktioners skyddande mot rost	33
Belastningsantaganden	33
Tillåtna påkänningar m. m.	34
Knäckning	42
Tillåtna nedböjningar	44
Slutsatser och ekonomiska konsekvenser	45
1934 års cement- och betongnormer	45
De sakkunnigas uttalande	45
Kap. V. <i>Svetsade stålkonstruktioner</i>	46
Allmänna synpunkter	46
Förslag till svetsningsnormer	48
Sammanfattning	49

	Sid.
Kap. VI. <i>Standardkonstruktioner och normaltyper</i>	51
Allmänna synpunkter	51
Begreppsförklaringar	51
Standardiseringens ändamål och fördelar	51
Standardiseringens omfattning	52
Exempel på standardkonstruktioner	53
Sammanfattning	53
Kap. VII. <i>Brobanans utbildning</i>	54
Allmänna synpunkter	54
Brobanedäck	55
Beläggning	55
Isolering	56
Skyddslager på isoleringen	57
Bindlager	57
Förslag till standardutförande av brobana	58
Normalbestämmelser för asfaltarbeten	58
Kap. VIII. <i>Organisatoriska och administrativa åtgärder</i>	59
Synpunkter och önskemål att beakta vid broars planläggning och upphandling	59
Nya arbetsuppgifter för brobyrån	60
Kritik mot äldre brobyggnader	61
Sammanfattning	62
Kap. IX. <i>Sammanfattning av utredningsresultaten samt därav föranledda förslag</i>	63
<i>Figurer</i>	65—116
<i>Bilaga till kap. V. Förslag till normalbestämmelser för beräkning, provning och kontroll av svetsade stålkonstruktioner till brobyggnader (svetsningsnormer).</i>	117

Till

*Herr Statsrådet och Chefen för Kungl. Kommunikations-
departementet.*

Med hänvisning till underdånig skrivelse den 7 juni d. å. få 1931 års väg- och brosakkunniga härmed vördsamt överlämna den tredje och sista av de teknisk-ekonomiska utredningar rörande väg- och brobyggnader, som sakkunniga haft att verkställa enligt uppdrag av Statsrådet och Chefen för Kommunikationsdepartementet den 5 juni 1931.

Ifrågavarande utlåtande, benämnt *Teknisk-ekonomiska utredningar rörande vägväsendet, del II, broar*, är väsentligen byggt på utredningar, verkställda av de sakkunnigas ledamot, majoren E. Nilsson. Efter av Herr Statsrådet under hand lämnat medgivande har broinspektören C. R. Kolm deltagit i arbetet.

I betänkandet framläggas förslag till nya trafiklastbestämmelser för gatu- och vägbroar, förslag till normalbredder och normalsektioner för vägbroar, förslag till standardkonstruktioner och normaltyper för vägbroar samt förslag till nya arbetsuppgifter för brobyrån inom Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen. Dessa förslag falla under Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsens ämbetsbefattning. Dessutom framlägges förslag till viss ändring av 1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk att beaktas vid en kommande omarbetning av dessa bestämmelser. Enär dessa bestämmelser beröra, förutom Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen, även andra statliga ämbetsverk, bör denna omarbetning verkställas gemensamt av dessa ämbetsverk. Vidare framlägges förslag till normalbestämmelser för beräkning, provning och kontroll av svetsade stålkonstruktioner till brobyggnader, vilken fråga även berör övriga statliga ämbetsverk med byggnadsuppgifter.

Med överlämnande av detta betänkande ha sakkunniga fullgjort till desamma överlämnade uppdrag, vilket sakkunniga härmed vördsamt få anmäla.

Stockholm den 9 november 1934.

G. MALM

A. DE GEER
AXEL VALSINGER

E. NILSSON
E. PAUL WRETTLIND

/ Nils von Matern

I. INLEDNING.

Enligt Kungl. Maj:ts direktiv till de sakkunniga ingår jämväl i de sakkunnigas uppdrag att utreda, om och i vad mån åtgärder äro möjliga till vinnande av rationell ekonomisering ifråga om brobyggnader.

Redan i sitt yttrande den 10 september 1931 med anledning av remiss av 1931 års förslag till nya normalbestämmelser¹ för järnkonstruktioner till byggnadsverk hava de sakkunniga efter granskning av förslaget, i vad det avsåg belastningsbestämmelser för gatu- och vägbroar, framhållit, att de föreslagna bestämmelserna visserligen befunnits medföra besparingar i jämförelse med 1919 års normalbestämmelser, men att förslaget å andra sidan i vissa delar icke syntes fullt rationellt utarbetat.

En av de sakkunniga verkställd ingående undersökning av automobilbeståndet i landet samt av de trafiktekniska och trafikekonomiska betingelserna för en rationell motorfordonstrafik har ådagalagt angelägenheten av att landets vägnät med tillhörande broar utföres med högre bärighetsstandard och sålunda kunna trafikeras av fordon med större lastförmåga, ävensom med andra vagntyper än de, som förutsättas i nu gällande, förenämnda 1931 års normalbestämmelser. De sakkunniga hava därför ansett sig böra utarbeta förslag till nya *trafiklastbestämmelser för gatu- och vägbroar*.

I anslutning till de sakkunnigas tidigare avgivna förslag till tekniska bestämmelser för vägar framlägges nu förslag till *normalbredder och normalprofiler för fria rummet m. m.* för gatu- och vägbroar.

De sakkunniga hava vidare ansett sig böra föreslå *en omarbetning av »1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk»* jämväl i vissa andra hänseenden än de, som avse trafikbelastningarna, i syfte att bättre tillgodose de fordringar, som ur såväl teknisk-rationella som ekonomiska synpunkter böra ställas på gatu- och vägbroar.

Sedan svetsningstekniken numera nått sådan utveckling, att svetsade stålkonstruktioner med betryggande säkerhet och ekonomisk fördel börjat komma till användning jämväl för broar, hava de sakkunniga ansett sig böra framlägga *förslag till normalbestämmelser för beräkning, provning och kontroll av svetsade stålkonstruktioner till brobyggnader* (svetsningsnormer).

Som ett led i strävandena att befrämja tillkomsten av rationella och eko-

¹ Dessa normalbestämmelser hava sedermera fastställts och utfärdats i Statens offentliga utredningar 1931: 30, Kommunikationsdepartementet.

nomiska brokonstruktioner hava de sakkunniga velat framhålla betydelsen och behovet av *standardkonstruktioner eller normaltyper för vissa objekt, som ingå i en brobyggnad*. Några exempel på standardkonstruktioner till ledning vid normalisering av sådana objekt i den omfattning, som kan befinnas lämplig, hava utarbetats.

Både ur anläggningskostnads- och underhållssynpunkt spelar *brobanans konstruktiva utbildning och isolering* en mycket viktig roll. Efter närmare prövning av de numera brukliga medlen och metoderna för detta ändamål har förslag till standardutförande av rationellt utbildade och isolerade brobanekonstruktioner utarbetats och framlagts i anslutning till kapitlet om standardkonstruktioner och normaltyper för broar.

Slutligen hava de sakkunniga ansett sig böra framhålla en del åtgärder av *administrativ och organisatorisk natur*, ägnade att befrämja en rationell ekonomisering ifråga om projektering och utförande av brobyggnader.

Jämlikt Kungl. Maj:ts föreskrifter hava till de sakkunniga för beaktande vid fullgörande av deras uppdrag överlämnats:

dels remisshandlingarna med anledning av B. Lindqvists i Luleå skrivelse den 26 mars 1930 till statsrådet och chefen för kommunikationsdepartementet angående åtgärder för nedbringande av kostnaderna vid byggande av allmänna vägar och broar,

dels en underdånig framställning av länsstyrelsen i Västerbottens län den 26 april 1930 angående åtgärder för nedbringande av kostnaderna vid brobyggnader jämte åtföljande handlingar.

Yttrande med anledning av dessa remisser återfinnes i det följande.

II. TRAFIKLASTBESTÄMMELSER.

1931 års normalbestämmelser.

I 1931 års av statens tekniska ämbetsverk fastställda normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk, i det efterföljande kallade »1931 års normalbestämmelser», förutsättes fyra broklasser med följande trafikbelastningar på körbanan:

Bro i eller vid stad eller större samhälle.

Två 12 tons tvåaxliga motorfordon med 9 tons största axeltryck eller en jämnt fördelad belastning $p = 2 - 0,01$ l ton per meter körfil, vilken senare belastning från och med 80 m spännvidd övergår i ett konstant gränsvärde $p = 1,2$ ton/m. Specialfordon: 20 tons gatuvält, vanlig belastning. Inverkan av ordinära motorfordon ökas med 20 % dynamiskt tillskott. En eller flera körfiler à 2,5 m bredd.

Bro för landsväg.

Två 10 tons tvåaxliga motorfordon med 7,5 tons största axeltryck eller en jämnt fördelad belastning $p = 1,72 - 0,009$ l ton per meter körfil, vilken belastning från och med 80 m spännvidd övergår i ett konstant gränsvärde $p = 1,0$ ton/m. Inverkan av ordinära motorfordon ökas med 20 % dynamiskt tillskott. Specialfordon: 15 tons vägvält, exceptionell belastning. En eller flera körfiler à 2,5 m bredd.

Bro för bygdeväg med högst 4,5 m fri brobredd.

Två 6 tons tvåaxliga motorfordon med 4,5 tons största axeltryck eller en jämnt fördelad last $p = 1,04 - 0,003$ l ton per meter körfil, vilken belastning från och med 80 m spännvidd övergår i ett konstant gränsvärde $p = 0,8$ ton/m. Inverkan av ordinära motorfordon ökas med 20 % dynamiskt tillskott. Specialfordon saknas. Blott en körfil à 2,3 m.

Bro för enkel bygdeväg eller ödebygdsväg med högst 3 m fri brobredd.

Två 3,6 tons tvåaxliga motorfordon med 2,8 tons största axeltryck jämte 20 % dynamiskt tillskott härå eller en jämnt fördelad belastning av 250 kg/kvm brobana utan dynamiskt tillskott.

Inom varje broklass är en körfilbelastning, bestående av två motorfordon i följd jämte 20 % dynamiskt belastningstillskott utslagsgivande för spännvidder upp till 20 à 30 m, för större spännvidder en med spännvidden avtagande jämnt fördelad belastning utan särskilt angivet dynamiskt tillskott. Den senare belastningen anses ersätta en rad fordon med växande inbördes avstånd mellan fordonen, allt eftersom belastningslängden ökas. Något samband mellan de olika broklasserna på sådant sätt, att ett normerande motorfordon i en högre klass kan framföras över bro i en lägre klass förefinnes icke. Dynamisk inverkan av trafiklasten antages förekomma endast inom det spännviddsområde, där

motorfordonen äro utslagsgivande — åtminstone nominellt. Utanför detta område räknas icke med dynamisk inverkan, vilket dock icke utesluter, att denna effekt med ett från 20 till 0 fallande procenttal kan tänkas ingå i den jämnt fördelade belastningen för spännvidder liggande mellan 17—27 och 80 m, såsom fig. 6 utvisar.

Vad först angår de normerande motorfordonen i 1931 års normalbestämmelser, hava de sakkunniga jämlikt sitt uppdrag till ingående granskning upptagit icke blott valet av fordonstyper och deras sammansättning till belastningssystem utan även broarnas uppdelning i klasser med hänsyn till de fordon, som ansetts böra kunna framföras över broarna.

Föreslagna normerande fordonstyper.

I kapitel IV av betänkandet angående vägarna, del I, redogöres för olika motorfordonstyper och deras inverkan på vägbanan ur belastningssynpunkt, ävensom för olika fordons lämplighet ur trafikekonomisk synpunkt. I samband därmed belysas jämväl de tendenser i avseende på fordonens och motortrafikens utveckling, som för närvarande göra sig gällande såväl i utlandet som i Sverige. Av denna utredning framgår bl. a. följande:

Förutom de vanliga *tvåaxliga motorfordonen* förekomma numera i allt större utsträckning *treaxliga fordon*. De senare hava betydligt större lastförmåga än de tvåaxliga vid samma hjultryck på grund av lastens fördelning på flera axlar. Vidare förekomma *lastbilar med s. k. påhängsvagn på sammanlagt tre axlar* samt *släpvagnståg*, bestående av en två- eller treaxlig dragvagn och en tvåaxlig släpvagn. Även släpvagnar på en axel förekomma.

Med stöd av denna och andra utredningar hava de sakkunniga föreslagit, att vägarna med hänsyn till byggnadssätt och vägbanans bärförmåga indelas i tre huvudklasser, nämligen

byggnadstyp I, avseende huvudvägar med 2 500—3 500 kg största tillåtna hjultryck,

byggnadstyp II, normalt avseende bygdevägar med 1 500—2 500 kg största tillåtna hjultryck,

byggnadstyp III, avseende ödebygdevägar med 1 000 kg största tillåtna hjultryck.

Vid bestämmande av broarnas bärförmåga och de belastningssystem, som skola vara normerande för deras beräkning, böra självfallet uppställas minst samma fordringar som för motsvarande vägar. Ifråga om broarna bliva emellertid de största hjultrycken icke ensamt utslagsgivande, utan hänsyn måste jämväl tagas till fordonens beskaffenhet och lastfördelningen på desamma m. m. På grund av det korta avståndet mellan bakaxlarna och lastens koncentration till övervägande del på dessa axlar kan sålunda ett

motorfordon med tre axlar trots mindre hjultryck hava ogynnsammare inverkan på vissa delar av en bro än ett tvåaxligt fordon.

Vad sedan angår största tillåtna hjultrycket, anse de sakkunniga, att broarna på grund av större livslängd än vägbanans beläggning samt med hänsyn till önskemålet att vid behov kunna öka trafiklasten inom måttliga gränser, utan att broarna av denna anledning skola behöva ombyggas eller förstärkas, böra beräknas för 500 kg större hjultryck än de, som äro normerande för motsvarande vägar.

Med utgångspunkt från det sålunda anförda böra enligt de sakkunnigas mening broarnas bärförmåga så *avvägas*, att 12 tons tvåaxliga och 15 tons treaxliga motorfordon med eller utan tillkopplad 10 tons släpvagn på två axlar samt ett 15 tons fordon på tre axlar, bestående av en 9 tons tvåaxlig dragvagn och en 6 tons påhängsvagn på en axel, kunna framföras över alla broar i och vid städer och större samhällen samt på landets huvudvägar och andra vägar, som hava till uppgift att betjäna tung trafik. De angivna vikterna avse fordonens totalvikter. Vidare bör möjligheten hållas öppen att framföra en *staka* tyngre fordon av 12 tons totalvikt över broar på andra vägar än de förutnämnda, med undantag dock för ödebygdsvägar.

Härtill komma specialfordon för olika ändamål, såsom vägvältar, väg-hyvlar, asfaltkokare, stenkrossar, grävmaskiner, lokomobiler och lantbruksmaskiner, kabelvagnar och militärfordon m. fl. Såsom en *typisk* och ur belastningssynpunkt normerande representant för dessa specialfordon kan antagas en 15—20 tons vält — allt efter det föreliggande behovet.

Indelning i bärighetsklasser.

Liksom vägarna med avseende på bärförmågan föreslås indelade i tre byggnadstyper, böra jämväl *vägbroarna* indelas i tre bärighetsklasser, svarande mot respektive vägtyper; dock med frihet att, om därtill finnes anledning, förlägga bro, tillhörande en högre bärighetsklass, i en väg av lägre byggnadsstandard. Härtill bör läggas ytterligare en broklass för att tillgodose de särskilda trafik- och transportbehov, som förefinnas i och vid städer och större samhällen, i det följande kallade *gatubroar*.

Samma klassindelning förefinnes jämväl i 1931 års normalbestämmelser, men indelningen enligt dessa skiljer sig från de sakkunnigas förslag därutinnan, att för en högre broklass normerande fordon icke kunna framföras över bro i en lägre klass.

Klass I. Bro avseende huvudväg.

Broar för vägar enligt klass I skola i varje körfil kunna trafikeras av ett obegränsat antal tvåaxliga motorfordon med 9 tons totalvikt och 3 tons största hjultryck, antingen var för sig eller i förening med tillkopplad släpvagn med 8,0 tons totalvikt och 2 tons största hjultryck, fig. 1.

Dessutom skola kunna i varje körfil framföras *tvenne enstaka två- eller treaxliga motorfordon i följd med 12 respektive 15 tons totalvikt och 4,0 respektive 2,5 tons största hjultryck, ett enstaka släpvagnståg, bestående av det ena eller det andra av förutnämnda fordon jämte en tillkopplad tvåaxlig släpvagn med 10 tons totalvikt och 2,5 tons största hjultryck, alternativt ett enstaka treaxligt fordon med ledad ram, bestående av en 9 tons tvåaxlig dragvagn och en 6 tons påhängsvagn på en axel samt 3 tons största hjultryck, fig. 1.*

Som *specialfordon* antages en 15 tons vält med 5 tons största hjultryck, betraktad som exceptionell belastning, fig. 1.

Klass I A. Gatubro.

Som normerande belastning för gatubroar antages för varje körfil *ett obegränsat antal av samma fordonsenheter, som äro normerande för klass I* samt för specialfordonen *en 20 tons vält med 7 tons största hjultryck, betraktad som exceptionell belastning, se fig. 2.*

För större städer, som Stockholm m. fl., torde dessutom kunna ifrågasättas behovet av en specialklass för broar med ännu högre bärighetsstandard än klass I A, beroende på förekomsten eller behovet därstädes av ännu tyngre lastfordon eller specialvagnar än de ovan angivna. Som exempel på en sådan specialklass hänvisas till de trafiklastbestämmelser, som för närvarande tillämpas vid projektering och utförande av Stockholms stads broar och viadukter. Det torde emellertid böra ankomma på vederbörande stadsförvaltning att, i den mån behov föreligger, utfärda sådana specialbestämmelser, varför det icke synes vara nödvändigt att införa särskilda föreskrifter härom i statens normalbestämmelser för broar.

Klass II. Bro för bygdeväg.

Broar i klass II, som normalt äro avsedda för bygdevägar, föreslås skola kunna trafikerars *antingen av ett enstaka tvåaxligt lastfordon med 12 tons totalvikt och 4 tons största hjultryck i varje körfil eller av en 15 tons vält med 5 tons största hjultryck, den senare betraktad som exceptionell belastning och utslagsgivande för mindre spännvidder, fig. 3.* Ingetdera av dessa fordon förekommer i 1931 års normalbestämmelser. För medelstora och större spännvidder förutsattes ett obegränsat antal tvåaxliga motorfordon med 6,0 tons totalvikt och 2,0 tons största hjultryck såsom normerande ordinär belastning, fig. 3.

Klass III. Bro för ödebygdsväg.

Såsom normerande belastningar för bro för ödebygdsväg föreslås antingen *ett enstaka tvåaxligt motorfordon med 5,0 tons totalvikt och*

1,5 tons största hjultryck, alternativt en 5 tons väghyvel med 1,8 tons största hjultryck — den senare som exceptionell belastning — *eller en jämnt fördelad belastning av 250 kg/kvm brobana, motsvarande största förekommande snöbelastning, fig. 4.*

I 1931 års normalbestämmelser förutsätts två motorfordon i följd med 3,6 tons totalvikt och 1,4 tons största hjultryck, alternativt 250 kg/kvm brobana som normerande belastning. Med den ringa trafikfrekvens, som förekommer på ödebygdsvägarna — i regel enstaka fordon — vill det förefalla de sakkunniga, som om det vore tillfyllest att dimensionera broarna i denna klass för ett enstaka fordon, men att totalvikten då lämpligen bör ökas från 3,6 till 5,0 ton. En till 250 kg/kvm uppskattad snöbelastning förefaller hög, men torde dock bära bibehållas oförändrad. Enligt verkställd undersökning kunna jämväl *de för postbefordran i Norrland använda tvåaxliga fordonen med släpvagn på en axel med $4,5 + 1,0 = 5,5$ tons totalvikt och 1,5 tons största hjultryck, fig. 4, framföras över broar i denna klass.*

De sakkunniga föreslå sålunda i realiteten fyra broklasser, i likhet med vad som förutsättes i 1931 års normalbestämmelser, endast med den skillnaden att de två första för att få överensstämmelse med klassificeringen av vägarna sammanförts till en gemensam huvudklass. Därjämte ifrågasättes en eventuell specialklass för broar i större städer, för vilka emellertid normerande belastningsföreskrifter icke synas bära intagas i de för statens tekniska ämbetsverk gällande normalbestämmelserna för broar.

Fordonens sammansättning till normerande belastningssystem.

I det föregående redogöres för broarnas klassindelning ur bärighetssynpunkt samt för de fordon, som enligt de sakkunnigas mening bära kunna framföras över dessa broar. För att kunna tjäna som direkt underlag för beräkning av broarnas bärighet måste emellertid fordonen sammansättas till lämpliga belastningssystem, varvid fordonstypen och det inbördes avståndet mellan fordonen i körfilen äro av utslagsgivande betydelse.

I fig. 5 hava de normerande fordonen i de olika broklasserna sammanförts till belastningssystem per körfil med angivande av axeltryck, axelavstånd samt inbördes avstånd mellan fordonen i samma körfil. Dessa belastningssystem kallas i det efterföljande för *normerande realbelastningar*.

Vad lastfördelningen beträffar förutsättes, med hänvisning till den motivering som återfinnes i kapitel IV av vägbetänkandet angående fordonens beskaffenhet, att $\frac{2}{3}$ av totalvikten i regel kommer på bakaxeln hos tvåaxliga lastfordon samt $\frac{1}{3}$ på vardera av det treaxliga lastfordonets bakaxlar. Den tvåaxliga släpvnagnens totalvikt antages lika fördelad på bägge

axlarna, och ifråga om övriga fordon gäller den fördelning, som i varje särskilt fall framgår av belastningsskisserna.

Axelavståndet hos i bruk varande lastbilar med två och tre axlar varierar mellan mycket vida gränser. Med stöd av utredningen härom i kapitel IV av vägbetänkandet, har axelavståndet hos den tvåaxliga 12 tons lastbilen ansetts böra sättas till 4,2 m och till 4,8 m mellan framaxeln och främre bakaxeln hos 15 tons treaxliga lastbilar. Inbördes avståndet mellan bakaxlarna hos de senare antages till 1,2 m. Beträffande övriga axelavstånd m. m. hänvisas till belastningsskisserna å fig. 5.

Av särskild betydelse ifråga om fordonens lastverkan vid kolonnkörning är det inbördes fria avståndet mellan fordonen i körfilen. I 1931 års normalbestämmelser är detta avstånd antaget till 1,0 m, under förutsättning att endast två fordon förekomma i körfilen. Om flera fordon förekomma, antages fria avståndet ökat, i samma mån som körfilens längd ökas.

Efter överbägande av denna fråga ur praktisk och teoretisk synpunkt anse de sakkunniga, att minimiavståndet mellan fordonen vid kolonnkörning bör sättas till 4 m, enär fordon, som framföras med en medelhastighet av 20—30 km i timmen, icke utan risk kunna köra på mindre fritt avstånd från varandra.

På teoretisk väg kommer man till ungefär enahanda resultat. Antages reaktionstiden, d. v. s. den tid, som förflyter, innan föraren på en efterföljande bil dels hunnit uppfatta, att den föregående bilen bromsat, dels hunnit verkställa bromsning, till $\frac{1}{2}$ sekund, så blir det erforderliga fria köravståndet mellan fordonen vid 20 km körhastighet $a = v \times t = \frac{20\,000}{3\,600} \times \frac{2}{3} = 3,7 \sim 4$ m. Vid 30 km körhastighet blir fria avståndet med samma antagande 5,5 m.

I stillastående kolonn däremot torde avståndet mellan fordonen utan risk kunna minskas till hälften av förestående minimivärde eller 2 m, men då behöver å andra sidan icke hänsyn tagas till dynamisk inverkan, som fallet är, då kolonnen befinner sig i rörelse. En undersökning visar också, att inverkan av en fordonskolonn med 4 m inbördes avstånd mellan fordonen inklusive dynamiskt tillskott blir ungefär densamma som av samma fordonskolonn med 2 m inbördes avstånd mellan fordonen, men utan dynamiskt tillskott.

Ju längre fordonsfilen är, desto större torde det inbördes avståndet mellan fordonen kunna antagas vara, i synnerhet om man förutsätter, att alla fordon i filen utgöras av den tyngsta normerande typen. I föreliggande förslag till trafiklastbestämmelser antages, att fria avståndet mellan fordonen ökas med spännvidden endast för klass I A, för vilken fria avståndet mellan de tyngsta fordonen successivt ökas från 4 till 8 m för spänn-

vidder mellan 30 och 100 m. För övriga broklasser är i nämnda förslag någon dylik ökning icke behövlig och icke företagen på grund av, att inverkan av de föreslagna normalbelastningarna även täcker inverkan av fordonen i realbelastningssystemen med 4 m konstant avstånd mellan fordonen.

Trafiklastens dynamiska inverkan.

Utom av den statiska belastningen, som behandlas i föregående avdelningar av detta kapitel, åverkas broarna jämväl av en dynamisk effekt, beroende på att brokonstruktionen försättes i vertikala svängningar och vibrationer av fordonen, då de passera över den mer eller mindre ojämna brobanan. Före motortrafikens genombrott togs ingen hänsyn till trafiklastens dynamiska inverkan på gatu- och vägbroar, men sedermera har man funnit, att den dynamiska effekten måste beaktas jämväl ifråga om dessa broar. Detta har också skett i 1931 års normalbestämmelser, såsom framgår av inledningen till detta kapitel, men det kan ifrågasättas, huruvida trafiklastens dynamiska inverkan uppskattas på det mest rationella sättet i dessa bestämmelser. Visserligen råder ännu stor osäkerhet beträffande den dynamiska effektens storlek och verkningssätt, och forskningen på detta område har ännu icke lett till någon tillfredsställande lösning av detta invecklade problem, men det vill synas som om man med ledning av redan nu föreliggande resultat borde kunna bestämma det dynamiska tillskottet efter mera rationella grunder än de, som kommit till uttryck i 1931 års normalbestämmelser, fig. 6. Det torde sålunda knappast finnas någon grund för antagandet i dessa normer, att den dynamiska effekten skulle vara konstant för och huvudsakligen begränsad till spännvidder eller belastningslängder under 20 à 30 m. Detta betraktelsesätt i förening med frånvaron av särskilt angivet dynamiskt tillskott för belastningslängder över 20 à 30 m är icke heller ägnat att ge en överskådlig och logiskt klar bild av trafiklastens verkningssätt.

Ifråga om järnvägsbroar antages allmänt, att det dynamiska tillskottet, uttryckt i procent av den statiska belastningen, avtager efter en viss lag med växande belastningslängd, och denna princip tillämpas numera så gott som undantagslöst i utlandet jämväl ifråga om gatu- och vägbroar.

De sakkunniga vilja därför föreslå, att det dynamiska tillskottet D.T. beräknas enligt formeln $D.T. = \frac{900}{20 + l} \%$, där l betyder spännvidden eller belastningslängden i meter. Detta innebär, att det dynamiska tillskottet faller från 45 % för $l = 0$ till 7,5 % för $l = 100$ m. Det föreslagna dynamiska tillskottet som funktion av spännvidden framgår av diagrammet å fig. 7.

Efter samma eller likartade grunder beräknas det dynamiska tillskottet för landsvägbroar flerstädes i utlandet. I de föreslagna *nya schweziska belastningsbestämmelserna av 1932* beräknas det dynamiska tillskottet enligt formeln $D.T. = 5 + \frac{500}{10 + l}$ för broar med jämn körbana. Är körbanan ojämn, skall dynamiska tillskottet ökas med 50 %. Den konstanta, av l oberoende termen har huvudsakligen tillkommit som korrektiv mot för låga värden på den dynamiska effekten för de större spännvidderna. Storleken av de sålunda beräknade värdena på den dynamiska effekten grundar sig på försök å såväl stål- som betongbroar.

Ä fig. 8 visas de sakkunnigas förslag till diagram för dynamiska tillskottet i jämförelse med motsvarande diagram dels enligt några utländska bestämmelser, dels enligt 1931 års normalbestämmelser för såväl gatu- och vägbroar som för järnvägsbroar. Härav framgår, att dynamiska kurvan enligt de sakkunnigas förslag ligger jämförelsevis lågt i jämförelse med kurvorna enligt flera andra länders bestämmelser.

De skäl, som i det föregående anförts till förmån för det schweziska beräkningssättet, hava de sakkunniga funnit beaktansvärda, och de hava även undersökt en sådan linje enligt formeln $D.T. = 5 + \frac{600}{20 + l}$, som jämväl framgår av fig. 8, men med hänsyn till gällande bestämmelser för dynamiska tillskottets beräkning i fråga om järnvägsbroar har man ansett sig böra stanna vid ett efter samma grunder som för dessa beräknat tillskott, uppgående till omkring hälften av järnvägsbroarnas.

Jämförelse ur belastningssynpunkt mellan de av sakkunniga föreslagna, normerande realbelastningarna och belastningarna enligt 1931 års normalbestämmelser.

I föregående avdelning av detta kapitel med tillhörande figurer gives visserligen en god bild av de föreslagna belastningsenheterens tekniska beskaffenhet och sammansättning, men däremot erhålles ingen klar uppfattning om deras lastverkan i jämförelse med 1931 års normerande belastningar. En sådan jämförelse åstadkommes enklast och mest överskådligt genom uppritning av *ekvivalentbelastningskurvor* för de belastningar, som skola jämföras. Med *ekvivalentbelastning* förstås härvid den jämnt fördelade belastning per meter körfil, vilken åstadkommer samma lastverkan på en fritt upplagd balk som den *normerande realbelastningen*. Å fig. 9—12 äro för spännvidder intill 100 m ekvivalentbelastningskurvorna, motsvarande de normerande realbelastningarna i de olika broklasserna enligt de sakkunnigas förslag i regel framställda med heldragna linjer och motsvarande belastningskurvor enligt 1931 års normalbestämmelser med grova,

streckade linjer. I bägge kurvserierna äro för den korrekta jämförelsens skull respektive dynamiska tillskott inkluderade.

Av diagrammen å figurerna framgår, att inverkan av de föreslagna nya trafikbelastningarna i vissa fall är icke oväsentligt ogynnsammare än enligt nu gällande belastningsbestämmelser, särskilt ifråga om de mindre spännvidderna.

Normalbelastningar.

De i föregående avdelning av detta kapitel omhandlade ekvivalentbelastningskurvorna, som grunda sig på de sakkunnigas förslag till normerande realbelastningar, äro, som synes av diagrammen, inga kontinuerliga kurvor, utan förlöpa ganska oregelbundet, beroende på att de äro sammansatta av flera grenar, vilka var för sig svara mot det eller de fordon, som inom respektive spännviddsområden åstadkomma den ogynnsammaste inverkan. Sålunda är exempelvis inom broklass I A 20 tons välten, omvandlad från exceptionell till ordinär belastning, utslagsgivande ifråga om maximimomenten för spännvidder upp till omkring 15 m, och för spännvidder däröver äro treaxliga motorfordon med 15 tons totalvikt jämte släpvagn utslagsgivande, såsom närmare framgår av fig. 9 a. Redan ur rationaliseringssynpunkt vore därför önskvärt att kunna ersätta ekvivalentbelastningskurvan för realbelastningen (realbelastningskurvan) med en mera regelbunden och lättare bestämbar kurva, som i möjligaste mån sammanfaller med realbelastningskurvan. Härtill kommer ett annat skäl för detta önskemål.

Till grund för den statiska beräkningen av en brokonstruktion skulle givetvis i första hand läggas de normerande realbelastningarna inom respektive broklasser. Då emellertid som regel icke utan vidare kan avgöras, vilken av de förekommande alternativa realbelastningarna, som är utslagsgivande i varje särskilt fall, och då en ingående undersökning härav för varje bro är besvärlig och tidsödande, bör den föreslagna realbelastningen lämpligen ersättas med en enkel och ur räknemässig synpunkt lätthanterlig ersättningsbelastning, i det följande kallad *normalbelastning*, som i möjligaste mån har samma eller minst lika ogynnsam inverkan på broar av olika spännvidder som vilken som helst av de normerande realbelastningarna. Ett kriterium härpå är, att ekvivalentbelastningskurvan för normalbelastningen sammanfaller med eller ligger över motsvarande realbelastningskurva.

En sådan normalbelastning kan åstadkommas på olika sätt. Enligt 1931 års normalbestämmelser består den av tvenne normaliserade tvåaxliga fordon, som i regel äro utslagsgivande för mindre spännvidder, samt alternativt en jämnt fördelad belastning, som är normerande för medelstora

och större spännvidder. Dessutom skall påvisas, att specialfordonen — välten —, betraktad som exceptionell belastning, icke i något fall har ogynnsammare inverkan än någon av de andra alternativa belastningarna.

I flera länder, såsom Norge, Danmark, Finland, Tyskland och Schweiz användes som normalbelastning tvenne tvåaxliga fordon, på bägge sidor i körfilen omgivna av en jämnt fördelad belastning. I Holland räknar man med en jämnt fördelad grundbelastning samt därjämte med ett två- eller treaxligt fordon var som helst i körfilen. I England och Förenta Staterna utgöres den normerande belastningen av en jämnt fördelad belastning samt en koncentrerad last, motsvarande största förekommande axeltrycket. I Förenta Staterna räknas dock med ett normaliserat fordon för spännvidder under 18 m.

I de tre sistnämnda länderna har normalbelastningen övergått i ett s. k. »ideellt belastningssystem», varmed förstås en i möjligaste mån förenklad normerande belastning, vanligen en kontinuerlig och jämnt fördelad sträckbelastning i förening med en eller flera koncentrerade laster. Det för den praktiska tillämpningen enklaste och mest lätthanterliga av sådana system, en kontinuerlig sträcklast och en koncentrerad last, motsvarande största tillåtna axeltrycket, användes sedan ett 10-tal år tillbaka vid projektering av Stockholms stads broar och viadukter. Fördelen med ett ideellt belastningssystem ligger företrädesvis däri, att undersökning av alternativa belastningars inverkan eller av alternativa lastinställningar i regel bortfaller, då blott en enda belastningskombination förekommer.

Det ligger emellertid i sakens natur, att en normalbelastning, som skall ersätta flera alternativa realbelastningar, huru den än väljes, aldrig kan avvägas så, att inverkan av densamma helt och hållet sammanfaller med realbelastningens. Anses dessutom en lagbunden kontinuitet ifråga om lastverkan önskvärd, måste normalbelastningen väljas så, att inverkan härav i vissa spännviddsområden eller för vissa belastningslängder blir ogynnsammare än av realbelastningen, d. v. s. att den förstnämndas ekvivalentbelastningskurva på vissa ställen kommer att ligga över den senares. Särskilt är detta förhållandet med det enklaste slaget av ideell belastning, som i vissa fall icke låter anpassa sig så väl efter realbelastningens inverkan. Ett bättre resultat ernås emellertid, om sträcklasten bortfaller på en viss längd i körfilen och i den sålunda uppkomna luckan anbringas en eller två koncentrerade laster, motsvarande största tillåtna axeltrycket i respektive broklasser. Inverkan av en på detta sätt uppbyggd normalbelastning i jämförelse med respektive realbelastningars framgår av fig. 9—12.

Vilkendera av de här omhandlade normalbelastningarna, som ställer sig fördelaktigast ur rationaliseringssynpunkt, är givetvis ett spörsmål, som kan diskuteras. Det vill dock förefalla, som om en normalbelastning, be-

stående av en avbruten sträcklast och tvenne koncentrerade laster i luckan mellan sträcklasterna ur beräkningssynpunkt skulle vara att föredraga såsom ett mera arbetsbesparande belastningssystem framför flera alternativa belastningar i enlighet med 1931 års normalbestämmelser. Visserligen kunna de av sakkunniga föreslagna normalbelastningarna i ett eller annat fall åstadkomma något ogynnsammare inverkan och sålunda medföra något grövre dimensioner än motsvarande realbelastningar, men då denna i regel obetydliga ökning av belastningseffekten — i något fall uppgående till 20 % — sedd mot bakgrunden av det resultat, som efterföljande utredning beträffande inverkan på broarnas ekonomi av trafiklastens ökning medfört, spelar en mycket underordnad roll ur ekonomisk synpunkt, synes det arbetsbesparande momentet, som användningen av ett dylikt normalbelastningssystem innebär, böra tillmätas avgörande betydelse.

De sakkunniga vilja därför föreslå, att i stället för de i en föregående avdelning av detta kapitel angivna alternativa realbelastningarna vid statisk beräkning av broar skola användas de normalbelastningar, som finnas angivna å fig. 9—12, där de koncentrerade lasterna äro lika med största tillåtna axeltrycken i respektive broklasser. Härtill kommer i vissa fall välten som speciell belastning.

På samma figurer framställas därjämte normalbelastningarnas inverkan, inklusive dynamiskt tillskott i form av ekvivalentbelastningskurvor för spännvidder upp till 100 m.

Då vidare ekvivalentbelastningarna enligt dessa kurvor praktiskt taget giva samma resultat som normalbelastningarna, bör i syfte att ytterligare förenkla och förbilliga räkneoperationerna jämväl medgivas att räkna med ekvivalentbelastningar. Härvid måste emellertid tillses, att influensytor för statiskt obestämda system rektifieras enligt kända metoder, innan de få läggas till grund för beräkning med tillhjälp av de ekvivalenta belastningarna. Vid korta belastningslängder böra ekvivalentbelastningarna användas med försiktighet och i tveksamma fall kontrolleras med tillhjälp av normalbelastningen (eventuellt specialbelastningen).

Ekvivalentbelastningskurvan ger också en klar och överskådlig bild av den normerande belastningens inverkan på broarna inom respektive klasser för hela serien spännvidder upp till 100 m eller längre, om man så önskar, samt omvänt en bild av broarnas bärförmåga inom respektive broklasser.

Å fig. 13—17 visas för olika broklasser de föreslagna normalbelastningarnas inverkan i jämförelse med motsvarande belastningar dels enligt 1931 års svenska normalbestämmelser, dels enligt senast utfärdade eller föreslagna belastningsbestämmelser i Norge, Danmark, Finland, Tyskland, Schweiz, Frankrike, Holland, England och Förenta Staterna. Våra bro-

klasser hava icke alltid sin motsvarighet bland de utländska. Sålunda hava Danmark och England strängt taget endast en broklass med mycket hög bärighetsstandard, även i jämförelse med vår högsta klass, och jämväl de holländska belastningarna, som visserligen äro uppdelade i fyra grupper, ligga i en klass för sig, vad storleksordningen beträffar.

Av ekvivalentbelastningsdiagrammen framgår, att de normalbelastningar, som de sakkunniga föreslagit, i regel äro låga i jämförelse med motsvarande belastningar i de flesta av de här ovan uppräknade länderna.

Inverkan på broarnas ekonomi av den ökade trafiklasten.

Som förut nämnts, innebär det föreliggande förslaget en större eller mindre ökning av trafiklasten i jämförelse med 1931 års normalbestämmelser inom alla broklasser, såsom närmare framgår av belastningsdiagrammen å fig. 9—12.

Då de sakkunnigas uppdrag avser att föreslå åtgärder till icke blott rationalisering utan även, om möjligt, förbilligande av väg- och brobyggnaderna i landet, hava de sakkunniga låtit undersöka, vilka ekonomiska konsekvenser en ökning av trafiklasten på sätt de sakkunniga föreslagit kommer att medföra. För detta ändamål har verkställts en approximativ teknisk-ekonomisk undersökning av de landsvägsbroar, som utförts med understöd av statsmedel och för vilka entreprenör godkänts av väg- och vattenbyggnadsstyrelsen under åren 1931 och 1932. Sammanlagt utfördes då 79 respektive 158 broar, varav 62 respektive 123 statistiskt bearbetats. Resultatet av denna undersökning har givits vid handen, att om dessa broar i stället blivit konstruerade och utförda med ledning av de normalbelastningar, som de sakkunniga här föreslagit, skulle kostnadsökningen för 1931 i medeltal hava uppgått till 1,88 % och för 1932 till 1,95 % av anläggningskostnaden. Härvid har antagits, att alla under år 1931 utförda broar också projekterats enligt 1931 års normalbestämmelser, vilket visserligen icke varit fallet, men icke heller nämnvärt inverkat på jämförelseresultatet. Då totala anläggningskostnaden för dessa broar uppgått till i avrundade tal 3,9 respektive 5,5 miljoner kronor under åren 1931 respektive 1932, visar kalkylen, att en tillämpning av den föreslagna tyngre trafikbelastningen skulle medfört en sammanlagd kostnadsökning av endast 78 000 kronor för år 1931 och 107 000 kronor för år 1932. Härvid är att märka, att de undersökta broarna så gott som uteslutande ligga inom spännviddsområdet 5—30 m, där den procentuella trafiklastökningen är som störst. Förekomsten eventuellt av ett större antal broar inom det högre liggande spännviddsområdet, där den procentuella lastökningen är relativt obetydlig eller ingen, skulle haft mycket ringa inflytande på broarnas ekonomi, vad den bärande huvudkonstruktionen beträffar, men däremot påverkat

de sekundära konstruktionsdelarna, såsom brobanedäck samt lång- och tvärbalkar lika ogynnsamt som broar inom det lägre spännviddsområdet. I stort sett visar det sig dock, att förekomsten av ett relativt stort antal broar med större spännvidder icke skulle få någon nämnvärd inverkan på slutresultatet av den ekonomiska utredningen. Inverkan på landsvägsbroarnas ekonomi av den föreslagna trafiklastökningen är sålunda relativt obetydlig.

Det återstår sedan att besvara frågan, huruvida de fördelar ur trafik-ekonomisk synpunkt, som möjligheten att framföra större och tyngre fordon på våra landsvägar och broar kunna medföra, uppväga den härmed förbundna ökningen av anläggningskostnaderna för broarna.

Genom möjligheten att framföra större och tyngre fordon på våra vägar och broar uppstår viss trafikekonomisk vinst. I kapitel IV av de sakkunnigas betänkande del I, sid. 93, har denna vinst blivit jämförd med den merkostnad, som uppstår med hänsyn till den ökade vägkostnaden vid ökad fordonsvikt. En liknande beräkning i syfte att jämföra den trafikekonomiska vinsten av ökad bärkraft hos broarna med den ökade kostnaden för ernående av den ökade bärkraften torde vara omöjlig att generellt genomföra. Därtill äro förhållandena alltför skiftande.

Även för ett visst bestämt fall torde det i regel vara ytterst svårt att uppställa de för en dylik kalkyl nödiga premisserna. En bros bärkraft blir ofta bestämmande för en stor del av det kringliggande vägnätets användbarhet och transportkostnader. Huru stor trafikvinsten blir i ett visst fall, är sålunda beroende av brons läge och storleken av det vägnät, som är avhängigt av bron ifråga.

Den höjning av broarnas bärkraft, som av de sakkunniga föreslagits, innebär en genomsnittlig ökning av brokostnaden med ca 1,90 %, en ökning, som med hänsyn till därmed förbundna stora fördelar måste anses betydelselös.

Slutligen må framhållas följande synpunkt såsom ytterligare stöd för den föreslagna trafiklastökningen. Med de hjälpmedel, som tekniken nu erbjuder och i fortsättningen kan förväntas erbjuda, öppnas så gott som obegränsade möjligheter ifråga om motorfordonens och motortrafikens utveckling. Det är då å ena sidan förklarligt, om trafikanterna söka till fullo utnyttja de transportmedel, som finnas till förfogande. Å andra sidan är det emellertid ett intresse ur det allmännas synpunkt att sätta en gräns för de tyngre fordonens viktsökning, i syfte att vägar och broar icke allt för ofta skola behöva ombyggas eller förstärkas. Denna gräns bör dock icke sättas för lågt, utan avvägas så, att berättigade anspråk på användning av trafikekonomiskt lämpliga fordon bliva tillbörligt tillgodosedda, och hava de sakkunniga, med det som här föreslagits, sökt att tillgodose även detta önskemål.

Huru trafiklasten och fordonen förändrats under perioden från 1886, då den första belastningsförfordningen för broar utfärdades i Sverige, och till 1934, framgår av fig. 17 a.

Övergångsbestämmelser.

Övergången från äldre till nyare normalbestämmelser för broar har så gott som undantagslöst kännetecknats av en stegring av trafiklasten, med påföljd att broar, som utförts enligt äldre bestämmelser, såsom regel icke få befaras med de normerande fordon, som förutsättas i de nya bestämmelserna. Påtagligen innebär detta stora olägenheter för landsvägstrafiken. Å andra sidan är det oftast förenat med dryga kostnader att förstärka eller ombygga äldre broar till samma bärighetsstandard, som föreskrives i de nya bestämmelserna. Ur det allmännas synpunkt kan en sådan konsekvens av nya bestämmelsers tillkomst icke vara önskvärd, i synnerhet om broarna ifråga eljest befinna sig i fullgott skick. Med tanke härpå och för att möjliggöra ett längre eller kortare uppskov med förstärkning eller ombyggnad av sådana broar har det ur besparingssynpunkt syntts de sakkunniga önskvärt att av vederbörande myndigheter utfärdas särskilda övergångsbestämmelser, enligt vilka äldre broar, som i tekniskt hänseende äro i fullgott skick, må trafikeras med fordon, som äro normerande för broar enligt nyare bestämmelser, under förutsättning att ökningen av påkänningarna i den äldre brokonstruktionen under inverkan av den tyngre trafiklasten ingenstädes överstiger förslagsvis 30 % av den normalt tillåtna påkänningen enligt de äldre bestämmelserna. *Givetvis skall ett sådant medgivande alltid föregås av ingående undersökning av bros tillstånd och bärförmåga, där så anses behövt genom provbelastning.* Därvid bör speciell uppmärksamhet ägnas åt dragpåkänningarna i brobanedäck och andra brokonstruktioner av armerad betong med hänsyn till sprickbildningar o. d.

Enligt de sakkunnigas undersökningar kan sålunda påkänningen i stål-materialet hos broar, utförda enligt 1919 och 1901 års normalbestämmelser, ökas med 25 respektive 35 %, innan ens paritet uppnås med motsvarande tillåtna påkänningar enligt 1931 års normalbestämmelser. Detta beror dels på de lägre tillåtna påkänningar, som stadgades i bägge de äldre bestämmelserna, dels på att fordringarna på hållfastheten hos materialet enligt 1901 års normalbestämmelser voro något högre än för motsvarande material i 1931 års normer. Under förutsättning att materialet i de äldre broarna på grund av rostangrepp eller av annan anledning icke undergått någon försvagning, innebär detta, att nämnda broar kunna trafikeras med minst 25—35 % tyngre fordon än de, som ursprungligen varit normerande vid bestämmande av deras bärighet, utan att ansträngningarna i materialet upp-

gå till högre belopp än det normalt tillåtna enligt 1931 års bestämmelser. Fig. 18 a, b och c visa den möjliga ökningen av trafiklasten enligt 1919 respektive 1901 års normalbestämmelser i jämförelse med 1931 års belastningsnormer under förutsättning av samma material och samma tillåtna påkänningar.

Förslag till nya trafiklastbestämmelser för gatu- och vägbroar.

Med stöd av förestående utredning framlägges av de sakkunniga följande *förslag till nya trafiklastbestämmelser för gatu- och vägbroar, avsedda att ersätta motsvarande föreskrifter under rubriken »Trafiklast för gatu- eller vägbro» i 1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk vid broars statiska beräkning*. Ifråga om övriga belastningar, såsom trafiklast för gångbro enbart, vindtryck, belastning å skyddsräcken, temperaturändringar och friktionskrafter, förutsättes ingen ändring i 1931 års normalbestämmelser. Beträffande belastning för rörliga broar hänvisas till kapitel IV, sid. 33.

Såsom normerande trafikbelastning vid statisk beräkning av broar skola inom varje broklass användas de normalbelastningar och andra belastningar, som angivas i efterföljande tablå, sid. 25.

I stället för normalbelastningarna enligt förestående må vid de statiska beräkningarna jämväl användas motsvarande ekvivalentbelastningar enligt fig. 19—22, varvid dock parabelformiga influensytor e. d. för statistiskt obestämda konstruktionssystem dessförinnan rektifieras till triangulära enligt kända metoder. Inom det lägre spännviddsområdet kontrolleras resultaten i tveksamma fall med tillhjälp av det grundläggande normalbelastningssystemet.

I efterföljande tablå angivna normalbelastningar täcka inverkan av följande realbelastningar, se fig. 1—5.

Klass I A. Gatubro.

Nyttig körbanebredd minst 6,0 m.

Per belastningsfil à 3,0 m bredd.

1. Obegränsat antal 12 tons tvåaxliga motorfordon.
2. » » 15 » treaxliga »
3. » » 22 » släpvnståg, vardera bestående av ett 12 tons tvåaxligt motorfordon och en 10 tons tvåaxlig släpvn.
4. » » 25 » släpvnståg, vardera bestående av ett 15 tons treaxligt motorfordon och en 10 tons tvåaxlig släpvn.
5. » » 15 » treaxliga släpvnståg, vardera bestående av ett 9 tons tvåaxligt motorfordon och en 6 tons påhängsvagn på en axel.
6. Specialfordon, en 20 tons gatuvält som exceptionell belastning.
Största tillåtna hjultryck, ordinärt 4.0 ton.

Klass I. Bro för huvudväg.

Nyttig körbanebredd minst 6,0 m.

Per belastningsfil à 3,0 m bredd.

1. Två 12 tons tvåaxliga motorfordon i följd.
2. » 15 » treaxliga » » »
3. Ett enstaka 22 tons släpvagnståg, bestående av ett 12 tons tvåaxligt motorfordon och en 10 tons tvåaxlig släpvagn.
4. Ett enstaka 25 tons släpvagnståg, bestående av ett 15 tons treaxligt motorfordon och en 10 tons tvåaxlig släpvagn.
5. Ett enstaka 15 tons treaxligt släpvagnståg, bestående av ett 9 tons tvåaxligt motorfordon och en 6 tons påhängsvagn på en axel.
6. Obegränsat antal 9 tons tvåaxliga motorfordon, antingen var för sig eller i förening med tillkopplade 8,0 tons tvåaxliga släpvagnar.
7. Specialfordon, en 15 tons vägvält som exceptionell belastning.

Största tillåtna hjultryck, ordinärt 4,0 ton.

Klass II. Bro för bygdeväg.

Nyttig körbanebredd normalt 5,0 m; vid 3—4,5 m bredd på körbanan antages blott *en* belastningsfil verksam.

Per belastningsfil à 2,5 m bredd.

1. Ett enstaka 12 tons tvåaxligt motorfordon i varje körfil.
2. Obegränsat antal 6,0 tons tvåaxliga motorfordon.
3. Specialfordon, en 15 tons vägvält som exceptionell belastning.

Största tillåtna hjultryck, ordinärt 4,0 ton.

Klass III. Bro för ödebygdsväg.

Nyttig körbanebredd högst 3,0 m.

Per belastningsfil à 3 m bredd.

1. Ett enstaka 5,0 tons tvåaxligt motorfordon.
2. Ett enstaka 4,5 tons tvåaxligt motorfordon (postdiligens) med 1,0 tons släpvagn på en axel.
3. Specialfordon, en 5 tons väghyvel som exceptionell belastning.

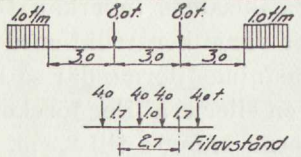
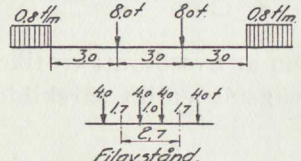
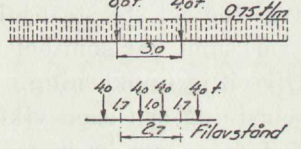
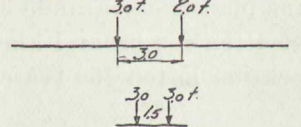
Största tillåtna hjultryck, ordinärt 1,5 ton.

Med belastningsfil eller körfil förstås härovan en rad fordon i följd på ett visst inbördes avstånd från varandra, upptagande viss del av körbanans bredd = filbredden. Detta avstånd antages i vissa fall växa med belastningslängden.

Dynamisk inverkan.

Inverkan av all trafikbelastning å körbana — inklusive specialfordon — med undantag av den jämnt fördelade belastningen i klass III ökas med ett dynamiskt tillskott, som beräknas ur formeln $D.T. = \frac{900}{20 + l}$ i procent av den statiska belastningen, där l = spännvidden eller belastningslängden i meter, se fig. 7. Då antalet belastningsfiler överstiger två, försummas dynamiska tillskottet, därest ej särskilt föreskrives, att fullt eller reducerat tillskott skall beräknas för alla belastningsfilerna.

Normerande belastningar.

Broklass	Körbana per belastningsfil.	Gång-och cykel- banor. per m ² .
IA <u>Gatubro.</u> Nyttig körbane- bredd minst 6,0 m. Filbredd 3,0 m.	 En 20 tons gatuvägg, speciell belastning, som ej kombineras med annan trafiklast, jmf. sid. 26	400 kg. alt. ett 4 tons hjultryck.
I <u>Bro för huvudväg.</u> Nyttig körbane- bredd minst 6,0 m. Filbredd 3,0 m.	 Filavstånd.	400 kg. alt. ett 4 tons hjultryck.
II <u>Bro för bygdeväg.</u> Nyttig körbane- bredd normalt 5,0 m. Vid 3-4,5 m. bredd an- tages blott en belast- ningsfil verksam. Filbredd 2,5 m.	 Filavstånd Alternativt: Jämnt fördelad sträcklast av 0,75 t/m.	250 kg. alt. ett 2 tons hjultryck.
III <u>Bro för ödebygds- väg.</u> Nyttig körbane- bredd högst 3,0 m.	 Alternativt: Jämnt fördelad belastning av 0,25 t/m² (snölast)	
	Dynamiskt tillskott $D.T. = \frac{900}{20L} \%$ av den statiska belastningen, där L = belastningslängd i m., för all trafiklast med undantag av den jämnt fördelade belast- ningen i broklass III.	

Allmänna bestämmelser.

Belastningsfilernas antal och inbördes läge bliva för varje bro beroende av körbanans bredd samt trafikens beskaffenhet och ordnande.

Vid beräkning av trafiklastens inverkan förutsättes lasten placerad i ogynnsammaste läge för varje konstruktionsdel. I förhållande till huvudreglarna förskjutas belastningsfilerna, där så kan ske, till ogynnsammaste läge i sidled, endast då en eller två filer förekomma. Minimiafståndet från mitt till mitt på körfilerna antages till 2,7 m. Hjulbredden anges å fordonsskisserna, fig. 1—4.

Belastningsfil skall uppdelas i längdriktningen, om därigenom ogynnsammare inverkan ernås.

Vält eller annat specialfordon skall *icke* kombineras med annan tillfällig belastning.

Gatu- eller vägbro, som är avsedd att trafikeras med spårvagnar, beräknas därjämte för spårvägståg enligt särskilda bestämmelser härför från fall till fall.

I dynamiska tillskottet anses inberäknad den ojämnhet i den vertikala belastningens fördelning, som förorsakas av vindtryck och eventuell centrifugalkraft.

Förutom av jämnt fördelad belastning beräknas gångbanans bärande huvudkonstruktion jämväl för det största hjultryck (ej vält), som är normerande för körbanan, verksamt var som helst på gångbanan; dock högst 2 ton för broklass II. (Ofrivillig uppkörning.) Sammanlagda påkänningen av sådan exceptionell belastning och egen vikt får därvid icke överskrida materialets sträckgräns. I fråga om brobanedäck av armerad betong får dragpåkänningen i armeringsjärnen i sådant fall icke överstiga 185 % av den normalt tillåtna.

Landfästen och pelare samt lagerkonstruktioner antagas åverkade av bromskrafter i körbanans plan, motsvarande 30 % av den rörliga normalbelastningen, dock högst 4 ton för broar i klass II och III med 1—2 körfiler samt högst 10 respektive 15 ton för två eller flera körfiler å broar i klass I respektive I A.

Gatu- eller vägbro, som upplåtes för spårvägstrafik, beräknas dessutom för en bromskraft, motsvarande $\frac{1}{7}$ av tågvikten.

III. NORMALBREDDER OCH NORMALSEKTIONER.

Körbana.

I anslutning till i del I föreslagna normalsektioner för vägar föreslås följande *normalbredder på körbanan för vägbroar*:

Byggnadstyp I. Bro för huvudväg.

Vid 2 körfiler 6—7 m nyttig bredd

» 3 » 9 m (8,5) » »

» 4 » 12 m (11) » »

Byggnadstyp II. Bro för bygdeväg med normalt två körfiler. Normalt 5 m nyttig bredd. I glest bebyggda trakter begränsas körbanans bredd till 3,0—4,5 m.

Byggnadstyp III. Bro för ödebygdeväg med en körfil. Normalt 3 m nyttig bredd.

För varje körfil förutsättes som regel 3 m nyttig bredd å broar av byggnadstyp I samt 2,5 m å broar av byggnadstyp II. Normalbredderna på körbanan framgå närmare av fig. 23.

Refuger.

På broar med livlig biltrafik, men utan behov av särskild gångbana anordnas på vardera sidan om körbanan en 0,25—0,65 m bred skyddslist eller refuge, som fig. 23 utvisar. Refugen har till uppgift att skydda fotgängare mot inklämning mellan räcke eller annan över brobanan uppskjutande konstruktionsdel och nära därintill körande fordon, ävensom att hindra påkörning av nämnda föremål.

Vid bestämmande av bredden på de föreslagna refugerna har hänsyn ansetts böra tagas till följande faktorer. Avståndet från mitt till mitt på hjulen av ett fordon uppgår i regel till minst 1,5 m (Scania-Vabis ca 1,55 m, Volvo ca 1,50 m). Räknas med ett hjultryck av 1 500 kg, som erfordrar 8" ringar, samt en total fordonsbredd av 2,10 m, blir överhänget på varje sida av fordonet 0,20 m. Vid ett hjultryck av 2 000 kg, erfordras 9,75" ringar, varvid överhänget för ett 2,30 m brett fordon blir 0,28 m. För att hindra påkörning av fast föremål synes därför en refugebredd av 0,35 m på vägbro av byggnadstyp I och av 0,25 m på vägbro av byggnadstyp II vara ett erforderligt

minimum, se fig. 24 b. Skall dessutom beredas effektivt skydd åt fotgängare, erfordras ytterligare en bredd av minst 0,30 m. Sammanlagt uppgår sålunda den erforderliga minimibredden på refugen till 0,65 m för byggnadstyp I och till 0,55 m för byggnadstyp II. På enstaka punkter däremot, såsom vid kolonner och fackverksstänger i huvudreglar e. d. samt då särskild gångbana finnes anordnad på ena sidan om körbanan, kan refugebredden inskränkas till 0,35 respektive 0,25 m, såsom närmare framgår av normalsektionerna å fig. 23 och 24. På ödebygdsbroar förutsättas inga refuger.

Hittills har anordnande av refuger icke varit obligatorisk ifråga om vägbroar. Däremot äro gatubroar, som icke hava särskilda gångbanor, i stor omfattning utrustade med refuger, i regel minst 0,6 m breda. Med den omfattning automobiltrafiken numera antagit, har det av de sakkunniga ansetts vara en ofrånkomlig åtgärd för trafiksäkerhetens trygghet att anordna refuger på alla livligt trafikerade vägbroar, där möte ofta förekommer. Däremot torde med hänsyn till den jämförelsevis höga anläggningskostnaden refuger kunna undvaras på korta broar, varå möten sällan förekomma, eller eljest där så anses kunna ske utan risk med hänsyn till trafikens omfattning och säkerhet.

Som förut nämnts, måste anordnande av de föreslagna refugerna givetvis medföra en viss fördyring av broarna. Allt efter refugernas bredd kan kostnadsökningen uppskattas till 40: — å 65: — kronor per längdmeter bro. Om ungefär hälften av de vägbroar, som byggdes under åren 1931 och 1932, försetts med refuger av den största här ovan angivna bredden, skulle tilläggskostnaden härför uppgått till ca 100 000 respektive 150 000 kronor, beräknad efter ett medelpris av 12: — kronor per kvm av brobanans totalbredd eller till omkring 2,65 % av totala byggnadskostnaden.

Att med ledning av inträffade skador eller olyckshändelser samt därav förorsakade ersättningsanspråk, vilka kunna hänföras till bristen på säkerhetsanordningar av här angiven art, draga några slutsatser beträffande det berättigade i att på vägbroar nedlägga den merkostnad, som refugerna betinga, låter sig icke utan vidare göra, enär en för ändamålet nödig statistik hittills saknas. Med hänsyn till den allt livligare och snabbare motortrafiken och riskerna vid broarnas passerande få emellertid de kostnader, som vidtagandet av här föreslagna åtgärder för trafiksäkerhetens ökande betinga, enligt de sakkunnigas mening anses väl motiverade.

Enligt de tyska normalbestämmelserna för vägbroar av 1927 hava refugerna genomgående en bredd av 0,5 m vid två- eller flerfilig körbana och 0,4 m vid enfilig körbana. I de norska normalbestämmelserna av 1930 föreskrives 0,25 m minimibredd på refugerna. I Holland föreskrives 0,5 m breda refuger och i Förenta Staterna 0,15—0,25 m.

Gångbanor.

Å vägar, där på grund av trafikens beskaffenhet särskilda gångbanor erfordras, skall brobanan hava de breddimensioner, som fig. 23 b, c och d utvisa. Å fig. b och c ligga gångbanorna innanför räckverk eller eventuella huvudreglar, å fig d äro gångbanorna utkragade på konsoler utanför huvudreglarna.

För enfilig gångbana förutsättes en fri bredd av 1,25 m, om den ligger omedelbart intill körbana, och 0,75 m, om den icke gränsar direkt till körbana. För varje tillkommande gångfil ökas bredden med 0,75 m.

Härovan angivna måttuppgifter avse broar av byggnadstyp I. För byggnadstyp II framgå motsvarande måttuppgifter av fig. 23.

Cykelbanor.

Där trafikförhållandena så påfordra, anordnas utom gångbanor jämväl särskilda cykelbanor innanför de förstnämnda. För enkelfilig cykelbana med trafik endast i en riktning förutsättes en minimibredd av 0,80 m och för tvåfilig cykelbana 1,50 m. Vid trafikering i bägge riktningarna bör bredden vara 2,0—2,5 m, jmf sid. 273, del I.

Normalsektion för fria rummet.

Till ledning vid bestämmande av läget på de konstruktionsdelar, som ligga över brobanan, samt det för trafiken erforderliga utrymmet föreslås den normalsektion för fria rummet, som framgår av fig. 24 a. På den ena sektionshalvan visas refugen innanför räcke eller huvudregel samt eventuellt utkragad gångbana, på den andra sektionshalvan gångbana innanför huvudregel eller räcke. Med hänsyn till fordon med hög och skrymmande last föreslås normalprofilens fria höjd över körbanan till 4,0 m på en bredd motsvarande bredden på hela körbanan jämte 0,35 respektive 0,25 m bredd innanför trottoarkanten på vardera sidan. Då spårväg förekommer å bro, ökas fria höjden efter vederbörandes beprövande i varje särskilt fall. Över gångbanan föreslås fria höjden till 2,5 m.

Med hänsyn till vattenavrinningen givas kör- samt gång- och cykelbanor en efter beläggningens art lämpligen avpassad tvärlutning, dock minst 20 ‰, och till förebyggande av uppkörning på gångbana eller påkörning av räckverk eller annat fast föremål lägges gång- eller cykelbana, respektive refuge på minst 0,20 m höjd över körbanan.

För vattenavrinningens underlättande lägges brobanan i en lutning av minst 5 ‰ i brons längdriktning.

Å fig. 24 b visas på normalsektionens vänstra sida ett lastfordon med 2,3 m bredd, 0,28 m tväröverhäng och 3,5 m lasthöjd, stående tätt intill re-

fugekanten samt en omnibus av större typ i normalt körläge på den högra halvan av normalsektionen.

På vägar, där trafiken fordrar större bredd på brobanan, än normalsektionerna å fig. 23 och 24 utvisa, ökas kör- och gångbanebredderna, allt efter antalet ytterligare erforderliga kör- och gångfiler, varvid bredden på varje tillkommande körfil antages till 3,0 respektive 2,5 m för byggnadstyp I och II samt bredden på varje tillkommande gångfil till 0,75 m. För övrigt utbildas normalsektionerna på samma sätt som förutnämnda figurer utvisa.

Sammanfattning.

För gatu- och vägbroar föreslås följande normalbredder på *körbanan*:

Byggnadstyp I: för huvudvägar

med 2 körfiler $K = 6-7$ m

» 3 » $K = 9$ m (8,5)

» 4 » $K = 12$ m (11)

Byggnadstyp II: för bygdevägar

$K = 5$ m normalt för två körfiler

$K = 3-4,5$ m för blott *en* belastningsfil i glest bebyggda trakter.

Byggnadstyp III: för ödebygdsvägar

$K = 3$ m normalt för en körfil.

Med hänsyn till trafiksäkerheten föreslås, att brobana, som icke är utrustad med särskilda gång- eller cykelbanor, i vissa fall förses med *refuger* — skyddslister — på bägge sidor om körbanan till skydd mot påkörning av fasta föremål vid sidan av körbanan samt fotgängares inklämning mellan fordon och nämnda föremål. Refugebredden antages variera mellan 0,25 och 0,65 m, såsom närmare framgår av normalsektionerna, fig. 23 och 24.

Där särskilda *gångbanor* erfordras, anordnas dessa med de bredder och på de olika sätt, som närmare framgå av normalsektionerna.

Till ledning vid utformning av bros tvärsektion, bl. a. med hänsyn till bestämmande av läget på konstruktionsdelar, som ligga över brobanan, framlägges därjämte förslag till normalsektioner för fria rummet å gatu- och vägbroar enligt fig. 24 a.

IV. GRANSKNING AV 1931 ÅRS NORMAL- BESTÄMMELSER FÖR JÄRNKONSTRUK- TIONER TILL BYGGNADSVERK.

I kap. II hava de sakkunniga framlagt förslag till ändrade belastningsnormer för gatu- och vägbroar, vilka i väsentliga delar avvika från 1931 års normalbestämmelser. En uttömmande granskning av dessa bestämmelser även i andra hänseenden samt framläggande av förslag till nya normalbestämmelser torde icke kunna anses ingå i de sakkunnigas uppdrag. De sakkunniga skola därför ifråga om denna granskning inskränka sig till att framhålla några önskemål, som enligt deras mening böra beaktas vid en blivande omarbetning av nu gällande normalbestämmelser. Härmed avses huvudsakligen sådana ändringar eller tillägg, som kunna vara ägnade att förbilliga broarna samt lägga en rationellare grund för deras beräkning.

Som ett allmänt önskemål vid uppställning och formulering av normalbestämmelserna bör eftersträvas största möjliga koncentration och över-skådlighet i förening med ändamålsenlig systematisering.

Materialfordringar.

Innan de spörsmål, som avhandlas i detta kapitel, upptagas till närmare prövning, skall med några ord beröras frågan om nomenklaturen för byggnadskonstruktioner av material, i vilka kemiskt rent järn ingår som huvudbeståndsdel. Hittills hava sådana konstruktioner med ett gemensamt namn allmänt kallats för järnkonstruktioner, oavsett huruvida materialet med mera rätt bort betecknas som stål, enär man icke haft någon allmänt antagen och fastställd definition på järn respektive stål, utan gränserna mellan dessa begrepp varit svävande. Numera har man inom vederbörande fackkretsar i vårt land i detta hänseende enats om följande: Med stål förstås sålunda *»ett huvudsakligen det kemiska ämnet järn innehållande material, vilket vid framställningen befunnit sig i flytande tillstånd och som kan underkastas formgivning i varmt tillstånd genom smidning eller valsning»* och med järn = välljärn *»ett nästan helt av järn bestående material, vilket vid framställningen endast befunnit sig i degigt tillstånd»*.

Då allt valsmaterial i de byggnadskonstruktioner, som här avses, framställas på det förstnämnda sättet, böra sådana konstruktioner kallas för

stålkonstruktioner i stället för järnkonstruktioner, varjämte ordet »järn» bör utbytas mot »*stål*» i alla sammansättningar, där det kan anses tekniskt och språkligt motiverat.

I de anglosachsiska länderna och i Frankrike har allt sedan götstålets framträdande ifrågavarande material betecknats som stål. I de senaste normalbestämmelserna för broar och andra byggnadskonstruktioner har man numera även i Tyskland officiellt övergått från det förut allmänt brukliga »Eisen» till »Stahl» som beteckning för här åsyftade material och konstruktioner, och en motsvarande förändring har jämväl skett i Norge, Danmark, Finland, Holland och Schweiz.

Med hänsyn härtill har i det efterföljande använts beteckningen stål i den betydelse, här ovan angivits, i stället för järn.

Beträffande materialfordringarna bör uppmärksammas ett av svenska standardiseringskommissionens och järnkontorets kommitté för standardisering av hållfasthetsbestämmelser för järn och stål utarbetat *förslag till järn- och stålnormer*. Då dessa normer, som upplagts på bred basis och synas vara avsedda att utgöra enhetliga leverans- och provningsbestämmelser för de järn- och stålmaterial, som vanligen komma till användning för byggnads- och maskinkonstruktioner, i huvudsak täcka innehållet i normalbestämmelsernas avdelning beträffande materialfordringar, ehuru icke oväsentliga olikheter förefinnas i avseende på uppställning och formulering, synes det angeläget, att nämnda avdelning i normalbestämmelserna, om den skall bibehållas, blir ett exakt utdrag ur järn- och stålnormerna, sedan dessa blivit fastställda, eller också att avdelningen ifråga utgår ur normalbestämmelserna och hänvisning beträffande materialfordringar i stället sker till järn- och stålnormerna. Detta för undvikande av en dualism ifråga om leveransbestämmelserna, som lätt kan giva anledning till olika tolkningar och eventuella tvistigheter mellan leverantörer och beställare.

Sedan svetsningsförfarandet numera blivit en viktig faktor att räkna med vid tillverkning av järn och stålkonstruktioner, bör i materialnormerna jämväl angivas fordringar på stålmaterials kemiska sammansättning, enär denna spelar en viktig roll vid bedömande av ett materials svetsbarhet.

Vidare kan ifrågasättas, huruvida icke normerna för provning av material böra kompletteras med föreskrift om slagprov — i vissa fall jämväl utmattningsprov — då dessa ibland kunna vara av utslagsgivande betydelse vid undersökning och bedömande av svetsmaterials och svetsade konstruktioners styrka och pålitlighet.

I 1931 års normalbestämmelser upptagas endast tvenne valsmaterial, stål St. 37 och St. 44. Beträffande material med annan kemisk sammansättning och andra egenskaper förutsättes, att bestämmelserna skola fullständigas

genom för varje fall utfärdade särskilda föreskrifter. På senaste tiden hava högvärdiga stålmaterial med hög sträckgräns kommit till vidsträckt användning för större brokonstruktioner, när den högre hållfastheten medför bättre ekonomi, trots att framställningskostnaden för det högvärdiga materialet är något större än för de vanliga valsstålmaterialen. I Sverige har redan framställts såväl högkolat som kopparmanganlegerat stål för brobyggnadsändamål i jämförelsevis stor omfattning och med gott resultat både i tekniskt och ekonomiskt avseende, varför ett sådant högvärdigt stålmaterial som St. 52 icke synes böra saknas i våra materialbestämmelser.

Det kan för övrigt ifrågasättas, huruvida de med St. 37 och St. 44 betecknade valsstälarna erhållit en riktig inställning i nu gällande materialnormer. Både vad brothållfasthet och sträckgräns beträffar ligga bägge dessa material i verkligheten icke obetydligt högre, än minimigränserna för sträckhållfastheten angiva. Av provningsresultaten framgår nämligen, att endast ett ringa fåtal procent av proven ligga i närheten av de undre gränserna. Riktigare synes därför vara att kalla dessa material för exempelvis stål St. 40 respektive St. 48, vilket närmare motsvarar de hållfasthetsvärden, som proven utvisa. Med tanke på våra stålmaterials utmärkta beskaffenhet synes ett bättre utnyttjande av dessa stål, än nu är fallet, böra efterträvas. Vid en blivande omarbetning av materialbestämmelserna bör därför tagas under övervägande, huruvida icke i samband med en rationellare normering av valsstålmaterialen de lägre stälarna lämpligen skulle kunna sammanslås till *en* klass, eller det lägre stålet eventuellt utginge för här avsedda ändamål, då prisskillnaden mellan de bägge valsstälarna med nuvarande klassindelning är jämförelsevis obetydlig, om ens någon.

Stålkonstruktioners skyddande mot rost.

Ifråga om stålkonstruktioners skyddande mot rost torde en revision av nu gällande bestämmelser vara av behovet påkallad. För närvarande är inom ingenjörsvetenskapsakademien en studienämnd för korrosionsskyddsfrågor sysselsatt med dessa uppgifter, och en blivande omarbetning av de nu gällande rostskyddsbestämmelserna bör ske med beaktande av de resultat, vartill denna studienämnd kan komma.

Belastningsantaganden.

Förutom i fråga om trafikbelastningar för gatu- och vägbroar samt klassindelningen av nämnda broar, varom förslag till ändringar framlagts i kap. II, synas i stort sett inga principiella erinringar vara att göra mot 1931 års normalbestämmelser.

Ifråga om rörliga broar måste emellertid föreskrifterna i 1931 års nor-

malbestämmelser anses allt för knapphändiga och summariska beträffande såväl belastningsantaganden som material och tillåtna påkänningar m. m., och det vill därför förefalla, som om dessa normalbestämmelser lämpligen borde kompletteras med särskilda beräkningsnormer för sådana broar. Under de senaste 25 åren har ett stort antal rörliga broar av olika typer kommit till utförande i Sverige, vadan omfattande erfarenhet från dylika brobyggnader torde föreligga, som borde utnyttjas för utarbetande av enhetliga beräkningsnormer för detta slag av byggnadsverk.

Tillåtna påkänningar m. m.

Då ett rationellt utnyttjande av byggnadsmaterialen är av grundläggande betydelse för byggnadsverkens, enkannerligen broarnas ekonomi, har det synts nödvändigt att något närmare ingå på denna fråga.

I 1931 års normalbestämmelser äro de avsedda byggnadsverken indelade i två huvudkategorier, nämligen *järnvägs- och gatubroar samt vattenbyggnader* å den ena sidan med en normalt tillåten påkänning av 1 100 och 1 300 kg/kvem för stål St. 37, respektive St. 44 samt *vägbroar och husbyggnader* å den andra med 1 200, respektive 1 400 kg/kvem normalt tillåten påkänning i motsvarande material. I byggnadsverk av den förstnämnda kategorien är materialet normalt utnyttjat intill 50 %, i den sistnämnda till omkring 54 % av den undre sträckgränsen. I broars huvudreglar av visst slag (nitade plåtbalkar) tillåtes dessutom 50 kg/kvem större påkänning än som normalt medges i andra konstruktioner, tillhörande samma grupp av byggnadsverk. Det senare stadgandet torde stå i samband med det förhållandet, att i fackverksbalkar uppstå extraspänningar på grund av stängernas stela infästningar i knutpunkterna. Då motsvarande extraspänningar icke förekomma i en nitad plåtbalk, har det ansetts motiverat att tillåta större påkänning i den senare än i den förra.

I jämförelse med 1919 års normalbestämmelser, där ingen uppdelning av de olika byggnadsverken i kategorier med hänsyn till den tillåtna påkänningen förekom, hava de tillåtna påkänningarna i ovannämnda material enligt 1931 års normer ökat med 100 kg/kvem ifråga om byggnadsverk tillhörande den förstnämnda kategorien och med 200 kg/kvem i den senare; alltså en avsevärd ökning av materialets utnyttningsgrad.

För bedömande av frågan, huruvida de tillåtna påkänningarna i 1931 års normalbestämmelser äro lämpligt avvägda samt om den gjorda uppdelningen av byggnadsverken är välgrundad, måste närmare undersökas den tillfälliga lastens beskaffenhet och inverkan på byggnadskonstruktionerna med hänsyn till risken för materialets utmattning, därest lasten stegras därhän, att säkerhetsmarginalen mellan utmattningsgränsen, respektive sträckgränsen å den ena sidan och den normalt tillåtna påkänningen å den andra försvinner.

Som bekant, nedsättes järn- och stålmaterialens hållfasthet, om belastningen växlar mellan tvenne gränsvärden samt växlingen upprepas tillräckligt många gånger, oberoende av tiden, därest växlingsfrekvensen icke överstiger 4 000—5 000 gånger per minut. Gränsvärdet på den spänning, som framkallas av den växlande belastningen vid omkring 10 milj. växlingar, den kritiska belastningen, kallas för *utmattningsgränsen*. Enligt forskningarna på detta område (bl. a. vid Eidgenössische Materialprüfungsanstalt i Zürich) varierar den senare med spänningarnas växlingsförhållande, såsom närmare framgår av den övre kurvan i spänningsdiagrammet å fig. 25. Om sålunda spänningen i en konstruktionsdel växlar från noll till ett maximum, reduceras den kritiska spänningen, vid vilken fara för överansträngning skulle inträda, därest växlingen upprepades tillräckligt många gånger, till 75 % av sträckgränsen, och ifall spänningarna byta tecken under växlingen och de bägge gränsvärdena med olika tecken därvid äro numeriskt lika stora, nedsättes den kritiska spänningen till 50 % av förutnämnda gräns. Sträckgränsen antages då vara det största värdet på den kritiska spänningen, motsvarande permanent eller vilande belastning, d. v. s. utan spänningsväxling. Huru utmattningskurvan förlöper i närheten av det växlingstillstånd, som svarar mot vilande belastning, är ännu icke fullt utrett, men tillsvidare har här antagits, att den går till sträckgränsen. Andra anse, att brottgränsen är utmattningskurvans slutpunkt. Den å fig. 25 uppritade kurvan angiver utmattningsgränsens läge under ogynnsammaste förhållanden.

Antages vidare, att säkerhetsgraden skall vara densamma vid alla växlingsförhållanden, blir den tillåtna påkänningen icke konstant utan kommer att variera på samma sätt som den kritiska spänningen. I det senaste förslaget till nya normalbestämmelser för broar i Schweiz förutsättes, att tillåtna påkänningen vid växlingsförhållandet $\frac{0}{\text{max.}}$ normalt får uppgå till

67 % av motsvarande kritiska spänning, vilken senare kallas för materialets ursprungshållfasthet, eller till 50 % av sträckgränsen vid jämförelse med den senare. Säkerhetsgraden i förhållande till ursprungshållfastheten är då 1,5-faldig. Med utgångspunkt från den sålunda bestämda grundpåkänningen för växlingsförhållanden $\frac{0}{\text{max.}}$ beräknas den variabla till-

låtna påkänningen såsom funktion av spänningsväxlingsförhållandet ur formeln

$$\sigma_{\text{tn}} = \sigma_{\text{tn}}^0 \left(1 + 0,3 \frac{A}{B} \right), \text{ där}$$

$$\sigma_{\text{tn}}^0 = \text{grundpåkänningen för } \frac{A}{B} = 0 \left(= \frac{0}{\text{max.}} \right) \text{ samt}$$

A och B = spänningarnas (under vissa förhållanden i stället härför nor-

malkrafternas, momentens eller avskärningskrafternas) numeriska minimi- respektive maximivärden med iakttagande av behöriga tecken, angivande spänningarnas karaktär av dragning eller tryck.

Tillåtna påkänningen σ_{tn} representeras av den undre spänningskurvan å fig. 25.

Detta förslag innebär, att vid permanent — vilande — belastning enbart, då $\frac{A}{B} = +1$, grundpåkänningen får ökas med 30 % och att vid spänningsväxling med teckenbyte och $\frac{A}{B} = -1$ samma påkänning skall minskas med 30 %. Vidare innebär antagandet beträffande säkerhetsmarginalen, att maximilasten i regel får ökas med 50 %, innan den kritiska spänningen vid praktiskt taget obegränsat antal spänningsväxlingar uppnås. Då förhållandet mellan permanent och tillfällig last i regel kan anses ligga omkring 1, får å andra sidan den tillfälliga lasten ökas med 100 %, om den permanenta lasten bibehålles oförändrad. I vissa fall kan därjämte maximilasten få ökas upp mot 100 %, då växlingsförhållandet $\frac{A}{B}$ närmar sig värdet $+1$.

En säkerhetsmarginal av denna storleksordning har i Schweiz ansetts tillräcklig för att möta de påfrestningar utöver de maximalt beräknade, som kunna tänkas uppstå på grund av den normerande maximilastens eventuella överskridande, även då hänsyn tages till alla tänkbara, ogynnsamt inverkan faktorer, såsom brister och ofullkomligheter i beräkningsmetoderna, ojämnheter i materialet och dess eventuella försvagning under tidernas lopp till följd av dåligt underhåll o. d. samt ofrånkomliga avvikelser från de gjorda antagandena vid utförandet m. m.

Med utgångspunkt från de schweiziska antagandena skulle tillåtna påkänningarna vid olika växlingsförhållanden på spänningarna för stål St. 37, 44 och 52 variera på sätt vidstående tabell närmare utvisar.

Några forskare anse, att utmattningsgränsen för St. 52 icke ligger nämnvärt högre än för St. 37 eller 44, åtminstone ifråga om de större växlingsamplituderna. Värdena i tabellens högra kolumn skulle då reduceras något inom detta område.

Grundpåkänningen σ_{tn}^0 är visserligen ett medelvärde på tillåtna påkänningen, men det ger ingen direkt anvisning på, huru högt materialet får ansträngas. Växlingsförhållandet $\frac{A}{B} = 0$ är dessutom så sällan förekommande, att det knappast kan anses representera ett typiskt medelvärde för spänningstillståndet i konstruktioner av den art, varom här är fråga. Rationellare synes därför vara att utgå från ett maximivärde på den tillåtna påkänningen, som normalt icke får överskridas. För $\frac{A}{B} = +1$ — vi-

Tillåtna påkänningar enligt formeln $\sigma_{tn} = \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$.

Jämför fig. 25.

Art av påkänningar samt växlingsförhållanden	S t å l		
	St. 37 kg/kvem	St. 44 kg/kvem	St. 52 kg/kvem
Brottgräns, min. σ_B	3 700	4 400	5 200
Sträckgräns, undre σ_s	2 200	2 600	3 600
Elasticitetsgräns, σ_E (antagen)	2 000	2 400	3 600
Proportionalitetsgräns σ_P	1 900	2 200	2 900
Ursprungshållfasthet σ_u	1 650	1 950	2 700
Växlingshållfasthet σ_v	1 100	1 300	1 800
$\frac{A}{B}$ $1 + 0,3 \frac{A}{B}$ σ_{tn}			
— 1,00 0,70 σ_{tn}^o	800	900	1 250
± 0 1,00 »	1 100	1 300	1 800
+ 0,33 1,10 »	1 200	1 400	1 900
+ 0,50 1,15 »	1 300	1 500	2 000
+ 1,00 1,30 »	1 450	1 700	2 300

lande belastning — torde $\sigma_{tn \max.}$ normalt kunna sättas = 1 400, 1 600 och 2 000 kg/kvem för respektive stål St. 37, 44 och 52. Detta innebär, att säkerhetsgraden i förhållande till sträckgränsen i detta exceptionella belastningsfall, som praktiskt taget aldrig förekommer vid broar, ligger omkring 1,57—1,8. Med utgångspunkt från dessa *gränspåkänningar*, som de största tillåtna påkänningarna vid vilobelastning lämpligen kunna kallas, reduceras tillåtna påkänningen, i samma mån som risken för materialets överansträngning ökas, därest spänningen stegras till närheten av utmattningsgränsen; allt under förutsättning att hänsyn toges till alla tänkbara, ogynnsamt inverkanande faktorer samt att projektering, material, utförande och kontroll äro oklanderliga. En på detta sätt differentierad tillåten påkänning uttryckes genom formeln

$$\sigma_{tn} = \sigma_{tn \max.} \left(a + b \frac{A}{B}\right), \text{ där}$$

$\sigma_{tn \max.}$ = tillåtna gränspåkänningen enligt ovanstående.

A och B = spänningarnas numeriska minimi- respektive maximivärden med behöriga tecken som förut samt

a och b positiva talvärden, var för sig < 1 och tillsammans = 1.

De på denna formel grundade, tillåtna påkänningarna framställas grafiskt å fig. 26.

Koefficienterna a och b äro härvid att betrakta såsom mått på utmattningsrisken. Ju större denna risk är, desto mindre bör a vara, och vid vilande belastning, då $\frac{A}{B} = +1$ och risken för utmattning på grund av spänningsväxling är utesluten, övergår a till gränsvärdet 1 och b till gränsvärdet 0.

Med utgångspunkt från resultaten av de Wöhlerska utmattningsförsöken, varpå jämväl materialprovningsanstaltens i Zürich ovan anförda antaganden grunda sig, erhåller uttrycket för tillåtna påkänningen följande utseende:

$$\sigma_{tn} = \sigma_{tn \max.} \left(0,77 + 0,23 \frac{A}{B} \right) \text{ eller med avrundade koefficienter}$$

$$\sigma_{tn} = \sigma_{tn \max.} \left(0,80 + 0,20 \frac{A}{B} \right).$$

Av de byggnadsverk, varom här är fråga, torde endast starkt trafikerade järnvägsbroar hava så stor växlingsfrekvens vid maximibelastning eller i närheten därav, att fara för överansträngning inträder, om belastningen stegras till den kritiska. Antages exempelvis, att ett tåg passerar en bro varannan minut året runt, så skulle 10 milj. spänningsväxlingar uppnås efter 20 år. För korta belastningslängder, då spänningsväxling måhända kan inträffa för var eller varannan vagnsaxel, som passerar, kan det kritiska antalet växlingar uppnås mycket tidigare. Uppenbarligen ligger det en stark överdrift i detta antagande, men det pekar dock i den riktningen, att spänningsväxlingen icke utan vidare får försummas vid belastningar av denna art. Det synes därför naturligt, att hänsyn toges till detta förhållande vid bestämmande av tillåtna påkänningen i järnvägsbroar.

Om sålunda risk för utmattning under här gjorda antaganden kan anses föreligga ifråga om järnvägsbroar, synas tillåtna påkänningarna i dessa förslagsvis böra differentieras enligt nedanstående formel

$$\sigma_{tn} = \sigma_{tn \max.} \left(0,80 + 0,20 \frac{A}{B} \right).$$

Med *gatu- och vägbroar* förhåller det sig något annorlunda ifråga om lastens växlingsverkan. Visserligen torde livligt trafikerade gatubroar, som jämväl äro upplåtna för spårvägstrafik, i växlingsfrekvenshänseende vara jämförliga med eller t. o. m. i vissa fall ogynnsammare ställda än vissa järnvägsbroar, men skillnaden består däri, att förekomsten av en ofta upprepad belastning, som, om den stegras, så att säkerhetsmarginalen försvinner, tangerar utmattningsgränsen, i allmänhet är mindre hos gatubroar än hos järnvägsbroar. Däremot kan det vara mycket stor skillnad på växlingsfrekvensen hos livligt trafikerade gatubroar å ena sidan och hos vägbroar i glest befolkade orter å den andra, men att uppdraga någon bestämd gräns dem emellan torde möta svårigheter. Med hänsyn till ut-

mattningsrisken böra därför gatu- och vägbroar lämpligen sammanföras till en gemensam grupp med samma tillåtna påkänningar, i stället för att gatubroarna placeras i samma klass som järnvägsbroarna, såsom förut-sattes i 1931 års normalbestämmelser.

Huruvida å andra sidan utmattningsrisken ifråga om gatu- och vägbroar över huvud taget är av sådan storleksordning, att den bör taga sig uttryck i en differentiering av tillåtna påkänningen, kan diskuteras, men på ovan anförda skäl bör differentieringen i så fall vara mindre utpräglad för dessa än för järnvägsbroarna och förslagsvis så avvägas i förhållande till de senare, som framgår av formeln

$$\sigma_{\text{tn}} = \sigma_{\text{tn max.}} \left(0,90 + 0,10 \frac{A}{B} \right).$$

Med utgångspunkt från samma tillåtna gränspåkänning, som föreslagits å sid. 37 innebär detta, att tillåtna påkänningen ifråga om gatu- och vägbroar vid ogynnsammaste växlingsförhållande och under samma förutsättningar i övrigt får vara omkring 33 % större än ifråga om järnvägsbroar.

Vidkommande *hus- och vattenbyggnader* torde på grund av sammanhanget, när det gäller bestämmande av de tillåtna påkänningarna för gatu- och vägbroar, här böra framhållas följande.

På grund av sitt utsatta läge, ofta i rinnande vatten, och de svårigheter, som underhållet därigenom ofta erbjuder, synas vattenbyggnaderna lämpligen böra hänföras till samma kategori byggnadsverk som järnvägsbroarna. Husbyggnaderna däremot stå i allmänhet i en klass för sig med stor egen vikt i förhållande till trafiklasten samt ringa växlingsfrekvens på spänningarna. Med hänsyn härtill synes motiverat att sätta tillåtna påkänningen för dessa byggnadsverk konstant och lika med gränspåkänningen.

Å andra sidan finnas husbyggnader, som stå i närmare paritet med vägbroar samt en annan kategori, som är utsatt för både stor växlingsfrekvens hos spänningarna och stark dynamisk påfrestning. Givetvis måste sådana byggnadsverk behandlas individuellt vid val av tillåten påkänning. Vidare måste hänsyn tagas till noggrannhetsgraden ifråga om projektering, utförande och kontroll av ett sådant byggnadsverk.

Med dessa förutsättningar skulle tillåtna påkänningen för olika byggnadsverk varieras enligt formeln $\sigma_{\text{tn}} = \sigma_{\text{tn max.}} \left(a + b \frac{A}{B} \right)$ på sätt, som närmare framgår av fig. 26.

Då förhållandet $\frac{A}{B}$ för det övervägande antalet gatu- och vägbroar ligger omkring 0,50 och för de flesta järnvägsbroar omkring 0,20—0,25, inne-

bär förslaget, att tillåtna påkänningarna i regel ökas med 5—10 % för broar och med ca 15 % för husbyggnader i jämförelse med 1931 års normalbestämmelser. För konstruktionsdelar, som äro utsatta för spänningar med växlande tecken, ligga påkänningarna däremot avsevärt lägre än enligt nu gällande bestämmelser, men då antalet sådana konstruktionsdelar i ett byggnadsverk i allmänhet är ringa, har detta ingen nämnvärd betydelse för broarnas ekonomi. Däremot höjes byggnadsverkets säkerhetsstandard genom den tillåtna påkänningens reduktion för sådana konstruktionsdelar. Å fig. 26 äro jämväl inlagda de tillåtna påkänningarna enligt 1931 års normalbestämmelser samt enligt de föreslagna schweiziska beräkningsnormerna.

Uttryckta i talvärden bliva de tillåtna påkänningarna för *gatu- och vägbroar* vid olika värden på förhållandet $\frac{A}{B}$ följande enligt nedanstående tabell.

Tillåten påkänning	$\frac{A}{B}$	S t å l		
		St. 37 kg/kvem	St. 44 kg/kvem	St. 52 kg/kvem
$\sigma_{tn \max.}$	+ 1,0	1 400	1 600	2 000
σ_{tn}	+ 0,5	1 330	1 520	1 900
»	± 0	1 260	1 440	1 800
»	— 0,5	1 190	1 360	1 700
»	— 1,0	1 120	1 280	1 600

Eventuellt torde tillåtna påkänningen böra reduceras något för St. 52 inom området för de större växlingsamplituderna, jfr sid. 36.

För de vanligen förekommande gatu- och vägbroarna av stål St. 37 och St. 44 skulle de tillåtna påkänningarna sålunda normalt komma att ligga omkring 1 300 respektive 1 500 kg/kvem i stället för 1 200 respektive 1 400 kg/kvem enligt 1931 års normalbestämmelser.

Då så erfordras, tages vid beräkningarna jämväl hänsyn till de extra-spänningar, som kunna uppkomma på grund av styva infästningar i knutpunkter o. d., varjämte för växlande belastning utsatta trycksträvor självfallet skola påvisas vara knäcksäkra enligt härför fastställda grunder. Vidare skall i händelse av teckenväxling hos spänning under inverkan av trafiklasten påvisas, att dels påkänningen icke överstiger materialets sträckgräns, dels säkerhetsgraden vid knäckning icke nedsättes till mer än hälften, om den normerande trafiklasten ökas till det dubbla.

Påkänningar av annan art och i andra material än härovan angivas, bestämmas i huvudsak efter samma grunder som förestående.

Vid exceptionell belastning och ifråga om provisoriska byggnadsverk få de normalt tillåtna påkänningarna ökas med 20 % och vid exceptionell belastning av de senare med ytterligare 10 %. Detta innebär, att materialet i extrema fall får utnyttjas med en påkänning, som ligger minst 380 kg/kvcm under sträckgränsen med en säkerhetsgrad i förhållande till denna av minst 1,2.

Vidare böra bestämmelserna för nitning revideras, varvid de tillåtna påkänningarna i nitförband böra kunna ökas i jämförelse med nu gällande värden.

Fördelen med den individuella behandlingen av varje konstruktionsdel genom differentiering av tillåtna påkänningen, på sätt här ifrågasatts, ligger utom i den ernådda materialbesparingen jämväl däri, att säkerhetsgraden i förhållande till den kritiska spänningen blir mera likartad i ett och samma byggnadsverk än vid konstant påkänning. Nackdelen med den konstanta påkänningen däremot — även om den är bekvämare att räkna med — består i, att den tillåtna påkänningen måste avpassas efter de ogynnsammare, men mera sällan förekommande växlings- och belastningsförhållandena och sålunda icke medger en smidig anpassning efter behovet för varje konstruktionsdel.

Mot en differentiering av de tillåtna påkänningarna kan anmärkas, att beräkningsarbetet därigenom i någon mån ökas. Så länge normal- och avskärningskrafter samt moment äro utslagsgivande faktorer vid dimensioneringen, spelar detta ingen nämnvärd roll, enär i stället för en differentiering av påkänningen normalkrafter och moment i detta fall kunna ökas genom division med växlingsfaktorn $a + b \frac{A}{B}$, under det att tillåtna påkänningen förutsättes vara konstant och lika med gränspåkänningen $\sigma_{tn \max}$. Mera komplicerad blir beräkningen, då hänsyn måste tagas till både normalkraft och moment samtidigt. I sistnämnda fall är det lämpligare att räkna med variabla påkänningar, som differentieras efter spänningsväxlingarna.

Vidare torde kunna diskuteras, huruvida det över huvud taget är motiverat att differentiera tillåtna påkänningarna, åtminstone ifråga om gatu- och vägbroar, då det område, inom vilket växlingsförhållandet för de vanligast förekommande broarna — exempelvis med överbyggnad av plåtbalkar — ligger, är jämförelsevis begränsat, $\frac{A}{B} = 0,30-0,50$, och där sålunda den tillåtna påkänningen skulle komma att variera inom ganska snäva gränser. Tages endast hänsyn till nämnda kategori av broar, synes denna invändning vara befogad, och den variabla påkänningen skulle då kunna ersättas med en konstant påkänning, som lämpligen borde sättas till minst

1 300 kg/kvem för St. 37 och till minst 1 500 kg/kvem för St. 44. Därmed frångår man emellertid det uppställda kravet på en mera likformig säkerhetsgrad ifråga om broar, vilkas växlingstal ligga utanför det ovan angivna området. Vid sådant förhållande torde det bli nödvändigt att införa en reducerande korrektionsfaktor, åtminstone ifråga om infästnings- och skarvförband i konstruktionsdelar, som äro utsatta för spänningsväxling med teckenbyte.

I utlandet tillämpas mycket skiftande normer ifråga om tillåtna påkänningar för gatu- och vägbroar, såsom närmare framgår av fig. 27.

I *Tyskland* tillåtes normalt för såväl järnvägsbroar som gatu- och vägbroar 1 400, 1 820 och 2 100 kg/kvem i respektive St. 37, 48 och 52 enligt 1931 års normer utan hänsyn till spänningsväxling ifråga om de senare, men med beaktande härav vad järnvägsbroarna beträffar.

Enligt de *holländska* normerna av 1932 tillåtas samma påkänningar som i Tyskland, konstant för alla broar utan hänsyn till spänningsväxling. Samma är förhållandet i *Finland* enligt 1933 års förslag till normer, som även avse vattenbyggnader och husbyggnader, med samma tillåtna påkänningar för alla byggnadsverk, nämligen 1 300 kg/kvem för St. 37 och 1 500 kg/kvem för St. 44. Vid dimensionering av konstruktionsdelar, som äro utsatta för omväxlande dragning och tryck, tages dock hänsyn till spänningsväxlingen.

I förslag till nya bestämmelser i *Schweiz* av 1933 förutsättes en differentiering av tillåtna påkänningen enligt formeln $\sigma_{tn} = \sigma_{tn}^{\circ} \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$, såsom förut nämnts, där grundpåkänningen σ_{tn}° för St. 37 sättes normalt till 1 200 kg/kvem för alla broar och till 1 400 kg/kvem för husbyggnader.

I *Frankrike* tillåtes enligt 1927 års reviderade bestämmelser 1 300 kg/kvem i stål St. 42 med 2 400 kg/kvem sträckgräns för alla broar, varvid hänsyn tages till spänningsväxling på sådant sätt, att i uttrycket för dynamiska tillskottet förekommer en term, vari ingår förhållandet mellan spänningarna av egen vikt och trafiklast.

I *Norges* normalbestämmelser för vägbroar av 1930 tillåtes 1 200 kg/kvem i St. 37, och i *Danmark* gäller tillsvidare bestämmelsen om 1 200—1 300, 1 450—1 550 och 1 700—1 850 kg/kvem tillåten påkänning i respektive stål St. 37, 44 och 52 för landsvägsbroar.

De nya bestämmelserna för landsvägsbroar i *Förenta Staterna* av år 1931 tillåta högst 1 100 kg/kvem i St. 37 för trafiklast och horisontalkrafter enbart samt upptill 1 650 kg/kvem för egen vikt och trafiklast tillsammans, sedan den senare ökats med 100 %. Spänningsväxling i samband med teckenbyte beaktas genom ökning av belastningen efter vissa grunder. I *England* tillåtes påkänningen för alla slags broar uppgå till 1 417 kg/kvem i ett stål, som närmast är att beteckna som St. 44.

Knäckning.

Föreskrifterna i 1931 års normalbestämmelser rörande konstruktionsdelar, som äro utsatta för knäckningsfara, synas jämväl böra underkastas ny prövning. Av knäckningsförsök med centriskt belastade modellstavar,

som utförts bl. a. av v. Kármán och Rein m. fl., se fig. 28, ävensom andra försök i större skala framgår, att den kritiska spänningen eller knäckspänningen inom det plastiska området praktiskt taget sammanfaller med materialets sträckgräns eller flytgräns och att gränsen för detta område synes ligga vid ett värde på l/i (i diagrammen å fig. 28 betecknat med λ) omkring 70—80. Härefter sjunker knäckspänningen ganska raskt inom den halvelastiska zonen för att vid proportionalitetsgränsen, som motsvaras av ett värde på l/i omkring 9—110 — olika för olika material —, övergå till det elastiska området, som representeras av Eulerhyperbeln. Det ligger då nära till hands att låta knäckningskurvan återspeglas i kurvan för den tillåtna knäckpåkänningen med varierande säkerhetsgrad inom olika områden för l/i . Så har också skett i nyare utländska knäckningsbestämmelser. Antager man, att säkerhetsgraden för centriskt belastade och i bägge ändar ledade strävor i det plastiska området, som på grund av ofrånkomliga bristfälligheter vid utförandet jämte åtföljande mer eller mindre excentrisk kraftverkan för säkerhets skull begränsas till $l/i = 30$, skall vara omkring 1,85 — för St. 52 ca 2,1 — i förhållande till materialets flytgräns och att i det elastiska området från och med $l/i = 90$ —100 säkerhetsgraden sättes till 3,5, så få kurvorna för tillåtna knäckpåkänningen i olika material för gatu- och vägbroar det utseende, som fig. 29—31 utvisa. Inom det halvelastiska området — mellan $l/i = 30$ och $l/i = 90$ —100 — antages säkerhetsgraden ökas linjärt från 1,85—3,5.

Såsom närmare framgår av diagrammen å förutnämnda figurer, ligga de föreslagna knäckningskurvorna något högre än motsvarande kurvor enligt 1931 års normalbestämmelser, vilka i likhet med en del utländska kurvor av likartad beskaffenhet äro utformade bl. a. med tanke på en mjukare övergång mellan det plastiska och det halvelastiska knäckningsområdet, utan att dock försöksresultaten synas giva något direkt stöd för en sådan form på kurvan. Denna höjning av de tillåtna knäckpåkänningarna torde emellertid få anses vara lika väl motiverad som den ifrågasatta differentieringen och höjningen av de tillåtna påkänningarna för dragning.

I jämförelse med några av de nyaste utländska knäckningskurvorna, som äro sammanställda å fig. 32—34, intaga de här föreslagna knäckningskurvorna ett ordinärt medelläge.

I ändarna ledade strävor, som åverkas av en excentrisk tryckkraft ensamt eller i förening med en i avseende på strävans mitt symmetrisk transversalbelastning, få enligt 1931 års normalbestämmelser, sid. 43, be-

räknas med tillhjälp av formeln $\sigma_{k \text{ tn exc.}} = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{W} \pm \frac{\beta M}{W} \cdot \frac{nP}{Pe - nP}$; en approximativ beräkningsmetod. Med stöd av nyare forskningsresultat på detta

område¹ synes en sådan approximativ och för praktiska behov fullt tillräcklig beräkning enklare och rationellare kunna ske med utgångspunkt från knäckningskurvan genom att multiplicera σ_k -värdena med en reduktionskoefficient μ , som är beroende av excentricitetstalet $m = \frac{p}{k}$, där p = kraftangreppets excentricitet och k = kärnvidden hos strävens tvärsnitt i kraftplanet. Enligt ovannämnda försök stå μ och m för byggnadsstål i följande relation till varandra:

$m = \frac{p}{k}$	μ
0	1,00
0,5	0,70
1	0,55
2	0,40
3	0,33

Detta innebär, att om excentricitetstalet är 1,0, d. v. s. att kraften angriper i kärnkanten, så reduceras strävens knäckhållfasthet med 45 % enligt formeln

$$\sigma_{k \text{ exc.}} = \mu \sigma_k$$

eller med samma säkerhetsgrader inom de olika områdena för l/i , som antagits i det föregående, till

$$\sigma_{k \text{ tn exc.}} = \mu \sigma_{k \text{ tn}}$$

där $\sigma_{k \text{ tn}}$ -värdena erhållas ur diagrammen för tillåtna knäckpåkänningen å fig. 29—31.

Samma förfaringssätt kan jämväl användas vid beräkning av excentriskt belastade strävor av gjutjärn, armerad betong och trä med tillämpning av andra värden på μ .

Med tillhjälp av dessa och andra försöksvärden låter sig jämväl inverkan på en tryckt sträva av en symmetrisk transversalbelastning beräknas.

Slutligen böra bestämmelserna för beräkning av tryckta strävor kompletteras med utförligare kommentarer än nu är fallet.

Tillåtna nedböjningar.

Det kan vidare ifrågasättas, huruvida icke rationellare bestämmelser för tillåtna nedböjningen hos bärande huvudkonstruktioner av stål för broar än de, som nu tillämpas, skulle kunna åvägabringas. På grund av svårigheten att uppställa generella regler härför torde emellertid med en ändring av nu gällande bestämmelser i nämnda hänseende tills vidare böra anstå.

Ifråga om hängbroar däremot, för vilka bestämmelser i berörda hänseende över huvud saknas, synes — särskilt för möjliggörande av en billig

¹ Bl. a. vid Eid. Materialprüfungsanstalt, Zürich.

sådan brotyp för ödebygdsvägar över de breda vattendragen i Norrland — tillåtna nedböjningen under inverkan av trafiklasten böra få uppgå till exempelvis 1/200 av spännvidden.

Mot vad som för övrigt förekommer under rubriken »Övriga beräkningsgrunder» i avdelning III av 1931 års normalbestämmelser, ävensom i avdelning IV om »Konstruktiv utbildning», är i stort sett ingenting att erinra.

Slutsatser och ekonomiska konsekvenser.

Vid ett studium av de nyare utländska normerna för broar i allmänhet är det påfallande, hurusom en bestämd tendens gjort sig gällande att höja de tillåtna påkänningarna i syfte att möjliggöra ett bättre utnyttjande av byggnadsmaterialen. Med den ingående kännedom, man numera äger om stålmaterialens hållfasthetsegenskaper och med de noggranna beräknings- och tillverkningsmetoder, som allmänt tillämpas, synes dessa strävanden, i den omfattning hittills skett, icke innebära någon risk. Ur ekonomisk synpunkt har ett rationellare utnyttjande av materialet jämväl en viss betydelse.

1934 års cement- och betongnormer.

Vad som i det föregående anförts, gäller huvudsakligen broar med stålöverbyggnad. Beträffande *betongbroar* hänvisas till de sakkunnigas underdåniga utlåtande den 9 januari 1934 angående 1931 års betongdelegerades förslag till statliga cement- och betongnormer, vari anføres, att de sakkunniga i stort sett ingenting haft att erinra mot det framlagda förslaget.

De sakkunnigas uttalande.

På sätt framgår av förestående utredning, kunna 1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk, i vad de avse gatu- och vägbroar, i stort sett anses väl avvägda, även om andra synpunkter kunna anläggas på en och annan av de frågor, som avhandlas i normalbestämmelserna. Då, som förut nämnts, det icke kan anses ingå i de sakkunnigas uppdrag att framlägga förslag till nya normalbestämmelser för stålkonstruktioner till byggnadsverk, enkannerligen broar, äro de i föreliggande kapitel omhandlade åtgärderna av de sakkunniga icke framtagna såsom slutgiltiga förslag. Enär emellertid de ifrågasatta åtgärderna måste anses ägnade att främja huvudändamålet med de sakkunnigas uppdrag, nämligen att lämna anvisning på möjligheter till åstadkommande av rationalisering och förbilligande ifråga om väg- och brobyggnader, *vilja de sakkunniga med stöd av det anförda uttala önskvärdheten av, att vid en blivande omarbetning av 1931 års normalbestämmelser här framtagna synpunkter tagas under övervägande.*

V. SVETSADE STÅLKONSTRUKTIONER.

Allmänna synpunkter.

Under de senaste åren har frågan om svetsade stålkonstruktioners användning för broar blivit allt mera aktuell. Hittills hava av plåt och fasonjärn sammanbyggda stålkonstruktioner till broar och andra byggnadsverk huvudsakligen utförts såsom nitade konstruktioner. Sedan det flerstädes i utlandet bedrivna forskningsarbetet på det svetsningstekniska området lett till praktiskt användbara resultat ifråga om svetsningsförfarandets tillämpning vid utförandet av stålkonstruktioner för här ovan angivna ändamål, har ett icke obetydligt antal broar med stålöverbyggnader av olika storlekar och system samt för olika ändamål kommit till utförande som svetsade konstruktioner.

Även i Sverige har framträtt ett livligt intresse för svetsning, och i vårt land har redan kommit till utförande ett icke obetydligt antal svetsade konstruktioner av olika slag, bland vilka må nämnas stålöverbyggnaderna till nya Tranebergsbron, Pålundsbron och i viss omfattning även Västerbron i Stockholm. Av de nuvarande tendenserna att döma torde svetsningsförfarandet komma att få allt större användning, särskilt på grund av de betydande materialbesparingar, som härigenom kunna ernås.

Svetsningstekniken — här avses då närmast elektrisk svetsning — är emellertid jämförelsevis ny. Trots stora framsteg återstå ännu många invecklade problem att lösa och många praktiska svårigheter att övervinna, innan svetsningstekniken nått den grad av fullkomning, som erfordras för att avlägsna på många håll ännu rådande betänkligheter mot svetsade konstruktioner.

Den svetsade konstruktionens tekniska överlägsenhet över den nitade består huvudsakligen däri, att den förras beståndsdelar i allmänhet hopfogas direkt genom svetsen utan omvägar över nitar och vinkeljärn vid kraftöverföringen, under det att i den senare kraftöverföringen sker indirekt medelst nitförband.

Svetsningsförfarandet i förening med syrgaslågans användning som hjälpmedel vid skärning av materialet medgiver en enklare och smidigare utformning av konstruktionsdetaljerna än nitningsförfarandet. Den materialförlust i verksamma arean, som uppstår genom avdrag för nithål i dragna och för böjning utsatta konstruktionsdelar, bortfaller vid motsvarande svetsade konstruktioner, vartill kommer, att materialförbruk-

ningen vid dimensionering av de senare i vissa fall kan bättre avpassas efter behovet än ifråga om nitade eller helvalsade konstruktioner. Sett mot bakgrunden av dessa förhållanden framstår nitförbandet såsom ett mindre rationellt konstruktionselement ur flera synpunkter, i jämförelse med vilket svetsningsförfarandet vid sammanfogning av konstruktionsdelar måste anses utgöra ett stort framsteg på stålbyggnadsteknikens område.

Den ekonomiska fördelen hos den svetsade konstruktionen i jämförelse med den nitade och helvalsade ligger huvudsakligen i materialbesparingen, under det att arbetskostnaderna för svetsade och nitade konstruktioner, åtminstone på svetsningsteknikens nuvarande ståndpunkt, torde ställa sig ungefär lika.

En vidgad användning av svetsade balkkonstruktioner är ej heller utan betydelse med hänsyn till vår handelsbalans. Under tioårsperioden 1924—1933 importerades sålunda tullfritt sammanlagt ca 225 000 ton järnmateriäl, huvudsakligen helvalsade balkar, vilka icke kunna tillverkas inom landet. Sammanlagda värdet av detta material uppgick till 26 milj. kronor, varav ca 4 milj. kronor för omkring 37 500 ton under år 1931. En del av dylika importerade balkar kunna säkerligen med ekonomisk fördel numera ersättas med svetsade balkar av inhemskt material. Genom påläggning av en lämpligt avvägd tull på importerade balkar av det slag, varom här är fråga, skulle därjämte den inhemska framställningen av svetsade balkar otvivelaktigt erhålla ett värdefullt stöd.

Huru stora och viktiga fördelar svetsningstekniken än erbjuder, kvarstå dock, som förut nämnts, alltjämt en del svårigheter, huvudsakligen av tillverknings teknisk natur, som måste övervinnas, innan den svetsade konstruktionen i alla avseenden kan jämföras med den nitade. De sakkunniga vilja härutinnan ytterligare framhålla några allmänna tekniska synpunkter.

Självfallet måste den svetsade konstruktionen först och främst erbjuda en fullt betryggande säkerhetsgrad ur hållfasthetssynpunkt. Numera möter detta ingen större svårighet vid fullt sakkunnigt utförande.

Beträffande utsträckningen av svetsningsförfarandets användning synes framgå av den hittills samlade erfarenheten på området, att plåtbalkar, ävensom för dragning och tryck utsatta konstruktionsdelar i allmänhet, vilkas ändar äro fria, d. v. s. icke ingå i ett geometriskt oföränderligt stängsystem, utan betänkligheter kunna utföras medelst svetsning. Fackverkskonstruktioner samt infästning av dragna eller tryckta stänger, där ändarna icke kunna längdförändra sig fritt vid temperaturväxlingar e. d., böra däremot i avvaktan på resultaten av pågående undersökningar tills vidare undantagas från svetsning.

Svetsade konstruktioners känslighet för utmattning och dynamiska påfrestningar, vilket ofta anföres som skäl för betänkligheter mot sådana konstruktioner, har varit föremål för omfattande experimentella undersökningar, och svetsfogarnas motståndsförmåga mot dynamiska påfrestningar har jämväl prövats i talrika utförda konstruktioner av olika slag. Sålunda hava inom tyska marinen utförts svetsade fartygskonstruktioner, som visat sig äga utomordentlig motståndsförmåga mot dynamisk inverkan. Även vid sammantörning mellan en svetsad torpedbåtsförstörare och ett större fartyg har svetsfogens stora motståndskraft mot stötartade påfrestningar ådagalagts. I Tyskland tillverkas vidare svetsade lokomotiv och järnvägsvagnar, och svenska arméförvaltningen har numera övergått till utförande av svetsade kanonlavetter i stor utsträckning. Slutligen må erinras om Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolagets tillverkning av svetsade generatorer. Dessa konstruktioner äro jämväl utsatta för mycket starka dynamiska påfrestningar.

Som härav framgår, torde faran för överansträngning på grund av dynamiska påfrestningar eller utmattning icke vara större hos en svetsad konstruktion än hos en nitad vid fullgott utförande i bägge fallen. Å andra sidan synes försiktigheten bjuda att i samband med kontrollen av svetsade konstruktioner, förutom de vanliga proven, jämväl införa fordran på slagprov — i vissa fall eventuellt utmattningsprov —, som stundom erbjuda bättre möjligheter för bedömande av svetsmaterialets och svetsens hållfasthetsegenskaper än andra prov.

Andra viktiga förutsättningar för ernående av ett gott svetsningsresultat äro valet av lämpliga elektroder, dugliga och väl beprövade svetsare vid arbetets utförande samt en effektiv kontroll.

Förslag till svetsningsnormer.

I vårt land har hittills saknats enhetliga normer för svetsade konstruktioner. Vid sådant förhållande och då svetsningsförfarandets användning vid tillverkning av brokonstruktioner och andra därmed jämförliga byggnadsverk av stål redan pågår i stor omfattning inom landet, hava de sakkunniga ansett sig böra utarbета och här framlägga *förslag till normalbestämmelser för beräkning, provning och kontroll av svetsade stålkonstruktioner för brobyggnader (svetsningsnormer)*. (Se särskild bilaga, sid. 117.)

För en rationell utveckling av svetsningstekniken i vårt land äro vägledande och för svenska förhållanden lämpade bestämmelser på detta område givetvis en nödvändig förutsättning. Visserligen finnas utländska svetsningsnormer att tillgå, men dessa äro sinsemellan ganska olikartade eller motsägande, vartill kommer, att de i vissa hänseenden icke motsvara

hos oss rådande förhållanden i avseende på material och arbetstekniska förutsättningar m. m.

Bilagda förslag till svetsningsnormer grundar sig huvudsakligen på de erfarenheter, som vunnits vid utförandet av svetsade stålkonstruktioner vid Stockholms stads pågående brobyggnader samt andra därmed jämförliga konstruktioner, ävensom på auktoritativa uttalanden av in- och utländska fackmän. Tyska och schweiziska svetsningsnormer hava också i viss mån tjänat som förebilder.¹ Vidare har diplomingenjör Otto Hallström vid Tekniska Högskolans hållfasthetslaboratorium medverkat vid svetsningsnormernas utarbetande, och Svenska Studiekommissionen för svetsningsfrågor har i avgivet yttrande över förslaget gjort vissa erinringar, vartill hänsyn tagits vid normernas slutliga utformning.

Förslaget har vidare på begäran överlämnats till Socialstyrelsen, som i skrivelse till de sakkunniga den 18 augusti 1934 meddelat, att styrelsen i avvaktan på utfärdande av normer för svetsning av ångpannor och andra högtryckskärl, som styrelsen i samråd med Svenska Studiekommissionen för svetsningsfrågor sedan någon tid haft under utarbetande, icke ansett sig böra binda sig för några detaljuttalanden beträffande 1931 års väg- och brosakkunnigas förslag till normalbestämmelser, ehuru den anser det vara av stort värde, att svetsningsnormer, avseende olika slags arbeten, bliva i största möjliga mån enhetliga.

Det nu framlagda förslaget till svetsningsnormer gör icke anspråk på att vara fullständigt eller slutgiltigt. I den mån nya rön göras av forskningen på detta område och nya värdefulla praktiska erfarenheter vinnas, måste givetvis en revision eller komplettering av bestämmelserna tid efter annan äga rum. Detta bör emellertid enligt de sakkunnigas mening icke utgöra hinder för framläggande redan nu av förslag till enhetliga svetsningsnormer. Då svetsningsförfarandet alltjämt gör nya landvinningar, är det angeläget, att svetsningstekniken snarast möjligt regleras genom enhetliga bestämmelser, så att icke splittring efter olika linjer kommer att äga rum.

Sammanfattning.

Under de senaste åren hava svetsningsförfarandet kommit till allt vidsträcktare användning vid tillverkning av stålkonstruktioner jämväl för broar. Anledning härtill torde främst vara att söka i den besparing — tillsvi vidare huvudsakligen materialbesparing —, som därigenom vinnes, samt i den svetsade konstruktionens tekniska överlägsenhet i vissa fall över den nitade.

Ännu återstå emellertid många svårigheter av såväl teoretiskt som prak-

¹ *Tyskland*: Vorschriften für geschweisste Stahlbauten DIN 4100, Ausgabe 1933. *Schweiz*: Schweissung, zulässige Spannungen und Probestäbe, sowie Besondere Bestimmungen für die Ausführung von Stahlbauten (Schweizerische Bundesbahnen 1933).

tisk art att övervinna, innan svetsningstekniken förmått att mera fullständigt slå igenom. De resultat, som redan uppnåtts, och den omfattning, som de svetsade konstruktionernas användningsområde antagit såväl i utlandet som i Sverige, vittna dock om ett stegrat förtroende för desamma och att svetsningstekniken, av allt att döma, torde gå en storartad utveckling till mötes, i varje fall sedan man lärt sig att bemästra de förutnämnda svårigheterna.

För Sveriges vidkommande bör tillverkningen av svetsade stålkonstruktioner bl. a. hava den betydelsen ur ekonomisk och handelspolitisk synpunkt, att en icke oväsentlig del av vår tullfria import av helvalsade balkar, som under tioårsperioden 1924—1933 uppgick till omkring 225 000 ton med ett sammanlagt värde av 26 milj. kronor, med fördel skulle kunna ersättas med svetsade balkar av inhemskt material. Genom en lämpligt avvägd tullsats på importerade balkar skulle denna tillverkning jämväl i hög grad främjas.

Vidare framhållas några allmänna synpunkter till vägledning vid prövning och bedömande av svetsningstekniska frågor.

Med hänsyn till den snabba utvecklingen på detta område och då enhetliga svetsningsbestämmelser ännu saknas i vårt land, framlägga de sakkunniga därjämte *förslag till normalbestämmelser för beräkning, provning och kontroll av svetsade stålkonstruktioner för brobyggnader*, vars innehåll närmare framgår av särskild bilaga, sid. 117.

VI. STANDARDKONSTRUKTIONER OCH NORMALTYPER.

Allmänna synpunkter.

Inom industrien har standardisering visat sig vara ett verksamt medel för åstadkommande av förenkling och därmed förbilligande av produktionen. Gynnsamma resultat äro säkerligen också att förvänta genom standardiseringsförfarandets tillämpning vid projektering och utförande av sådana brokonstruktioner, som lämpa sig härför. Standardisering på förevarande område är för övrigt icke någon nyhet för vårt lands vidkommande. Redan 1924 upprättades sålunda inom väg- och vattenbyggnadsstyrelsen en serie normaltyper för vägbroar. Även i utlandet förekomma flerstädes standardkonstruktioner för broar i större eller mindre omfattning. Jämlikt sitt uppdrag hava de sakkunniga ansett sig böra framlägga några riktlinjer för ifrågakvarande standardiseringsförfarande.

Begreppsförklaringar.

Till en början bör framhållas, att de byggnadsverk, som i detta kapitel avses bli föremål för standardisering, ofta med ett gemensamt namn kallas för »standardbroar». Då i detta uttryck kan inläggas en annan betydelse, än de sakkunniga avsett, och sålunda giva anledning till missuppfattning, torde en förklaring av begreppet standardbro i den bemärkelse, som här avses, vara påkallad.

Med standardbro förstås sålunda *icke* en efter på förhand uppgjorda schabloner utförd, fix och färdig brokonstruktion, som endast behöver passas in i terrängen på ett visst broställe för att fylla sin uppgift, *utan därmed förstås rationellt utbildade, ofta återkommande konstruktionsobjekt, som ingå i en bro och som äro så beskaffade, att de innebära ett optimum i avseende på ändamålsenlighet och ekonomi*. Dessa objekt kallas i det efterföljande för *standardkonstruktioner* eller *normaltyper*.

Standardiseringens ändamål och fördelar.

Ändamålet med den här ifrågasatta standardiseringen är densamma som på andra likartade områden, nämligen att åstadkomma förenkling och förbilligande av konstruktioner och konstruktionsdelar av sådan beskaffenhet, att mångfalden förekommande typer med fördel kan ersättas av *en*, på rationella grunder utbildad normaltyp. Fördelen med tillgången på sådana normaltyper torde ligga i öppen dag. Varje gång ett sådant kon-

struktionsobjekt förekommer, sparas tid och arbete, som eljest skulle behöva nedläggas på projekteringen, och från andra områden är det känt, att icke oväsentliga kostnadsbesparingar kunna vinnas genom standardisering av härför lämpliga objekt. Måhända skilja sig standardkonstruktionerna och de individuella konstruktionerna i vissa fall icke så mycket från varandra, vare sig tekniskt eller ekonomiskt, men vinsten torde likväl få anses oomtvistlig. Förutom att vara ett led i de åtgärder, som avse främjandet av en rationell ekonomisering vid broars projektering och utförande, böra standardkonstruktionerna enligt de sakkunnigas mening jämväl vara ägnade att för den övervakande myndigheten underlätta prövningen av andra förekommande broförslag.

Som skäl mot standardisering har anförts, att sådana konstruktioner tid efter annan måste omarbetas på grund av tillkomsten av nya byggnadsmaterial, arbetsmetodernas förändring m. m. Detta skäl kan emellertid icke tillmätas avgörande betydelse. En med lämpliga mellanrum utförd revision är givetvis ofrånkomlig på detta liksom på andra liknande områden, men denna omständighet torde spela en obetydlig roll i jämförelse med de fördelar, som standardiseringen kan medföra, om den tillämpas på riktigt sätt.

Standardiseringens omfattning.

Som redan framhållits i det föregående, kan det endast bli fråga om standardisering av relativt enkla och ofta återkommande konstruktionsobjekt, som ingå i de vanligast förekommande broarna och som efter omsorgsfull prövning befunnits böra utföras på visst sätt för att bli mest ändamålsenliga och ekonomiska.

För här avsedda ändamål ägna sig i första rummet följande objekt:

1. Räckverk, lager och vissa andra detaljanordningar.
2. Brobanedäck jämte beläggning och isolering.
3. Broöverbyggnader av fritt upplagda stål- eller betongbalkar med 5—30 m spännvidd för de förra och 5—15 m för de senare samt betongplattor för mindre spännvidder, förslagsvis 1—10 m.
4. Trummor och kulvertar.

Även andra konstruktionssystem och konstruktionsobjekt, såsom exempelvis överbyggnader av trä för smärre broar på ödebygdsvägar eller andra obetydligt trafikerade vägar i Norrland, betongpålar m. fl. torde med fördel kunna standardiseras.

Ifråga om utarbetningsgraden för standardkonstruktioner torde det i allmänhet vara tillfyllest med huvuddimensioner och huvudmått, men i vissa fall kan det vara lämpligt med en fullständig detaljbehandling av konstruktionen.

Större och mera komplicerade brokonstruktioner böra däremot enligt sakens natur icke lämpligen göras till föremål för standardisering.

Exempel på standardkonstruktioner.

Då det icke torde ankomma på de sakkunniga att bearbeta alla härovan såsom lämpliga för standardisering ifrågasatta objekt, hava de sakkunniga inskränkt sig till att framlägga följande förslag till standardkonstruktioner för vägbro med 6,0 m bred körbana, broklass I enligt de sakkunnigas förslag till broarnas indelning i bärighetsklasser i kap. II, sid. 11 och 24.

1. Brobanedäck av armerad betong jämte beläggning och isolering m. m., fig. 35 och 36.
2. Överbyggnad av fritt upplagda stålbalkar i förening med brobanedäck av armerad betong. Spännvidder 10—30 m med 2 m intervaller, fig. 37—44.
3. Överbyggnad av fritt upplagda betongbalkar i förening med brobanebäck av samma material. Spännvidder 10 och 15 m, fig. 45 och 46.
4. Brobaneplatta av armerad betong utan bärande balkar. Spännvidd 5 m, fig. 47.

Med ledning av de här framlagda exemplen på standardkonstruktioner till fritt upplagda balkbroar med stålöverbyggnad kan standardiseringen med användning av samma system lätt utsträckas till att omfatta jämväl kontinuerliga, fritt upplagda balkbroar för olika spännviddsförhållanden, ävensom andra slag av bärande huvudkonstruktioner, om så befinnes lämpligt.

Vad standardkonstruktionerna å fig. 37—44 beträffa, äro dessa baserade på användning av svetsade stålbalkar. Självfallet kunna i deras ställe jämväl helvalsade eller nitade stålbalkar komma till användning.

Vidare innehålla dessa blad inga sammanställda överbyggnader utan endast en serie standardiserade element, som lätt kunna sammansättas till det åsyftade huvudprojektet med ledning av den tabellariska uppställningen å fig. 37.

Sammanfattning.

Standardisering har visat sig vara ett verksamt medel för åstadkommande av förenkling och därmed förbilligande av produktionen, vadan gynnsamma resultat kunna förväntas genom standardiseringsförfarandets tillämpning även vid projektering och utförande av sådana brokonstruktioner, som lämpa sig härför. Med standardbro förstås därvid icke en efter på förhand färdigställda schabloner utförd, fix och färdig brokonstruktion, som endast behöver passas in i terrängen på ett visst broställe för att fylla sin uppgift, utan rationellt utbildade, ofta återkommande konstruktionsobjekt, som ingå i en bro och som äro så beskaffade, att de innebära ett optimum i avseende på ändamålsenlighet och ekonomi.

Med hänvisning till i det föregående angivna riktlinjer och anförda exempel föreslå de sakkunniga, att väg- och vattenbyggnadsstyrelsen lämnas uppdrag att i erforderlig omfattning utarbета dylika standardkonstruktioner.

VII. BROBANANS UTBILDNING.

Allmänna synpunkter.

Brobanan består vanligen av en i brokonstruktionen ingående bärande del, *brobanedäcket*, samt den därpå anordnade *beläggningen*, utgörande det direkta *bär-* och *slitlagret* för trafiken. Brobanedäcket är att betrakta som mera permanent, medan beläggningen i mån av förslitning måste repareras eller utbytas. Mellan dessa bägge huvudbeståndsdelar anbringas vanligen också ett *isolerings-skikt* av ett eller annat slag, som har till uppgift att skydda brobanedäcket och den underliggande brokonstruktionen mot skadegörelse av nedträngande vatten, därest beläggningen i och för sig icke skulle vara vattentät.

Tidigare har brobanedäcket på vägbroar, enkannerligen sådana med bärbalkar av järn, vanligen utförts av dubbla lager plank, nämligen ett bärlager, »bärplank», och ett slitlager, »slitplank». Någon isolering förekom sällan i samband därmed. Träbeläggningen är lätt och billig i anläggningskostnad, men mindre slitstark samt känslig för röta. Underhållskostnaderna bliva därför i regel höga, och i samma mån som trafiklasten och hjultrycken ökats, har också fördelen på grund av den låga anläggningskostnaden minskats. Undantag finnas dock, såsom framgår av det efterföljande.

Numera utföres brobanan på vägbroar i allmänhet med däck av armerad betong samt slitlager av gjutasfalt e. d. med eller utan isolering. Denna brobanekonstruktion är visserligen tyngre och dyrbarare i anläggningskostnad än träbanan, men däremot betydligt varaktigare samt billigare i underhåll. Om fullständigt utbyte av icke impregnerad träbeläggning erfordras vart 10—15 år, vilket torde vara det vanliga ifråga om vägbroar med tung och stark trafik, ställer sig en varaktigare brobana av betong trots högre anläggningskostnad i längden lika billig eller billigare än en träbeläggning.

Denna jämförelse gäller i första rummet broar med överbyggnad av stål, där valet mellan brobanedäck av betong och trä står öppet. Ifråga om rena betongbroar ställer det sig annorlunda i de fall, då brobanedäcket utgör en integrerande del av den bärande huvudkonstruktionen.

De generella fordringar, som främst böra ställas på en rationellt utförd brobana, äro prisbillighet i anläggning och underhåll, varaktighet, stor slitstyrka och elasticitet hos beläggningen, god isoleringsförmåga samt lätthet att reparera och underhålla.

Brobanedäck.

I många fall kan *brobana av trä* fortfarande med fördel komma till användning, företrädesvis på broar med obetydlig trafik eller i avlägsna bygder, där svårighet esomoftast möter att anskaffa lämpliga betongmaterialier och asfalt eller där en lättare brobana är av väsentlig betydelse med hänsyn till brons anläggnings- och driftkostnad. Vad den senare beträffar, avses närmast rörliga broar, vilka i stor utsträckning förses med brobana av trä.

Livslängden hos vanligt trä kan ökas högst väsentligt och i vissa fall fördubblas genom impregnering, varigenom träets användbarhet för brobaneändamål ur ekonomisk synpunkt ökas. Användning av ekplank, som visserligen är betydligt dyrbarare än vanlig plank, kan i åtskilliga fall visa sig ändamålsenlig med hänsyn till dess avsevärt större slitstyrka och livslängd.

Som förut nämnts, utföres brobanedäcket numera vanligen av armerad betong. Med hänsyn till kravet på vattentäthet bör cementhalten i betongen vara minst 350 kg/kbm. Särskild försiktighet iakttages vid gjutning av förhöjningar eller avsatser i betongdäcket, såsom vid kantlister, gångbanor och refuger e. d., så att inga otäta gjutfogar uppstå. Gjutningen bör därför, om möjligt, ske utan avbrott. För undvikande av sprickbildning anordnas krympfogar på lämpliga avstånd vid gjutning av betongdäcket, varjämte hänsyn tages till eventuella formförändringar hos konstruktionen vid betongplattans dimensionering.

Vid förutsatt samverkan mellan betongdäck och stålbalkar i avseende på nedböjning och lastfördelning eller lastutjämning, ävensom ifråga om medverkan för upptagande av moment och avskärningskrafter e. d., bör betongdäcket självfallet projekteras och utföras så, att den avsedda effekten kan ernås.

Beläggning.

Beläggningen, enkannerligen slitlagret, bör vara av lämplig hårdhetsgrad, elastisk, slitstark, lätt att reparera samt om möjligt vattentät.

Till slitlager användes vanligen en *asfaltbeläggning* av ett eller annat slag med en efter behovet avpassad tjocklek. Asfaltbeläggningen utföres antingen enligt den *varma* eller den *kalla metoden*.

I stället för asfalt har under senaste tiden *betong* kommit till användning som slitlager. Betonglagret, som vanligen utföres med 8 centimeters tjocklek, korsarmeras och förses, där så erfordras, med asfaltfyllda fogar. Mellan det bärande brobanedäcket och slitlagret av betong anbringas ett isoleringslager.

I Förenta Staterna hava under senare åren utförts ett stort antal landsvägsbroar med *brobanedäck av armerad betong utan särskild beläggning*. Brobanedäcket av betong utnyttjas direkt som körbana på samma sätt som

en permanentbelagd vägbana av betong. Nackdelen med en så beskaffad brobana är, att, trots det omsorgsfullaste utförande, sprickbildningar i betongen kunna uppstå, genom vilka vatten nedtränger och åstadkommer skadegörelse. Försök med en sådan brobana synes emellertid böra ske.

I detta sammanhang vilja de sakkunniga jämväl framhålla önskvärdheten av att undersöka *lätต์betongens* användbarhet ur teknisk-ekonomisk synpunkt såsom byggnadsmaterial för brobanedäck till landsvägsbroar, särskilt med tanke på nedbringandet härigenom av egna vikten.

Stundom användes *smågatsten*. Den senare förenar varaktighet med stor slitstyrka, men ställer sig jämförelsevis kostsam, vartill kommer, att stenbeläggningen på grund av ofrånkomliga ojämnheter i banan framkallar en ogynnsammare dynamisk inverkan än exempelvis en asfaltbeläggning. En annan nackdel är den relativt höga egnavikten hos stenen.

På mindre vägbroar kan därjämte vara lämpligt att anordna *samma slags beläggning som på tillfartsvägarna* (makadam och grus e. d.).

Tjockleken av slitlagret hos en *asfaltbeläggning* bör bestämmas med hänsyn till den avnötning, som kan beräknas uppstå under trafikens inverkan, samt med hänsyn till den önskade livslängden hos slitlagret. Ju större trafikmängden är och ju tyngre fordonen äro, desto större blir avnötningen och desto större behöver tjockleken hos slitlagret vara. Därjämte bör beaktas, att, om tjockleken göres för knapp, risk för krossning av stenmaterialet i beläggningen uppstår. Minsta tjockleken hos en asfaltbeläggning utan bindlager bör vara 2,5 cm och med bindlager 1,5 cm.

Vid val mellan gjutasfalt och sandasfalt må framhållas, att sandasfalt med nu gängse framställningssätt är billigare än gjutasfalt, om stora ytor skola beläggas. För små och medelstora broar lönar det sig att använda gjutasfalt, som med jämförelsevis enkla maskiner kan framställas på platsen, under det att sandasfalt för sin framställning fordrar större, mera komplicerade verk. Medan sandasfalt städse innehåller viss grad av hålrum, som dock genom rationell sammansättning kan nedbringas, är gjutasfalten genom sin sammansättning praktiskt taget fullständigt tät.

Gångbanor, kantlister och refuger beläggas lämpligen med 2—3 cm *gjutasfalt*. Om betongdäcket är vattentätt och slitstarkt, kan särskild beläggning undvaras, särskilt ifråga om refugerna, men bör betongytan i så fall lämpligen bestrykas med fluat e. d.

Gångbanans, kantlistens och refugens innerkant förses lämpligen med *skoning av vinkeljärn*, som fastgjøtes i betongen.

Isolering.

Under vissa förutsättningar kan asfaltbeläggningen anbringas direkt på betongdäcket. Dessa förutsättningar äro bl. a., att beläggningen är fullt vattentät och sprickfri och att vid utförandet betongdäcket är väl ut-

torkat. Om dessa villkor icke kunna uppfyllas, bjuder försiktigheten att till brokonstruktionens skydd mot inträngande vatten och dess skadliga inverkan anbringa ett *vattentätt isoleringsskikt mellan beläggningen och betongdäcket*. Trots kraftig armering och användning av fet betong, som i och för sig är vattentät, kan det icke alltid undvikas, att sprickor uppstå i betongdäcket på grund av krympning vid hårdnandet eller oundvikliga formförändringar under inverkan av trafiklasten och temperaturväxlingar m. m. I sådana fall kan såväl betongdäcket självt som den underliggande huvudkonstruktionen bliva utsatt för skadegörelse, om ingen isolering finnes.

En sådan isolering kan utföras på flera olika sätt, beroende på graden av den effektivitet, som fordras av densamma. De vanligast förekommande förfaringssätten härutinnan äro i huvudsak följande:

1. Bestrykning av betongdäcket med asfaltlösning, åtföljd av en bestrykning med varm asfalt.

2. Asfaltmatta, utförd på brodäcket. Sedan en första bestrykning av betongdäcket verkställts med asfaltlösning eller varm asfalt, anbringas två eller flera lager av väv, asfaltpapp e. d., därvid varje lager bestrykes med varm asfalt.

3. Fabriksmässigt framställda asfaltmattor, utförda av asfalt med väv- eller pappinlägg, vilka mattor utläggas på betongdäcket och därefter bestrykas med varm asfalt.

Skyddslager på isoleringen.

Av flera skäl bör mellan isoleringen och beläggningen anbringas ett skyddslager. Isoleringen är nämligen känslig för mekanisk åverkan och kan skadas, när beläggningen ombytes eller repareras, om ej ett särskilt skyddslager finnes. Vidare kan isoleringen uppmjukas, om direkt på densamma anbringas en varm belägningsmassa, vartill kommer, att den i isoleringslagret befintliga asfalten kan verka uppmjukande på belägningsmassan.

De nämnda olägenheterna kunna emellertid undvikas, om en belägningsmassa, tillredd enligt den kalla metoden, utlägges på isoleringen.

Enligt förestående bör därför ovanpå isoleringen utläggas antingen ett skyddslager av cementbetong eller av emulsionsbetong eller ock en asfaltbeläggning i kallt tillstånd. Skyddslager av cementbetong bör armeras genom inläggning av järntrådsnät e. d.

Bindlager.

Vid utläggning av gjutasfalt direkt på ett betongunderlag kan under vissa förutsättningar *blåsbildning* uppstå. I vissa fall kunna blåsorna bliva så stora, att olägenhet uppstår för trafiken och beläggningens bestånd äventyras. Ehuru orsakerna till dylik blåsbildning ännu ej torde vara fullt

klarlagda, synes en väsentlig orsak sannolikt vara att söka däri, att fuktighet samlas mellan betongytan och asfalten, vilken fuktighet vid hög lufttemperatur övergår i vattenånga och pressar upp asfalten i blåsor. Om gjutasfalt utlägges direkt på betong, bör därför iakttagas, att betongen är fullt uttorkad, när gjutasfalten utlägges, att utbredningen av massan sker på sådant sätt, att några hålrum mellan betongen och asfalten icke uppstå samt att beläggningen i övrigt utföres med sådan omsorg, att den blir fullt tät.

Ehuru det finnes ett flertal exempel på, att gjutasfalt, lagd direkt på betong, givit tillfredsställande resultat, förefinnes emellertid vid detta tillvägagångssätt en viss risk. Därest denna metod användes, synes förutsättningen härför böra vara, att entreprenören ikläder sig garanti för beläggningens bestånd under de närmaste åren.

Risken av bläsbildning kan emellertid förebyggas genom anbringande omedelbart under slitlagret av ett bindlager av porös asfaltbetong, s. k. *öppen asfaltbetong*. Ett dylikt öppet bindlager har förmåga att fördela »gastrycket», varigenom bläsbildningen förhindras. Bindlagrets tjocklek väljes alltefter behovet mellan 2 och 4 cm.

Utomlands har man använt metoden att på betongen utbreda ett tunt skikt av sand, 2—3 mm tjockt, på vilket gjutasfalten anbringas. Sandskiktet har samma uppgift som ett poröst bindlager, nämligen att förhindra bläsbildning genom fördelning av förenämnda gastryck. Denna metod torde hittills ej hava prövats i Sverige.

Förslag till standardutförande av brobana.

Med beaktande av anförda synpunkter och rön hava de sakkunniga utarbetat tvenne förslag till standardutförande av brobana, fig. 35 och 36, av vilka det ena avser en första klassens vägbro med 6 m bred körbana och 0,65 m breda refuger samt isolering av enklaste beskaffenhet samt det andra en gatubro eller vägbro med 6 m bred körbana och 2,0 m breda gångbanor, motsvarande de högsta fordringar i avseende på isoleringens effektivitet.

Normalbestämmelser för asfaltarbeten.

Slutligen vilja de sakkunniga framhålla behovet av enhetliga bestämmelser för asfaltarbeten i samband med brobyggnader och andra därmed jämförliga byggnadsverk, såsom nomenklatur, definitioner, materialfordringar och materialprovning, utförande, normalier och synpunkter att beakta vid val av utföringssätt samt utförande. Då de sakkunniga hava sig bekant, att inom väg- och vattenbyggnadsstyrelsen för närvarande pågå utredningar beträffande olika slag av vägbeläggningar och därmed sammanhängande asfaltarbeten, torde upprättandet av normalbestämmelser för asfaltarbeten lämpligen kunna ske i samband med nyssnämnda utredningar.

VIII. ORGANISATORISKA OCH ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER

Synpunkter och önskemål att beakta vid broars planläggning och upphandling.

För en rationell ekonomisering vid planläggning och utförande av broar är en ingående kännedom om betingelserna härför en nödvändig förutsättning. Å andra sidan bör tillses, att fordringarna på byggnadsverket icke ställas högre, än som betingas av behovet i varje särskilt fall.

Sålunda är det av största vikt, att de handlingar, som skola ligga till grund för anbudts avgivande, innehålla alla uppgifter, som erfordras för att med största möjliga säkerhet kunna bedöma och beräkna kostnaderna för brobyggnaden. I främsta rummet böra finnas fullständiga och tillförlitliga terräng- och bottenundersökningar jämte nödiga uppgifter angående de lösa jordlagrens beskaffenhet, särskilt då svåra grundläggningsförhållanden förekomma. Vidare böra lämnas upplysningar om vattenståndsvariationer, vattenhastigheter, isgång och klimatiska förhållanden i övrigt, beskaffenheten av på arbetsplatsen eller i dess närhet tillgängliga byggnadsmaterialier m. m. samt priset på desamma, längd och beskaffenhet av tillfartsväg till broplatsen, räknat från närmaste järnvägsstation eller hamnplats, lokal tillgång på arbetskraft, å platsen gällande arbetslöner, materialpriser och bostadsmöjligheter etc. Fotografi över broplatsen kan stundom vara till nytta.

Noggranna bottenundersökningar ställa sig ofta dyrbara, men äro ofrånkomliga, om man vill gardera sig mot överraskningar och måhända stora förluster under arbetets gång. Sådana undersökningar utföras lämpligast och naturligast genom beställarens eller vederbörande myndighets försorg.

Ju fullständigare och tillförlitligare de uppgifter äro, som lämnas i programhandlingarna, med desto mindre riskmarginal behöver entreprenören räkna och desto lägre blir priset på det utbudna arbetet.

En annan faktor, som inverkar på broarnas ekonomi, är valet av fria spännvidder. Utslagsgivande härför är ofta avbördningen i vattendraget eller flottnings- och sjöfartsintressena, vilka ofta ställa allt för stora fordringar både i avseende på genomfartsöppningarnas bredd och fria seglathöjden. För att broarna icke må fördyras i onödan, bör därför tillses, att dessa krav icke ställas högre, än som är absolut nödvändigt.

Tidigare har det i stor utsträckning förekommit, att pelare och land-

fästen av betong försetts med stenbeklädnad, ej blott i vattengången utan också på andra synliga ytor. Om vattentät och omsorgsfullt utförd betong kommer till användning, torde stenbeklädnad kunna undvaras, med undantag möjligen för skarpa murhörn, som äro utsatta för mekanisk åverkan. I stället för hörnbeklädnad av sten kan med fördel användas kantskydd av stål.

Slutligen bör vid projektering av broar tillses, att där så kan ske utan nämnvärd ekonomisk uppoffring, rimliga estetiska krav bliva tillgodosedda.

Nya arbetsuppgifter för brobyrån.

För att befrämja uppnåendet av de mål, som uppställts i det föregående, synes brobyrån inom väg- och vattenbyggnadsstyrelsen böra tilldelas en del nya arbetsuppgifter.

Med den större möjlighet till samlad överblick av den vid olika tidpunkter rådande situationen på brobyggnadsområdet, som det centrala ämbetsverket äger i jämförelse med vägstyrelser och vägingenjörer, synes brobyrån sålunda lämpligen böra övervaka och tillse, att upphandling och utförande av broar eller delar därav på olika platser eller inom olika distrikt sker på planmässigt sätt — exempelvis genom sammanslagning av flera smärre och närbelägna arbeten i en entreprenad e. d. — samt med utnyttjande av den för varje arbete lämpligaste årstiden.

Vidare bör det åligga brobyrån:

att i förekommande fall giva direktiv åt vägingenjörer och vägstyrelser om erforderliga terrängundersökningar som underlag för broars projektering och upphandling samt, då så erfordras, ställa erforderliga instrument, apparater och instruktioner till undersökningsförrättarens förfogande.

att upprätta standardkonstruktioner för vägbroar i den omfattning, som kan befinnas lämplig och behöflig med hänsyn till broarnas förbilligande samt planläggningens och kontrollens underlättande,

att i anslutning till den i del I, kap. XVII av betänkandet föreslagna vägstatistiken upprätta register och statistik över landets vägbroar samt klassificera deras bärförmåga,

att upplägga och föra bro- och revisionsjournaler med angivande av årliga underhållskostnader för broarna enligt lämpligt system,

att upplägga en teknisk-ekonomisk statistik jämte redogörelse för mera betydande eller särskilt anmärkningsvärda brobyggnadsverk, som utförts under väg- och vattenbyggnadsstyrelsens överinseende,

att med uppmärksamhet följa och undersöka äldre broars tillstånd, när anledning därtill finnes, föreslå dispens från gällande belastnings- och trafikförordning samt föreslå tidpunkt, då äldre bro skall förstärkas eller ombyggas.

För att kunna fullgöra vissa, härövan angivna arbetsuppgifter, såsom terrängundersökningar m. m. bör brobyrån till sitt förfogande hava erforderliga instrument och redskap m. m. Det synes jämväl synnerligen påkallat, att brobyrån beredes tillgång till geoteknisk sakkunskap inom ämbetsverket.

Med hänsyn till förekomsten alltmera av nya byggnadsmaterial och arbetsmetoder samt allt längre driven utnyttjningsgrad ifråga om byggnadsmaterialen är det härjämte av största vikt, att kontrollen och övervakandet av broarbetenas utförande blir så fackmässig och effektiv som möjligt. En nödvändig förutsättning härför är, att kompetent arbetskraft i erforderlig omfattning ställes till brobyråns förfogande.

Kritik mot äldre brobyggnader.

Jämlikt Kungl. Maj:ts föreskrift har väg- och vattenbyggnadsstyrelsen till de sakkunniga för beaktande vid fullgörande av deras uppdrag överlämnat remisshandlingarna med anledning av B. Lindqvists i Luleå skrivelse den 26 mars 1930 till statsrådet och chefen för kommunikationsdepartementet angående åtgärder för nedbringande av kostnaderna vid byggande av allmänna vägar och broar. I anledning härav vilja de sakkunniga anföra följande:

Det torde icke kunna förnekas, att på de platser, som omförmälas i dessa handlingar, utförts några broar enligt äldre arbetsplaner, vilka måste anses vara oekonomiska och i tekniskt hänseende mindre väl avvägda. Men härav får icke dragas den slutsatsen, att en sådan standard varit eller ännu mindre för närvarande är allmänt utmärkande ifråga om byggandet av vägbroar i vårt land. Om i ett eller annat fall tidigare utförts broar, som bära präglet av en föregående tids brobyggnadskonst och de mera begränsade tekniska hjälpmedel, som då funnos, så är detta numera icke längre fallet. Såsom framgår av väg- och vattenbyggnadsstyrelsens yttrande i anledning av kritiken ifråga, har brobyggnadsstandarden, då det gäller vägbroar, på de senare åren undergått en genomgripande förändring ifråga om rationell ekonomisering, och de sakkunniga anse sig med stöd av sin allmänna kännedom om väg- och brobyggnadsväsendet i landet kunna vitsorda, att de vägbroar, som numera utföras, i stort sett icke giva anledning till anmärkning vare sig ur teknisk eller ekonomisk synpunkt. Något påtagligare bevis härför än en direkt jämförelse mellan de moderna broar av olika typer, som numera utföras, och äldre brotyper av motsvarande storleksordning torde icke behövas.

Vad som härövan anförts, gäller i stort sett jämväl beträffande en underdånig framställning den 26 april 1930 av länsstyrelsen i Västerbottens län, likaledes om åtgärder för nedbringande av kostnaderna vid brobygg-

nader, som jämte tillhörande handlingar i ärendet överlämnats till de sakkunniga att tagas under överbäggande vid fullgörande av deras uppdrag.

Den kritik, som här framkommit, har otvivelaktigt skjutit över målet, i den mån den riktat sig mot brobyggandet i allmänhet. Med den organisation, som nu finnes, har redan mycket vunnits ifråga om rationell ekonomisering, och det gäller endast att bygga vidare på den befintliga grunden för att uppnå ännu bättre resultat.

Sammanfattning.

Såsom en nödvändig förutsättning för rationell ekonomisering vid broars planläggning och utförande framhålles behovet av uttömmande kännedom om de olika betingelserna för anläggningen å ena sidan samt å den andra, att fordringarna icke ställas högre än nödvändigt är i varje särskilt fall.

I syfte att främja uppnåendet av dessa önskemål föreslås, att brobyrån inom väg- och vattenbyggnadsstyrelsen tilldelas vissa nya arbetsuppgifter, på vilka delvis redan tagits sikte i samband med numera genomförd omorganisation av väg- och vattenbyggnadsstyrelsen.

I anledning av vissa framställningar om åtgärder för nedbringande av kostnaderna vid brobyggnader, vilka framställningar överlämnats till de sakkunniga för beaktande vid fullgörande av deras uppdrag, framhålles med hänvisning till det sätt, varpå vägbroar numera utföras, att i stort sett, vare sig ur teknisk eller ekonomisk synpunkt, någon berättigad anledning till anmärkning icke förefinnes.

IX. SAMMANFATTNING AV UTREDNINGSRÉSULTATEN SAMT DÄRAV FÖRANLEDDA FÖRSLAG.

Såsom framgår av föreliggande betänkande, har det icke varit möjligt att ifråga om broarna föreslå några förbilligande åtgärder av större räckvidd. Den förnämsta orsaken härtill är helt naturligt att söka däri, att de krav, som måste uppställas på vägar och broar, om de skola tillgodose berättigade anspråk på transportförmåga, trafiksäkerhet samt rimliga underhållskostnader å ena sidan samt å andra sidan de åtgärder, som på grund härav måste vidtagas, oftast gå i motsatt riktning mot de strävanden, som avse att nedbringa anläggningskostnaderna. Sålunda innebär stegringen av den för broarna normerande trafikbelastningen, som de sakkunniga föreslagit, en ofrånkomlig ökning av byggnadskostnaderna för vissa kategorier av broar. Å andra sidan spelar storleksordningen av denna kostnadsökning i jämförelse med de kostnadsbelopp, som årligen nedläggas på brobyggnaderna och särskilt i jämförelse med de högst betydande summor, som årligen anslås till vägväsendet i dess helhet, en underordnad roll.

Mot dessa stegringar av byggnadskostnaderna kunna å andra sidan ställas vissa fördelar, vilka kunna uppnås genom åtgärder, som de sakkunniga föreslagit.

För överskådlighetens skull sammanföras de i föreliggande »Teknisk-ekonomiska utredningar rörande vägväsendet, Del II: Broar» framförda förslagen i följande sammanfattning.

- a) Förslag till nya trafiklastbestämmelser för gatu- och vägbroar, avsedda att ersätta motsvarande föreskrifter under rubriken »Trafiklast för gatu- eller vägbro» i »1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk» vid broars statiska beräkning i enlighet med riktlinjerna i kap. II samt beträffande rörliga broar enligt kap. IV.
- b) Förslag till normalbredder och normalsektioner för vägbroar, kap. III, i anslutning till de normalbestämmelser för vägars byggande, som sakkunniga tidigare föreslagit i sina »Teknisk-ekonomiska utredningar rörande vägväsendet, Del I: Vägar».
- c) Förslag att vid omarbetning av »1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk» i andra hänseenden än de, som avse trafiklasten och som avhandlats i kap. II, måtte tagas under över-

vägende, vad som efter granskning i övrigt av ovanberörda bestämmelser härom anförts i kap. IV.

- d) Förslag till normalbestämmelser för beräkning, provning och kontroll av svetsade stålkonstruktioner för brobyggnader, kap. V.
- e) Förslag till standardkonstruktioner och normaltyper för vägbroar i enlighet med riktlinjerna härför och angivna exempel i kap. VI samt beträffande brobanans utbildning i kap. VII.
- f) Förslag om nya arbetsuppgifter för brobyrå inom väg- och vattenbyggnadsstyrelsen i enlighet med vad härutinnan anförts i kap. VIII.

De härovan under a), b), e) och f) framförda förslagen falla under väg- och vattenbyggnadsstyrelsens ämbetsbefattning, vadan dessa förslags förverkligande torde ankomma på nämnda styrelse, under det att de härovan under c) och d) framförda förslagen beröra, förutom nämnda styrelse, även järnvägsstyrelsen, vattenfallsstyrelsen, byggnadsstyrelsen, telegrafstyrelsen och statens provningsanstalt, vilka ämbetsverk fastställt och gemensamt utfärdat nu gällande såväl normalbestämmelser (av år 1931) för järnkonstruktioner till byggnadsverk (järnbestämmelser) som statliga cement- och betongbestämmelser av år 1934.

Klass I

Lastförmåga ton	Totalvikt ton	Lastfördelning: Axeltryck i ton Mått i meter
6,5	12	Motorvagn. 2,3 0,4 2,3 1,7 1,7 0,30 Lika för samtliga fordon
8,0	15	Motorvagn. 0,7 4,8 1,2 1,3 3,0 5,0 5,0
6,5+6,5	22	Motorvagn. Släpvagn. 0,7 4,2 3,5 3,5 1,3 4,0 8,0 5,0 5,0
8,0+6,5	25	Motorvagn. Släpvagn. 0,7 4,8 1,2 3,5 3,5 1,3 5,0 5,0 5,0 5,0
9,0	15	Motorvagn med påhängsvagn. 0,7 3,3 3,6 1,3 3,0 6,0 6,0
4,5	9	Motorvagn. 0,7 4,2 1,3 3,0 6,0
4,5+4,5	17	Motorvagn. Släpvagn. 0,7 4,2 3,5 3,5 1,3 3,0 6,0 4,0 4,0
	15	Vägvält. 4,8 3,3 0,7 1,3 1,3 0,7 Exceptionell belastning

Fig. 1. Normerande motorfordon för bro avseende huvudväg. Klass I.

Klass I A.

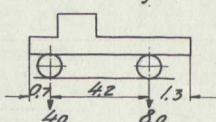
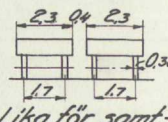
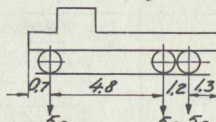
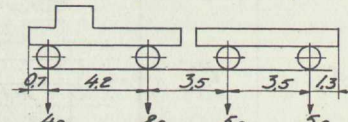
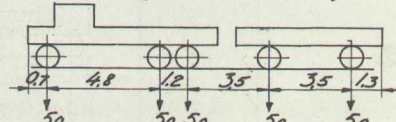
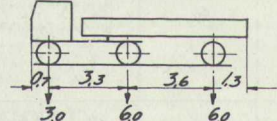
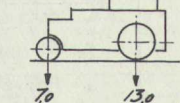
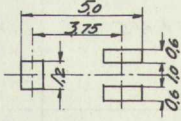
Lastförmåga ton	Totalvikt ton	Lastfördelning: Axeltryck i ton Mått i meter
6,5	12	Motorvagn.  Lika för samtliga fordon 
8,0	15	Motorvagn. 
6,5+6,5	22	Motorvagn. Släpvagn. 
8,0+6,5	25	Motorvagn. Släpvagn. 
9,0	15	Motorvagn med påhängsvagn. 
	20	Gatuvält.  Exceptionell belastning 

Fig. 2. Normerande motorfordon för gatubro. Klass I A.

Klass II

67

Lastförmåga ton	Totalvikt ton	Lastfördelning: Axeltryck i ton Mått i meter
6,5	12	Motorvagn.
3,0	6	Motorvagn.
	15	Vägvärdt. Exceptionell belastning
		Jämnt fördelad belastning av 0,75 t/m körfil jämte dynamiskt tillskott

Fig. 3. Normerande motorfordon för bro avseende bygdeväg. Klass II.

Klass III

Lastförmåga ton	Totalvikt ton	Lastfördelning: Axeltryck i ton Mått i meter
2,5	5,0	Motorvagn. Lika för samtliga fordon
2,0	5,5	Motorvagn. Släpvagn (Postdiligens)
	5,0	Väghyvel. Exceptionell belastning
		Jämnt fördelad belastning av 0,25 t/m ² brobana (utan dynamiskt tillskott)

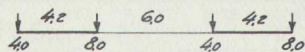
Fig. 4. Normerande motorfordon för bro avseende ödebygdeväg. Klass III.

Normerande realbelastningsystem per körfil.

1000

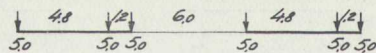
Klass IA

12



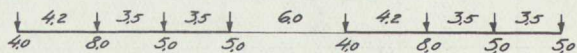
Obegränsat antal

15



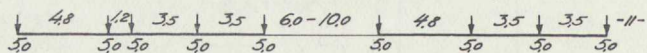
-11-

22



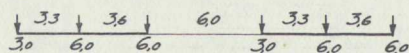
-11-

25



-11-

15



-11-

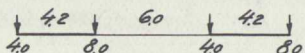
20

Gatuväit. Exceptionell belastning. Enstaka fordon.
(Kombineras ej med annan trafiklast.)



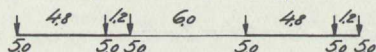
Klass I

12



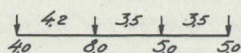
2 st. fordon

15



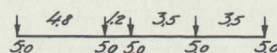
-11-

22



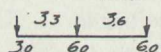
Enstaka släpvagnståg

25



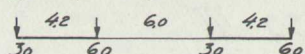
-11-

15



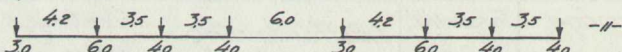
-11-

9



Obegränsat antal

17



-11-

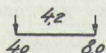
15

Gatuväit. Exceptionell belastning. Enstaka fordon.
(Kombineras ej med annan trafiklast.)



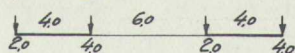
Klass II

12



Enstaka fordon

6



Obegränsat antal

15

Vägväit. Exceptionell belastning. Enstaka fordon.
(Kombineras ej med annan trafiklast.)



0,75 t/m + dynamiskt tillskott.

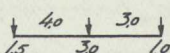
Klass III

5



Enstaka fordon

5.5



-11-

5

Väghyvel. Exceptionell belastning.
(Kombineras ej med annan trafiklast.)



-11-

0,25 t/m utan dyn. tillskott.

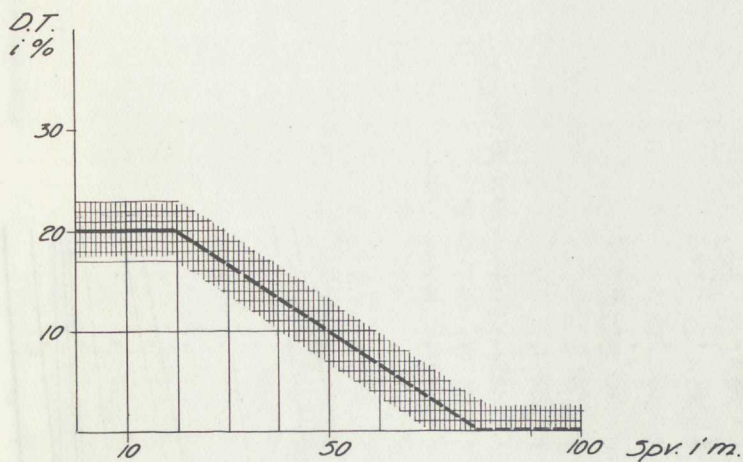


Fig. 6. Dynamiskt belastningstillskott enligt 1931 års normalbestämmelser.

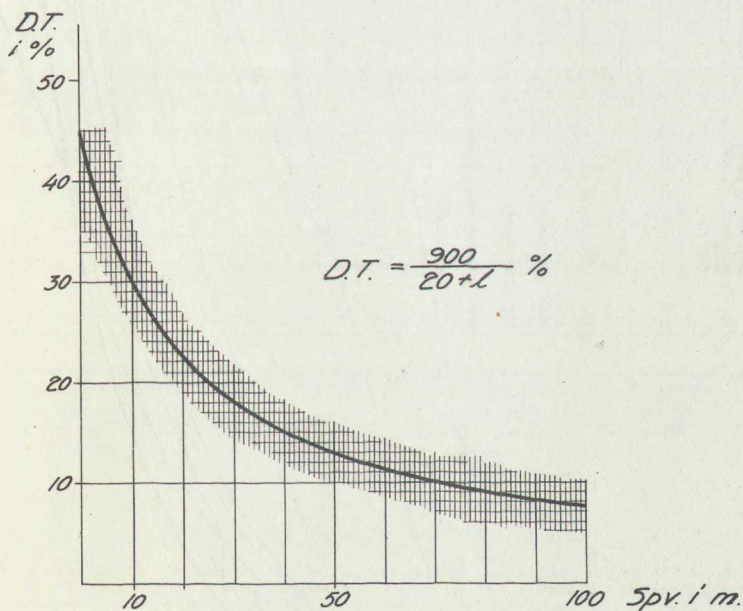
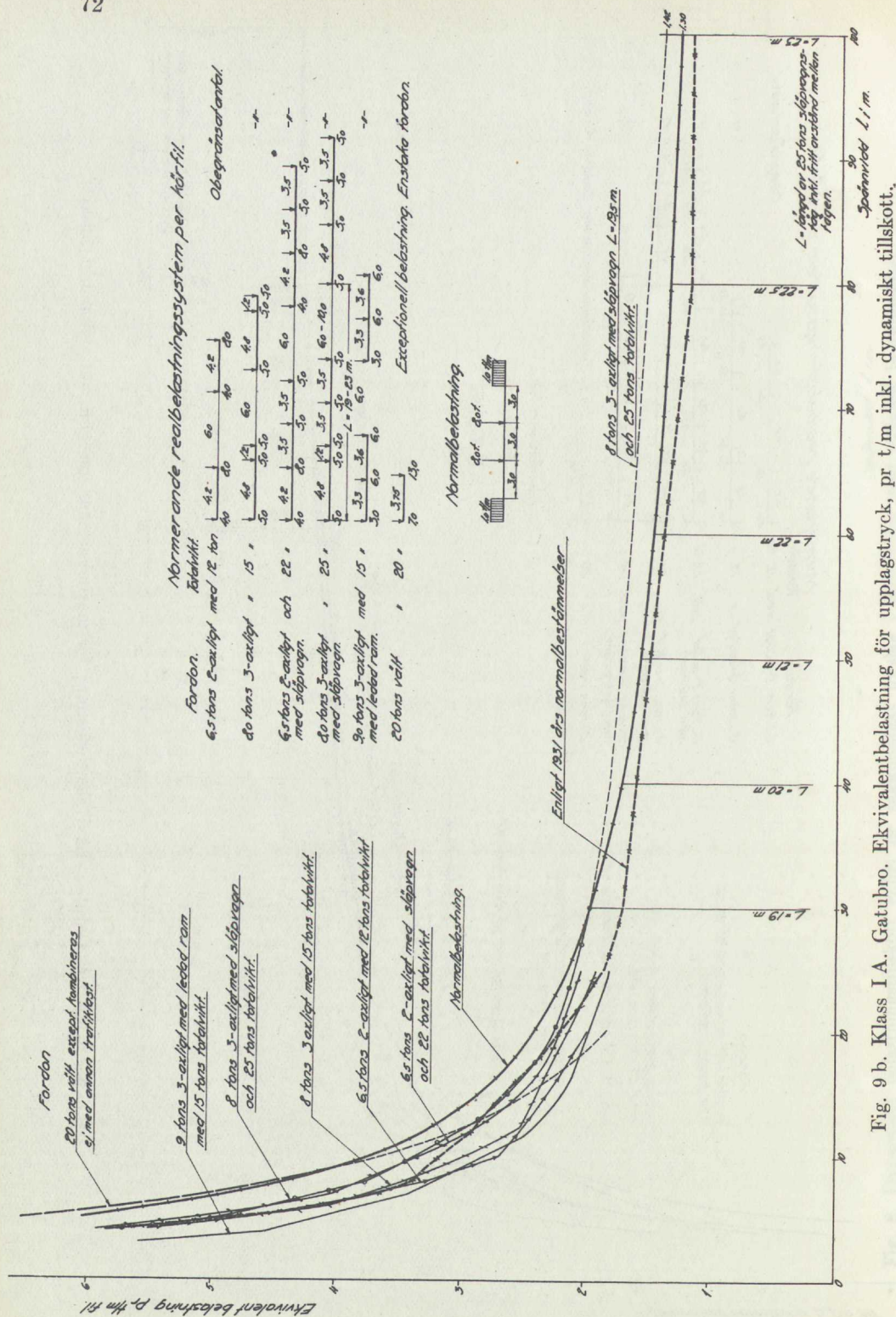


Fig. 7. Dynamiskt belastningstillskott enligt de sakkunnigas förslag.



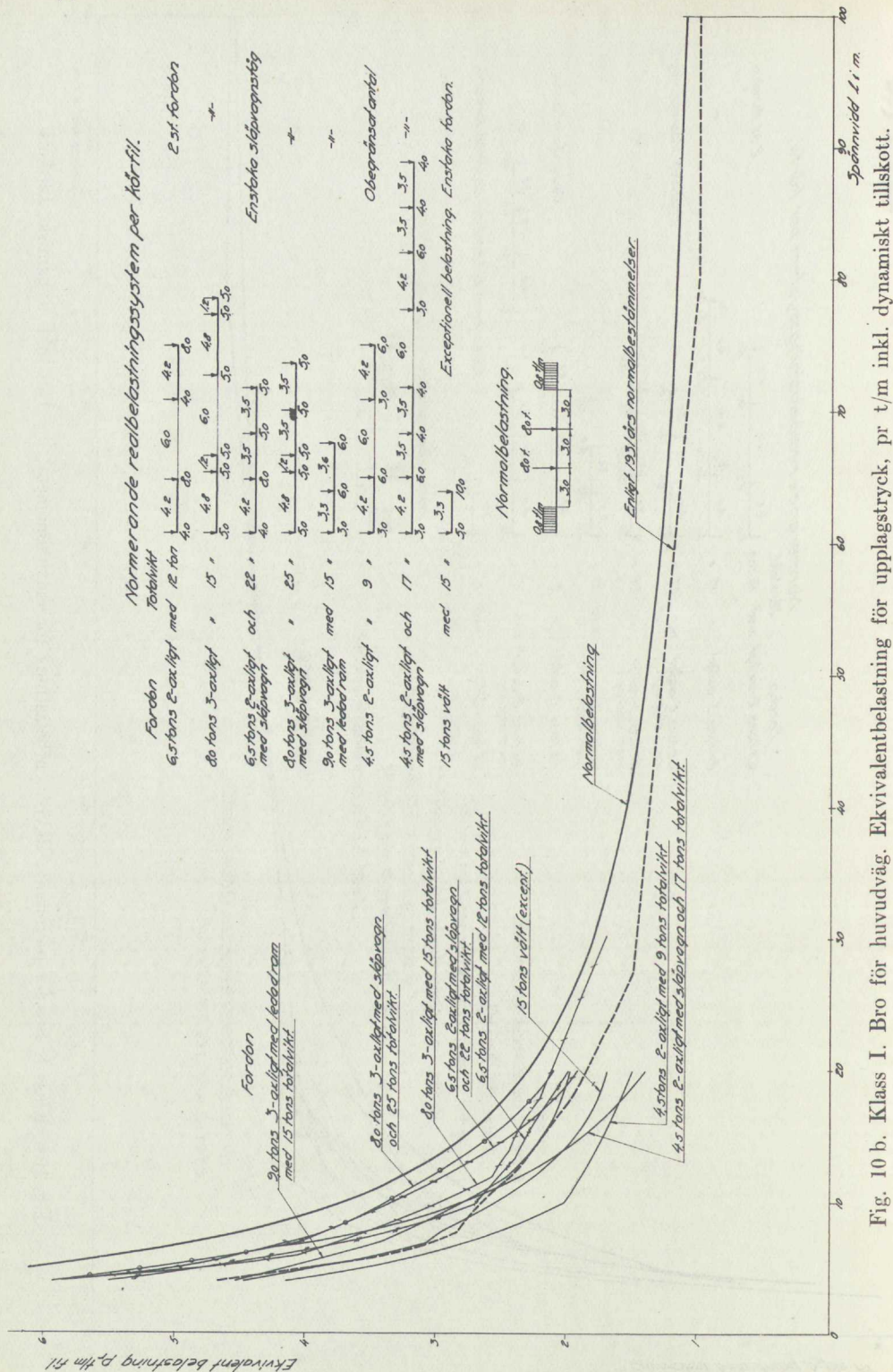


Fig. 10 b. Klass I. Bro för huvudväg. Ekvivalentbelastning för upplagstryck, pr t/m inkl. dynamiskt tillskott.

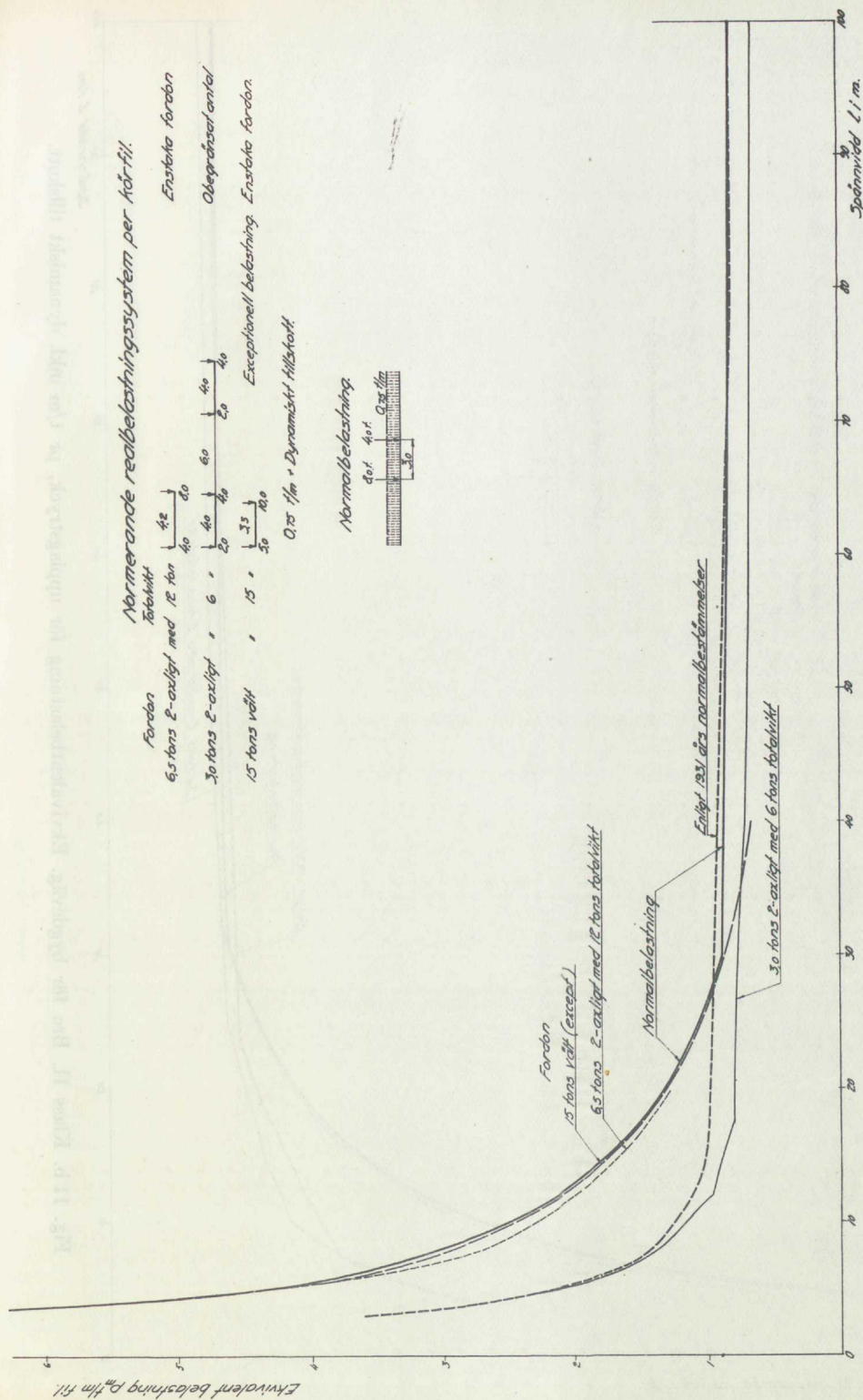


Fig. 11 a. Klass II. Bro för bygdeväg. Ekvivalentbelastning för maximimoment, pm t/m inkl. dynamiskt tillskott.

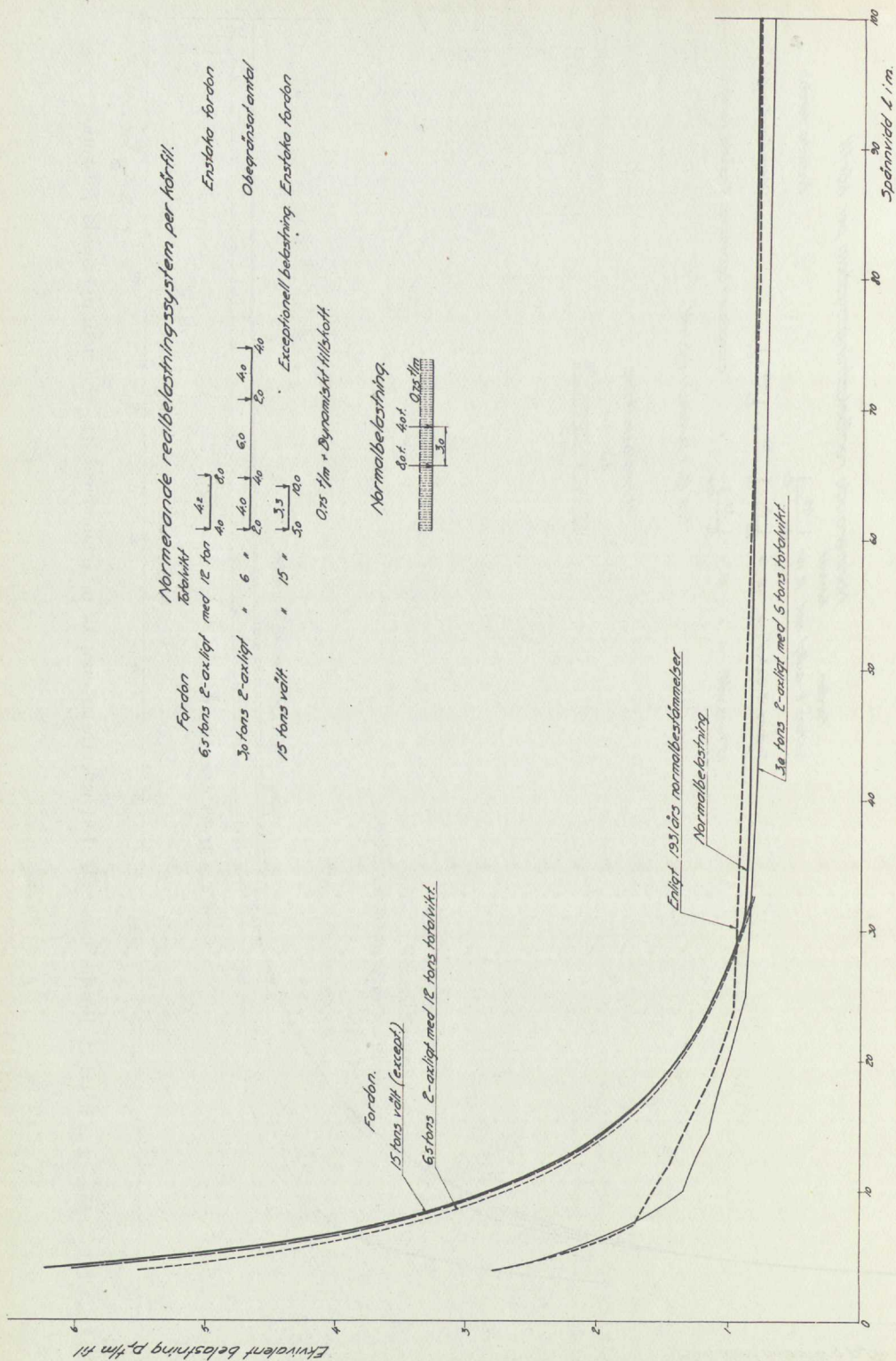
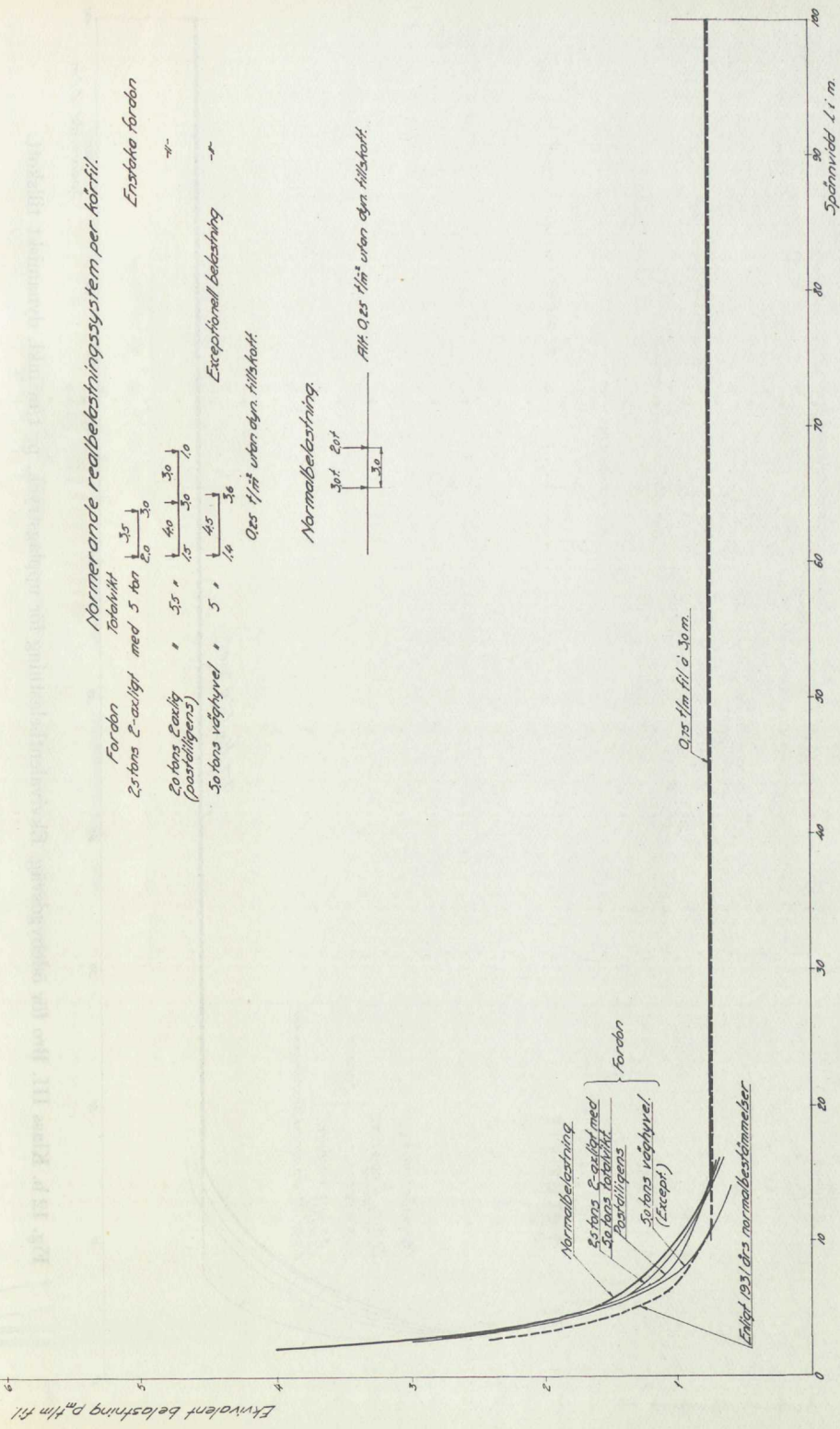


Fig. 11 b. Klass II. Bro för bygdeväg. Ekvivalentbelastning för upplagstryck, pr t/m inkl. dynamiskt tillskott.



Normerande realbelastningssystem per körfil:

Fordon	Totalvikt	Enskilda fordon
2-tons L-axligt med 5 ton	35 2,0	4"
2-tons Lastvagn (partalligens)	55 1,5 40 30 1,0	4"
3-tons vagnvikt	5 1,4 45 3,6	Exceptionell belastning

Q_{25} t/m² utan dyn. tillskott.

Fig. 12 a. Klass III. Bro för ödebygdsväg. Ekvivalentbelastning för maximimoment, pm t/m inkl. dynamiskt tillskott.

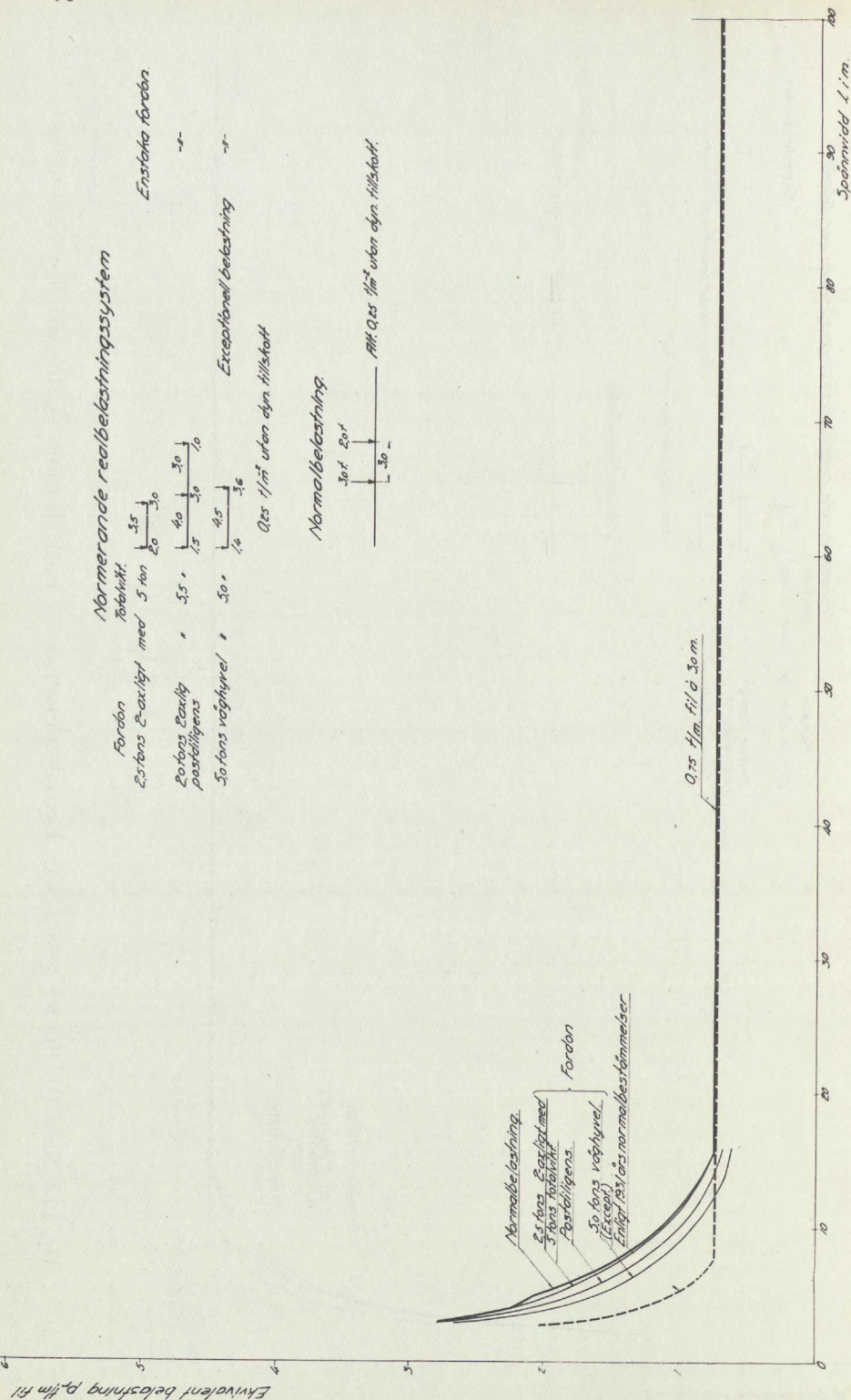


Fig. 12 b. Klass III. Bro för ödebygdsväg. Ekvivalentbelastning för upplagstryck, pr t/m inkl. dynamiskt tillskott.

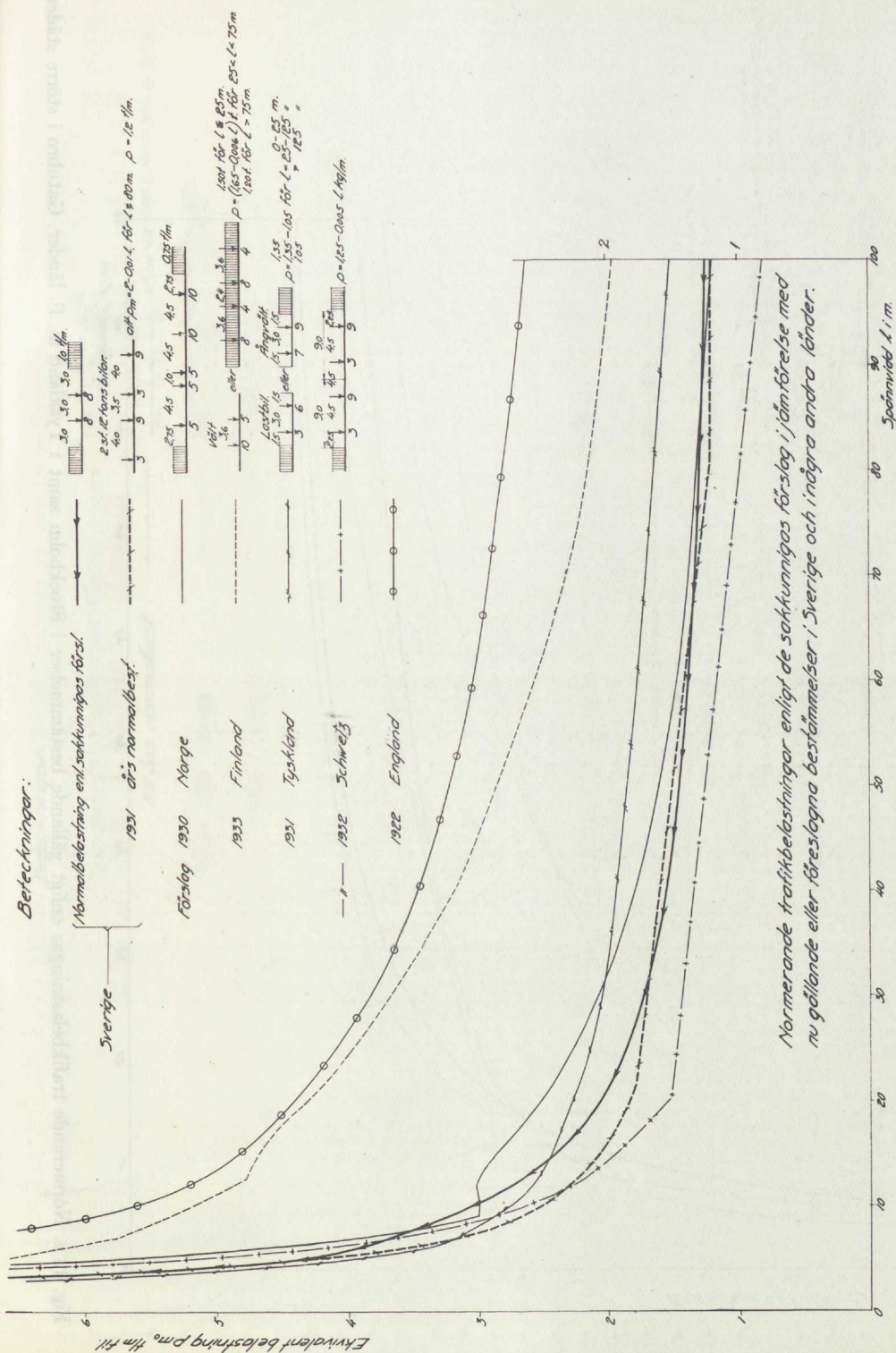


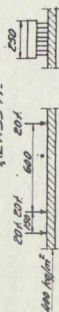
Fig. 13. Normerade trafikbelastningar enligt de sakkunnigas förslag i jämförelse med nu gällande eller föreslagna bestämmelser i Sverige och i några andra länder. Klass I A. Gatubro.



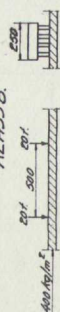
Fig. 16. Normerade trafikbelastningar enligt de sakkunnigas förslag i jämförelse med nu gällande eller föreslagna belastningar i Sverige och i några andra länder. Klass III. Bro för ödebygdsväg.

HOLL, 10.
Normerande belastningssystem.

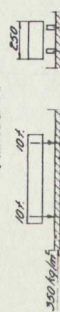
KLASS A.



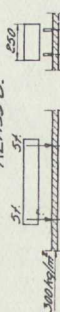
KLASS B.



KLASS C.



KLASS D.



$\Delta T = \frac{4000}{100 \pm 1} \%$

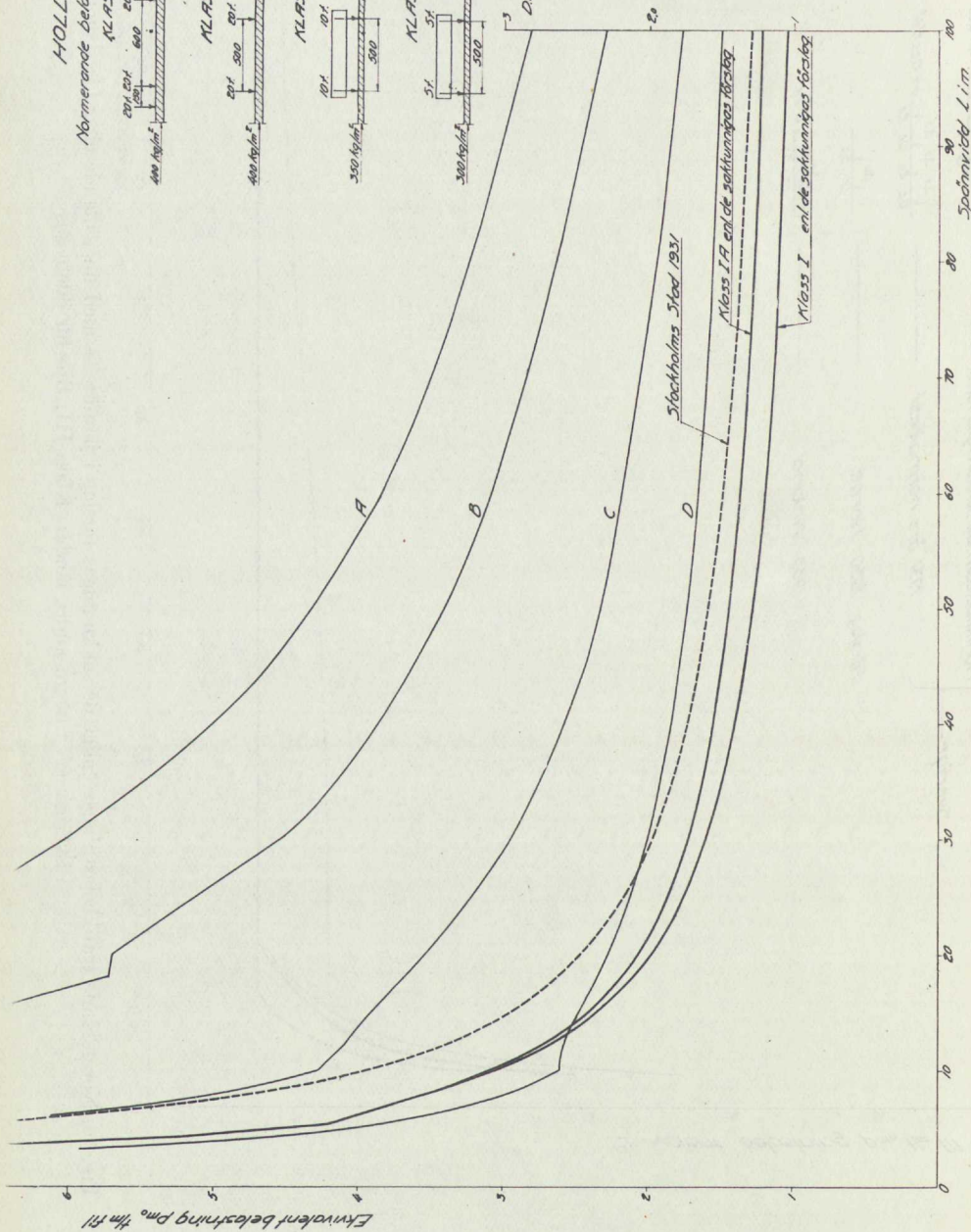


Fig. 17. Normerande trafikbelastningar för gatu- och vägbroar i Holland i jämförelse med de saktningas förslag samt Stockholms stads bestämmelser.

Enligt Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen av 1886.	Enligt Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen av 1901.	Enligt 1919 års normalbestämmelser.	Enligt 1931 års normalbestämmelser.	Enligt Väg- och Brosakkunnigas förslag av 1934.
480 kg/m ² brobana eller p=144 ton/m körfil ö 30 m.	500 kg/m ² brobana eller p=15 ton/m körfil ö 30 m.	500 kg/m ² brobana eller p=15 ton/m körfil ö 30 m.	1. Gatubro 40 35 40 2 st. per 30 90 30 90 fil alt. p=2-0.01 ton/m samt 20 tons vält 2. Bro för landsväg 40 35 40 2 st. per 25 75 25 75 fil alt. p=178-0.0001 ton/m samt 15 tons vält	Klass II Bro för bygdeväg 12 42 60 1st. 15 48 72 1st. 22 42 35 35 60 25 48 42 35 35 60 15 33 36 60 20 375 130 16H 1st. Normalbelastning 30 40 0.75 ton/m
Belastning av fordon ej förutsett	Alternativt: tryck från tvärsaxligt fordon vid gånge 1 ton för varje meter av körförbredden = 4.8 m. dock högst 12 ton och lägst 4 ton	Alternativt: tryck från tvärsaxligt fordon vid gånge 1 ton för varje meter av körförbredden = 4.8 m. dock högst 12 ton och lägst 4 ton	3. Bro för bygdeväg 40 35 40 2 st. per 15 45 15 45 per fil alt. p=104-0.0001 ton/m 4. Bro för ödebygdeväg 30 28 33 2 st. per 0.8 28 0.8 28 fil alt. p=0.25 ton/fil.	Klass III Bro för ödebygdeväg 5 35 30 1st. 5 35 30 1st. 5 45 30 1st. alt. p=0.25 ton/m ² utom dynamiskt tillskott. Normalbelastning 30 40 0.25 ton/m ²
Inlet dynamiskt tillskott	Inlet dynamiskt tillskott	Inlet dynamiskt tillskott	Dynamiskt tillskott D.T.=20% (konstant) endast för fordonabel	Dynamiskt tillskott D.T.=20% för all trafiklast utom sträcklasten i broklass III

Fig. 17 a. Gatu- och vägbroar. Trafiklastens förändringar och fordonens utveckling under perioden 1886—1934. Normerande trafiklast per körfil.

Landsvägsbro med 60 m. nyttig brobanebredd.

86

Sek. långbalkar och huvudbalkar.

Diagram för ekvivalenta belastningar p_m i ton/m.
 Körfil 30 m, motsvarande max. momenten
 i sekundära långbalkar och huvudbalkar.

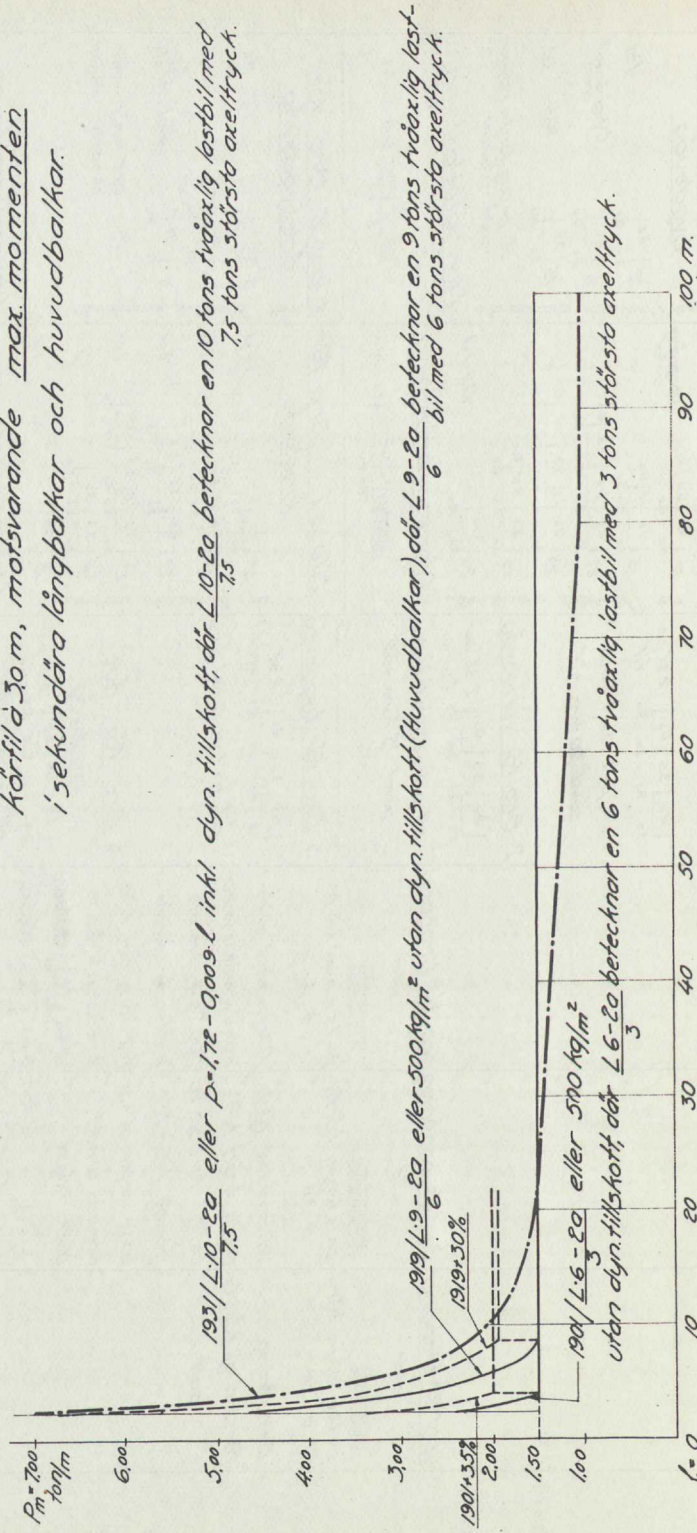


Fig. 18 a. Ekvivalentbelastningsdiagram utvisande möjlighet att öka trafiklasten på broar enligt 1901 och 1919 års normalbestämmelser i jämförelse med 1931 års normalbestämmelser.

Landsvägsbro med 6,0 m nyttig brobanebredd.

Sek. längbalkar och huvudbalkar.

Diagram för ekvivalenta belastningar p , i ton/m.
 Körfil 3,0 m, motsvarande största upplagstrycken.
 i sekundära längbalkar och huvudbalkar.

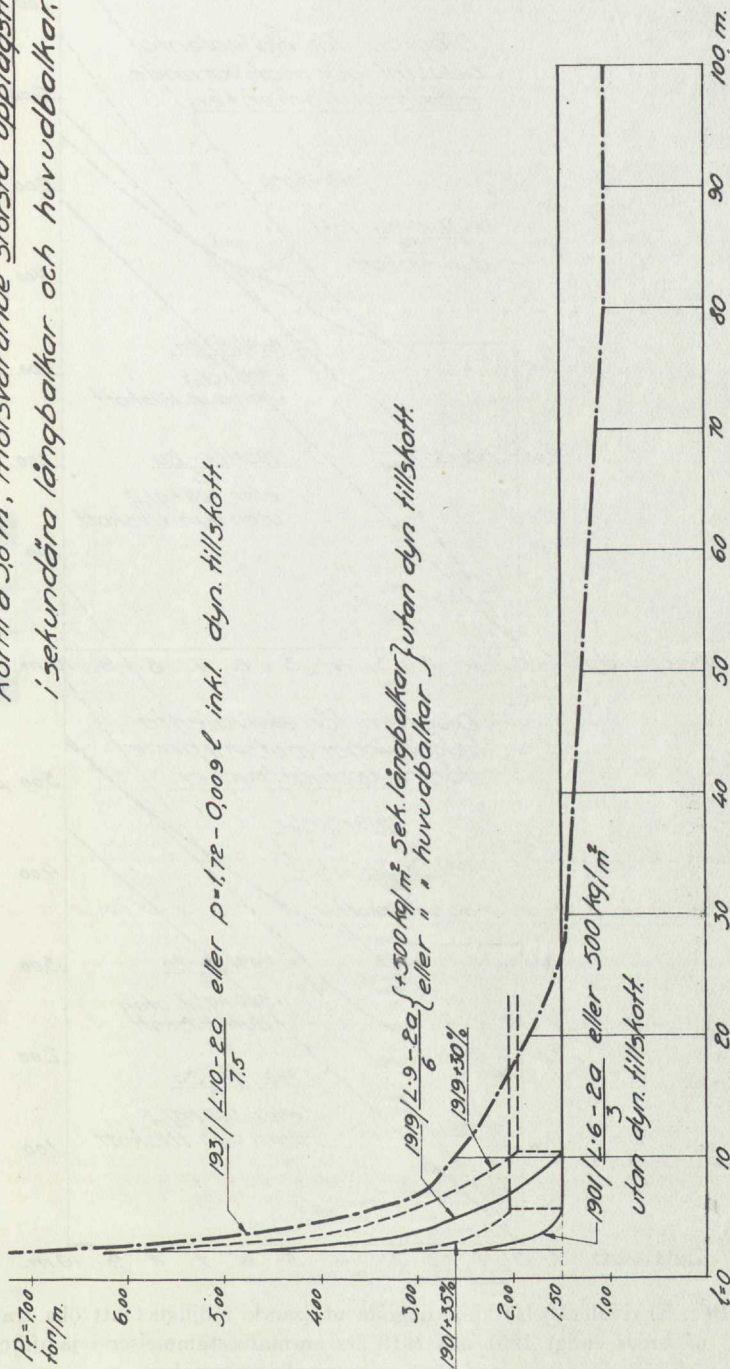


Fig. 18 b. Ekvivalentbelastningsdiagram utvisande möjlighet att öka trafiklasten på broar enligt 1901 och 1919 års normalbestämmelser i jämförelse med 1931 års normalbestämmelser.

Landsvägsbro med 6,0 m. nyttig brobanebredd

Tvårbalkar B₁ = 6,5 m.

Diagram för ekvivalenta belastningar, motsvarande maximalmomenten.

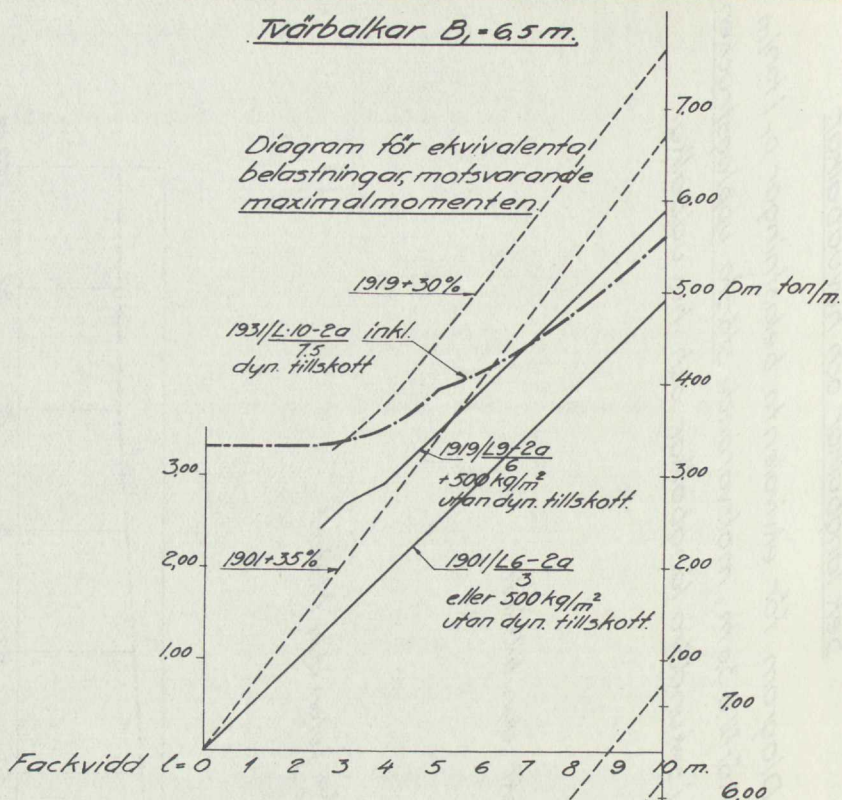


Diagram för ekvivalenta belastningar, motsvarande största upplagsstrycken.

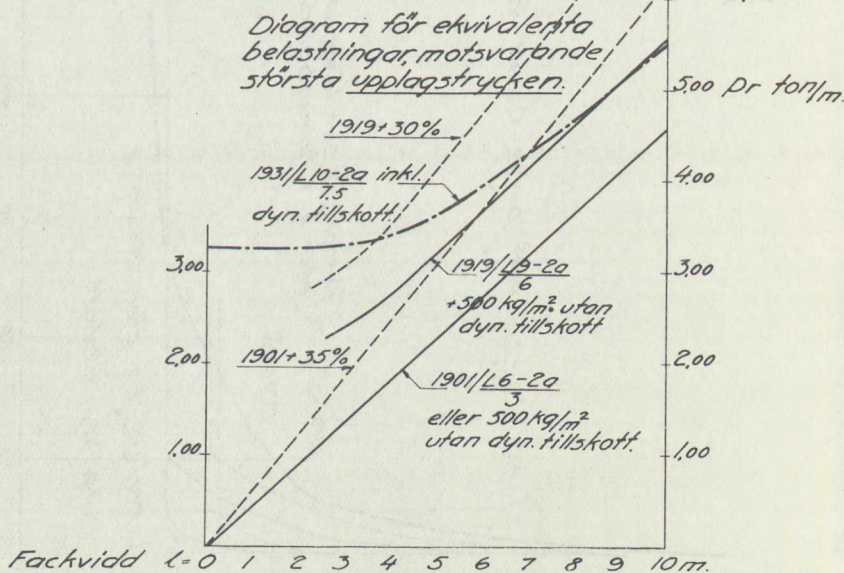


Fig. 18 c. Ekvivalentbelastningsdiagram utvisande möjlighet att öka trafiklasten på broar enligt 1901 och 1919 års normalbestämmelser i jämförelse med 1931 års normalbestämmelser.

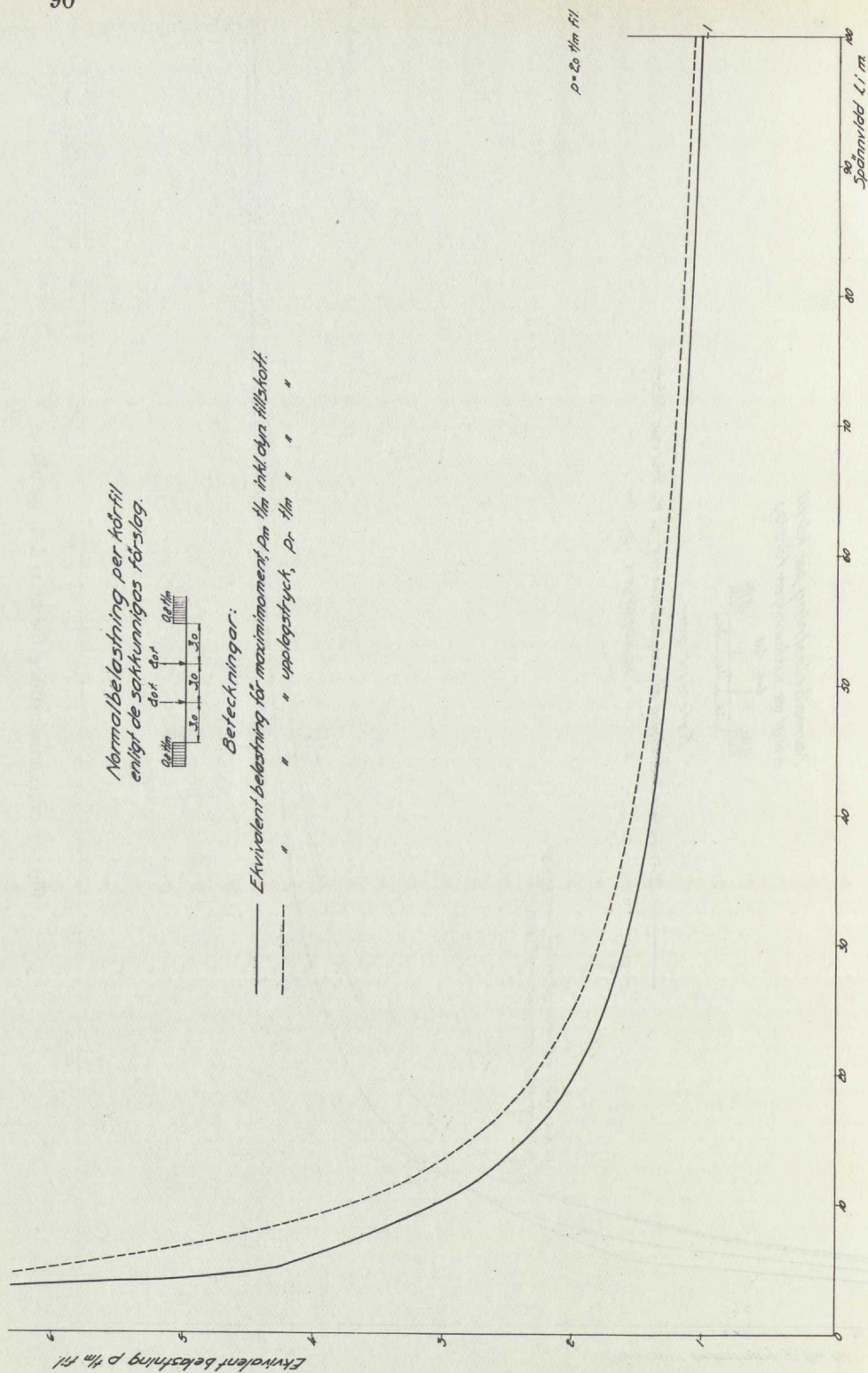


Fig. 20. Normalbelastning för klass I, bro för huvudväg.

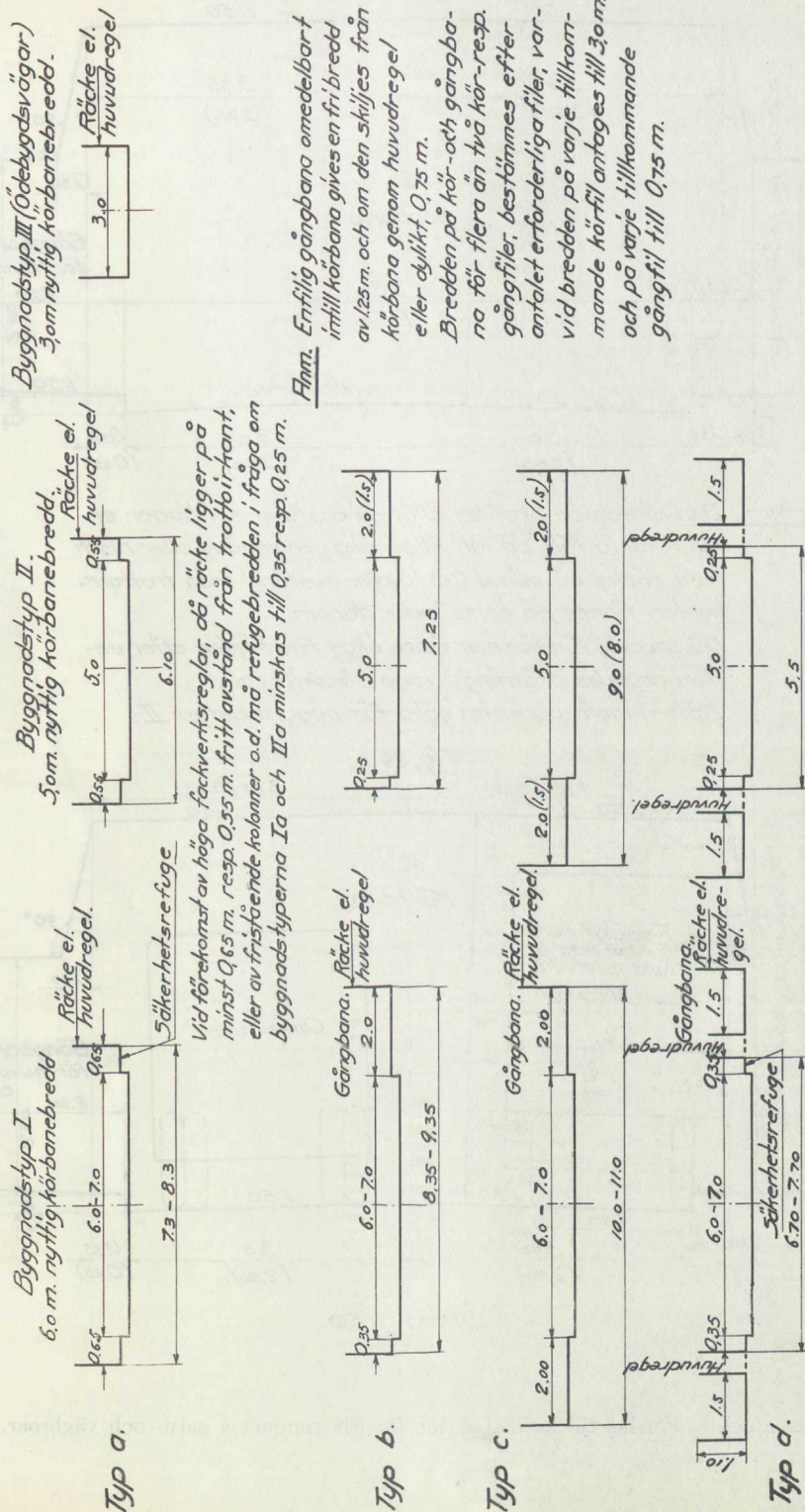
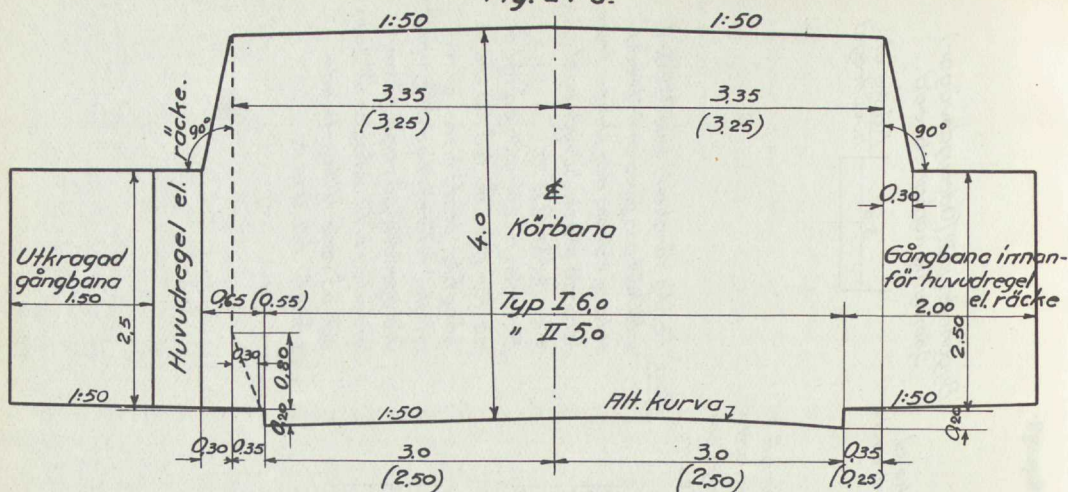


Fig. 23. Förslag till normalbredder för vägboar.

Fig. 24 a.

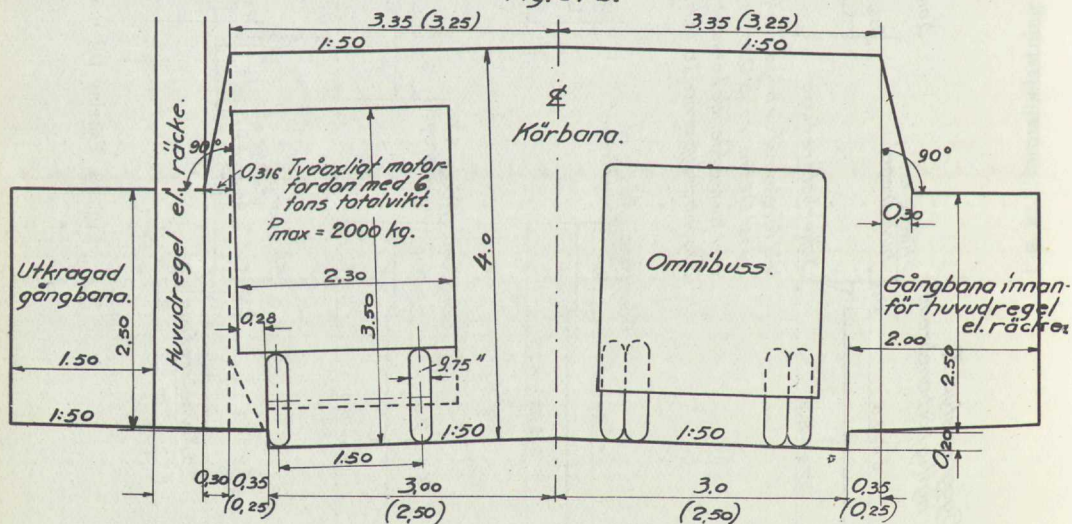


Anm. Den streckade profilen tillåtes i enstaka sektioner eller i korta fält, då lätt tillgänglig genomgång eller nisch med räcke på minst 0,65 (0,55)m. avstånd från trottoirkanten finnes på ömse sidor därom.

Då spårväg förekommer ö bra, ökas fria höjden efter vederbörandes prövning i varje särskilt fall.

Måtten inom parentes gälla för byggnadstyp II.

Fig. 24 b.



Skala 1:50

Fig. 24 a och b. Förslag till normalsektion för fria rummet å gatu- och vägbroar.

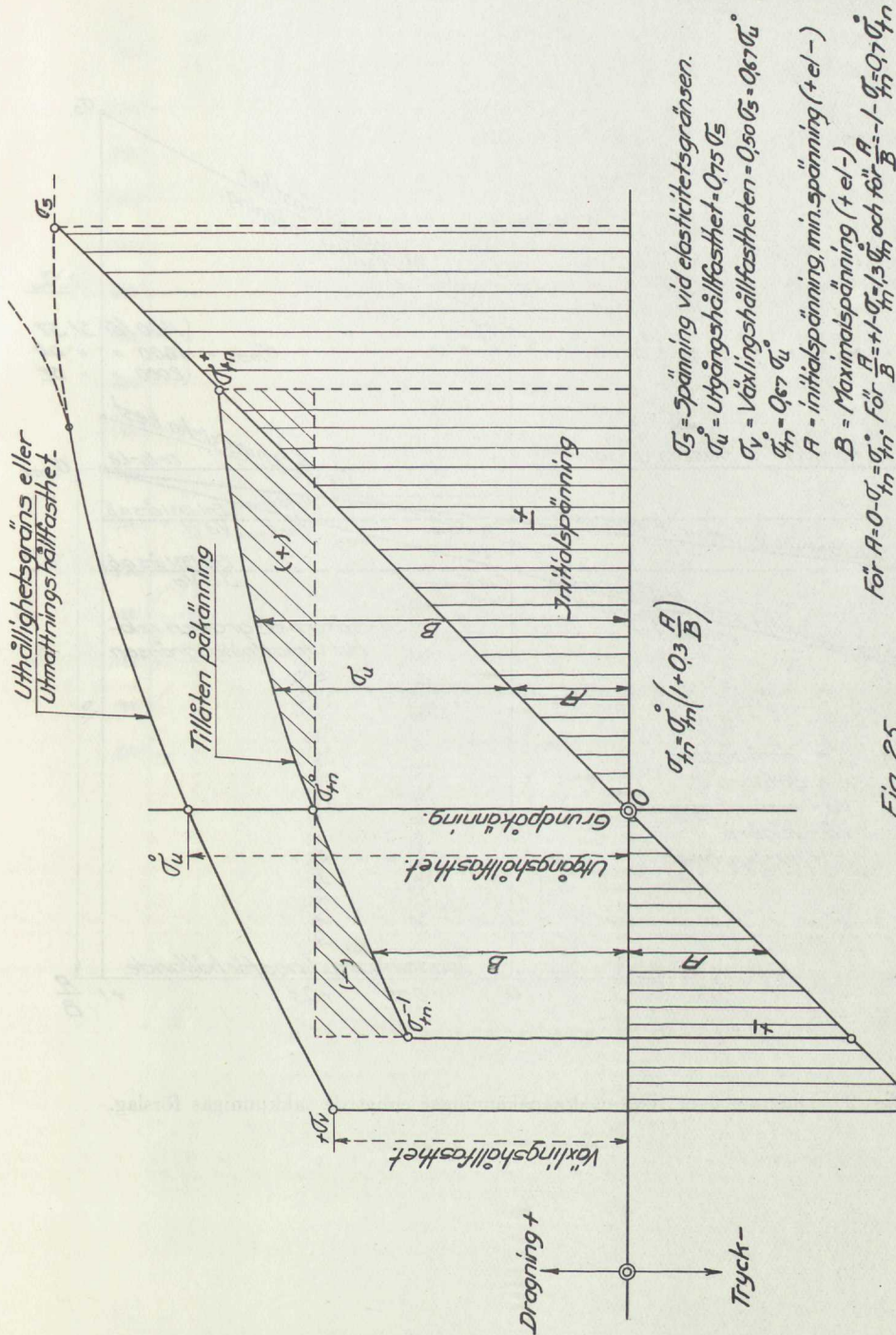
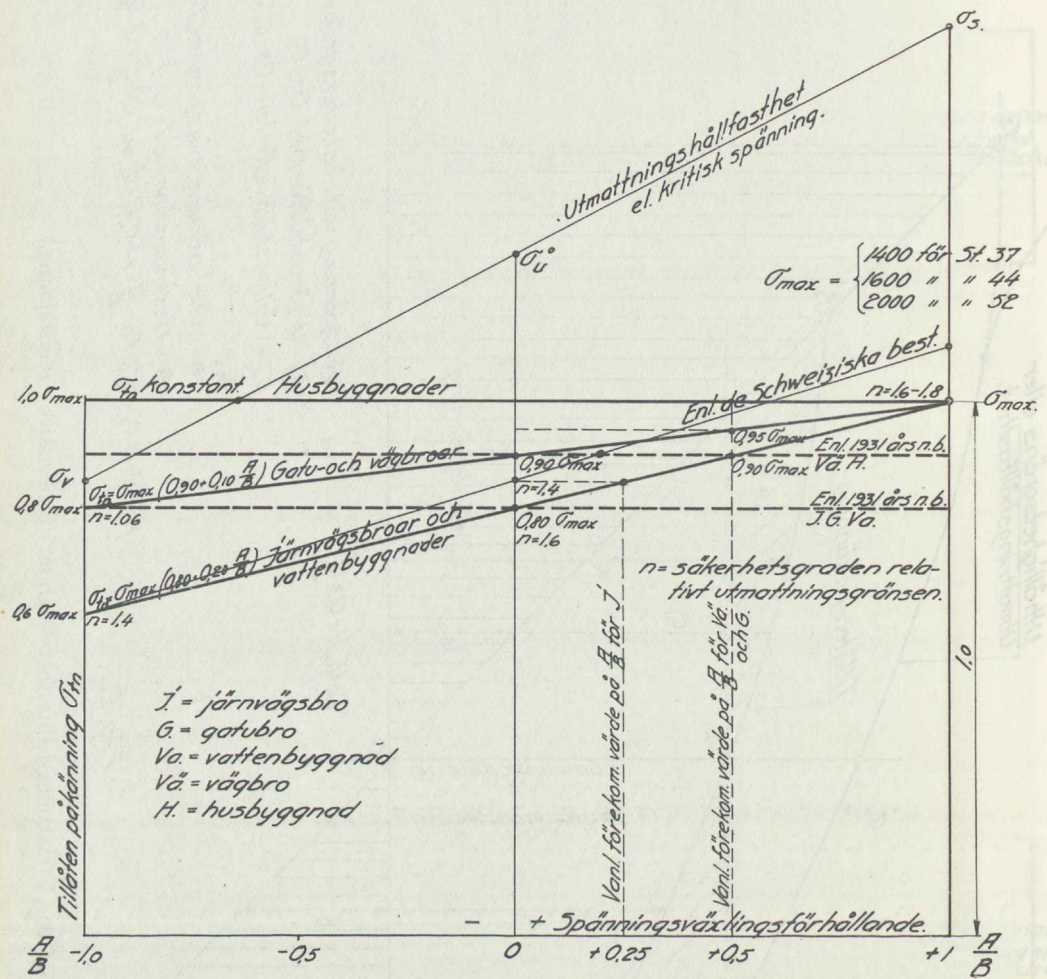


Fig. 25. Utmattningshållfasthetsdiagram. (Schematisk framställning.)



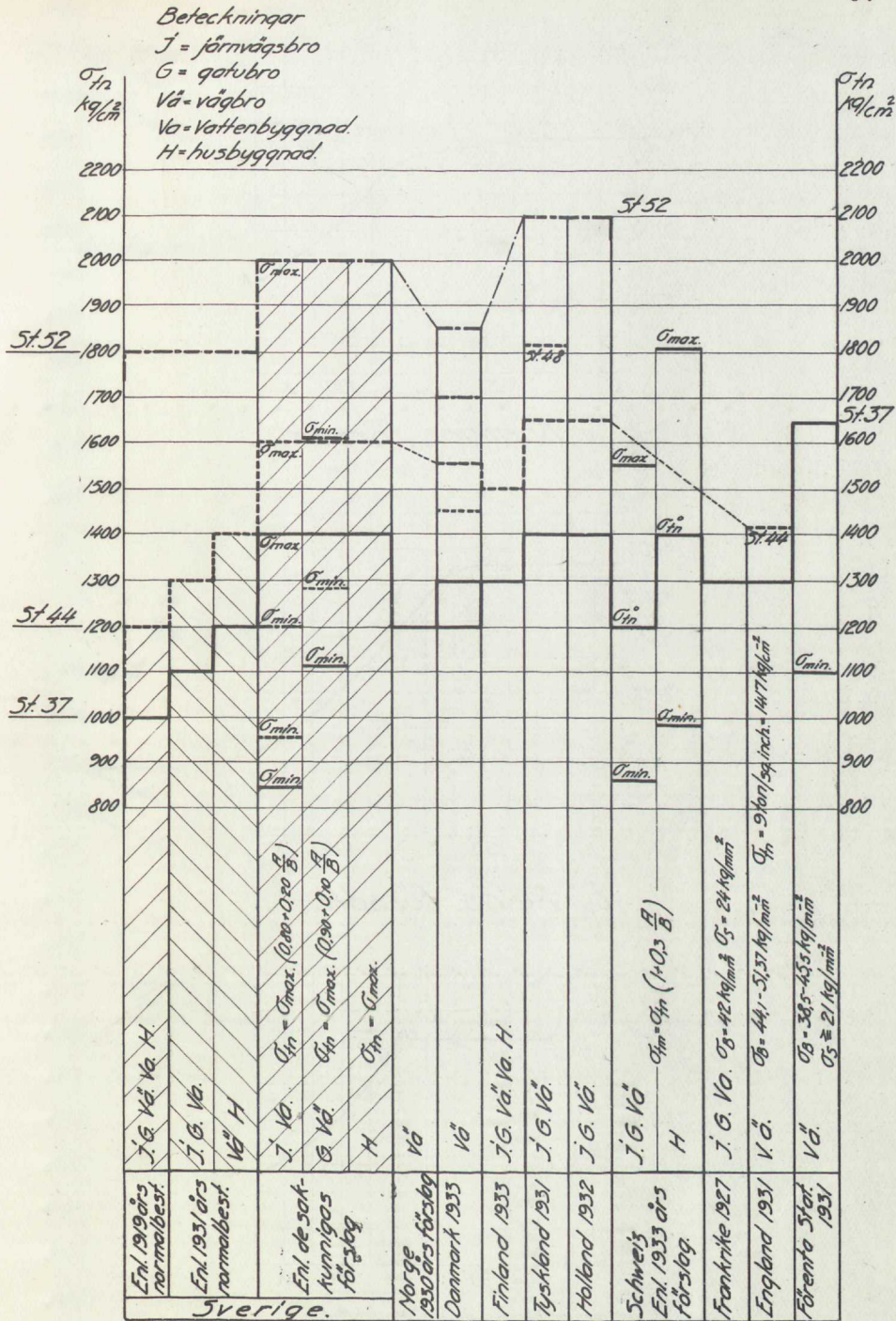
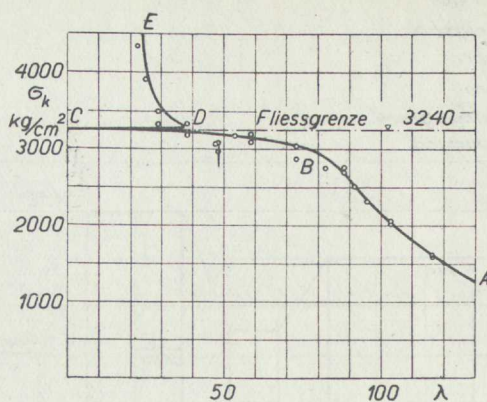
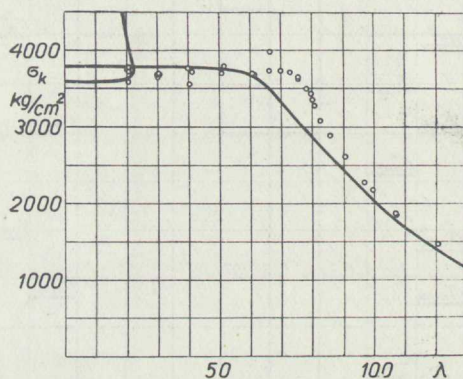


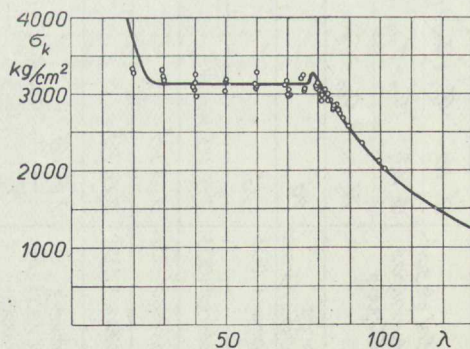
Fig. 27. Diagram utvisande tillåtna dragpåkänningar i valsstål St. 37, 44 och 52 enl. de sakkunnigas förslag i jämförelse med motsvarande påkänningar dels enl. 1919 och 1931 års normalbest. dels enl. några utländska bestämmelser.



a. v. Kármán's försök.



b. Reins försök.



c. Reins försök.

Fig. 28. Knäckningsförsök enligt
v. Kármán och Rein.

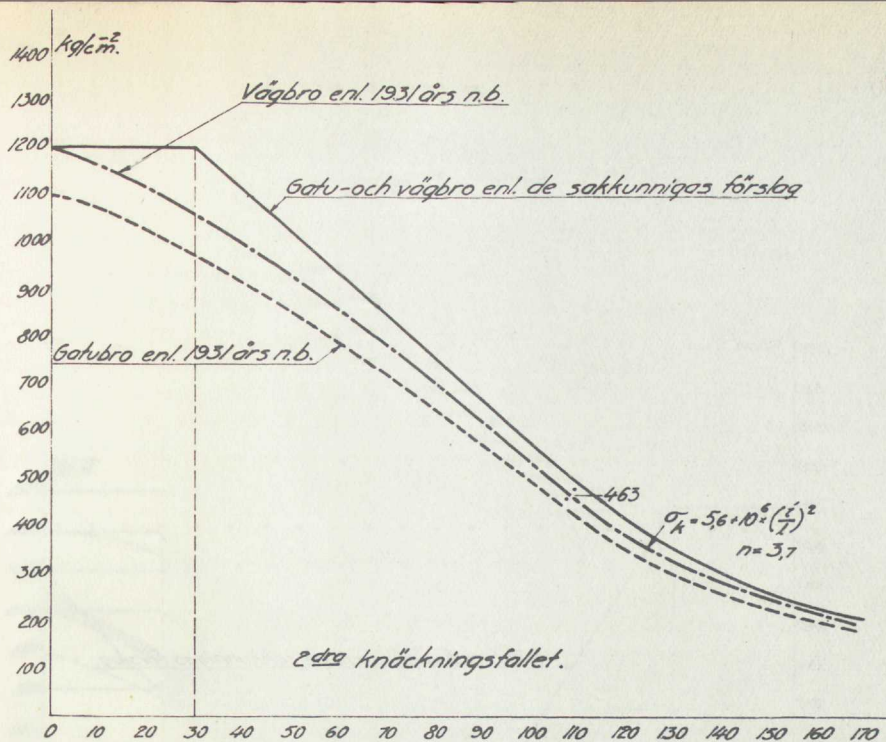


Fig. 29. Diagram utvisande tillåten knäckpåkänning i strävor $\frac{L}{T}$ av St. 37 vid normalt belastningsfall.

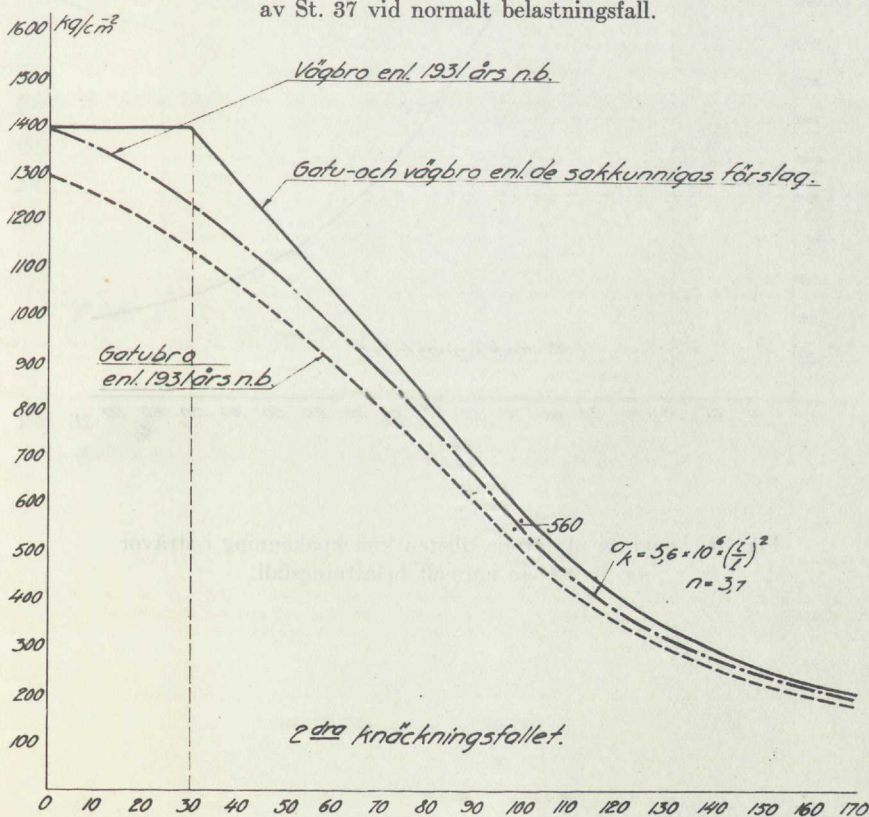


Fig. 30. Diagram utvisande tillåten knäckpåkänning i strävor $\frac{L}{T}$ av St. 44 vid normalt belastningsfall.

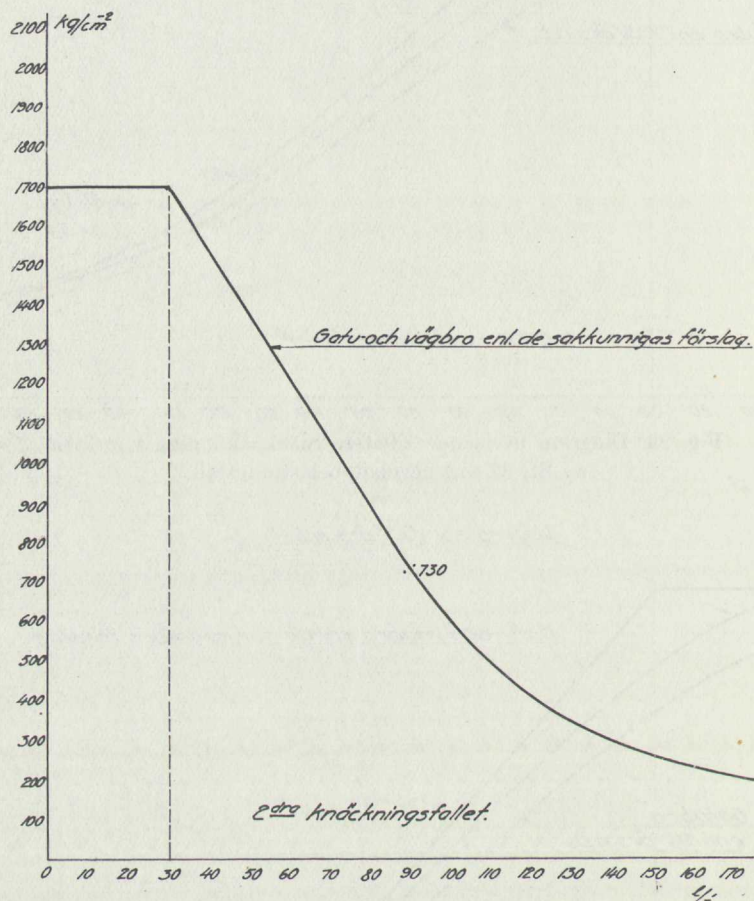


Fig. 31. Diagram utvisande tillåten knäckpåkänning i strävor av St. 52 vid normalt belastningsfall.

Material St. 37.

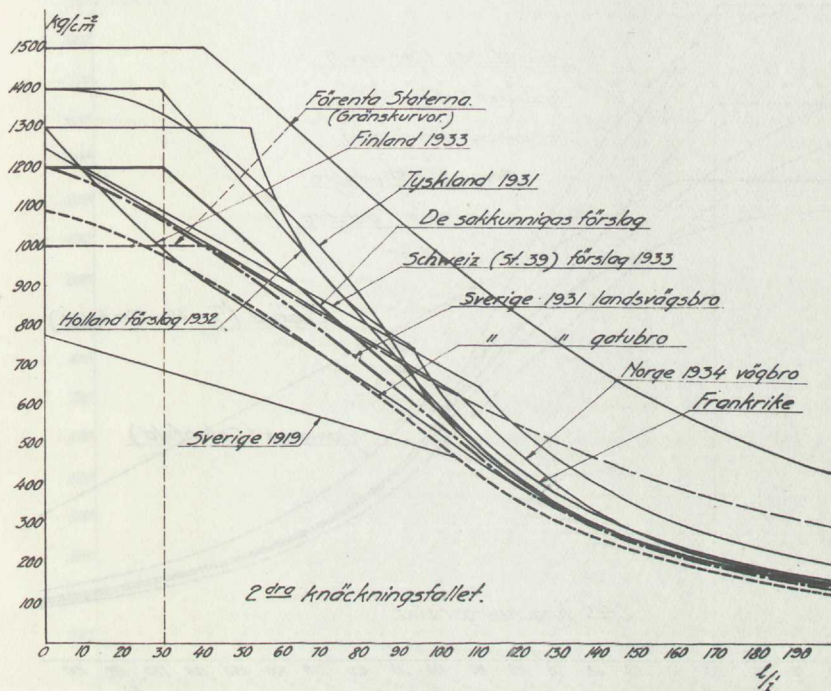


Fig. 32. Diagram utvisande tillåtna knäckpåkänningar i strävor av St. 37 för gatu- och vägbroar enligt gällande bestämmelser i angivna länder. Normalt belastningsfall.

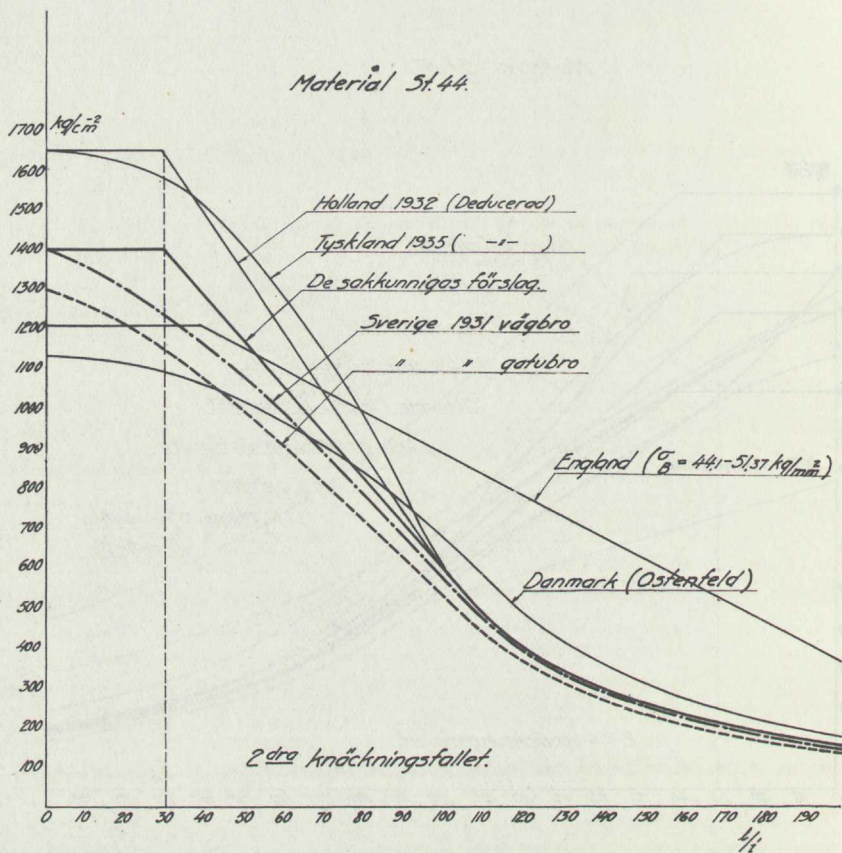


Fig. 33. Diagram utvisande tillåtna knäckpåkänningar i strävor av St. 44 för gatu- och vägbroar enligt gällande bestämmelser i angivna länder. Normalt belastningsfall.

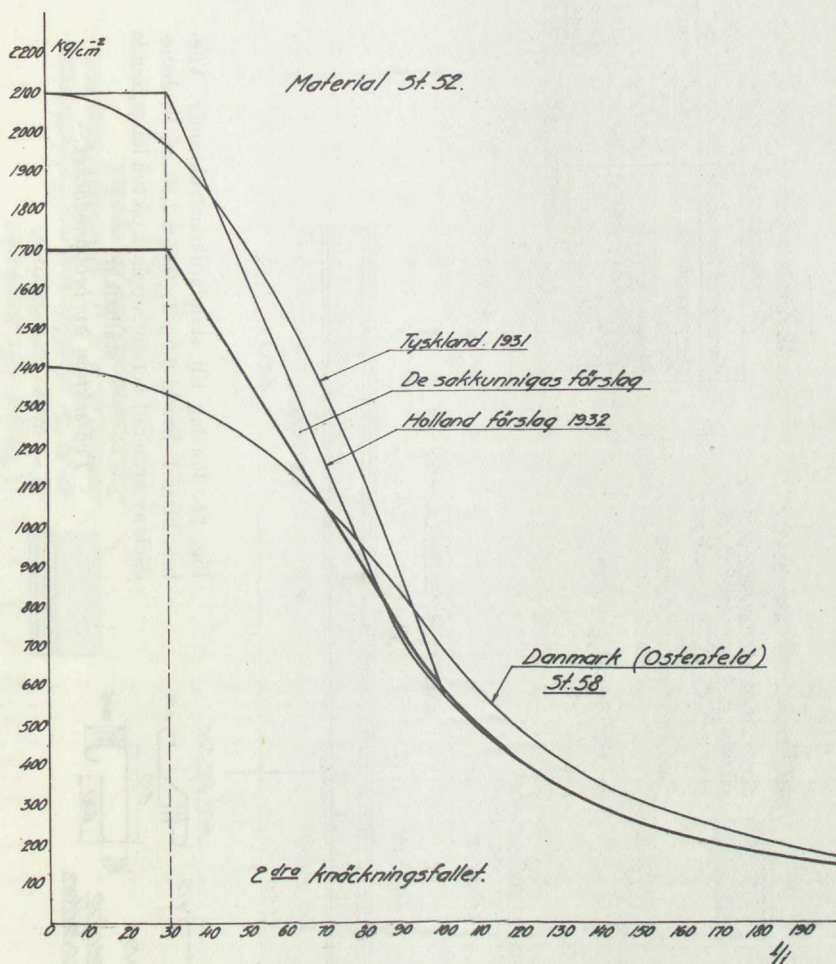


Fig. 34. Diagram utvisande tillåtna knäckpåkänningar i strävor av St. 52 för gatu- och vägbroar enligt gällande bestämmelser i angivna länder. Normalt belastningsfall.

30 mm gjut-eller sandastfalt.
Erent bestyrkning med astfalt-
börning och varmasfalt tjockt
med ett 2-5 mm sandlager.
Däck av armerad betong.

Stölpavstend
max. 1800

Btg. 350 hf. $\sigma_{B28} = 275$.

Materialbildning och vikt av
brobanan pr m' bro.

konstruktionsdel	Mängd	Vikt ton
Betongplatta	1.77 m ³	4.250
Formar	2.75 m ²	
Armeringsjärn	275 kg	
Asfaltbeläggning	6.0 m	0.395
Räcken		0.050
Montajoningar		0.045
Summa vikt		4.740 ton/m' bro

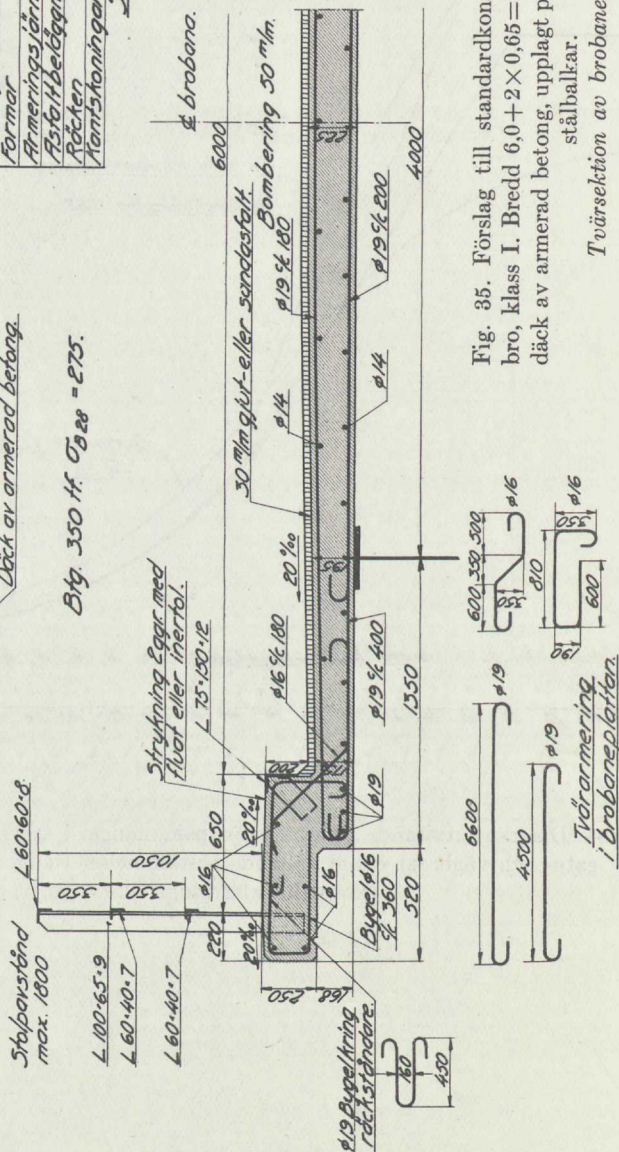


Fig. 35. Förslag till standardkonstruktioner. Väg-
bro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Brobane-
däck av armerad betong, upplagt på två långsgående
stålbalkar.

Tvärsektion av brobanedäcket.

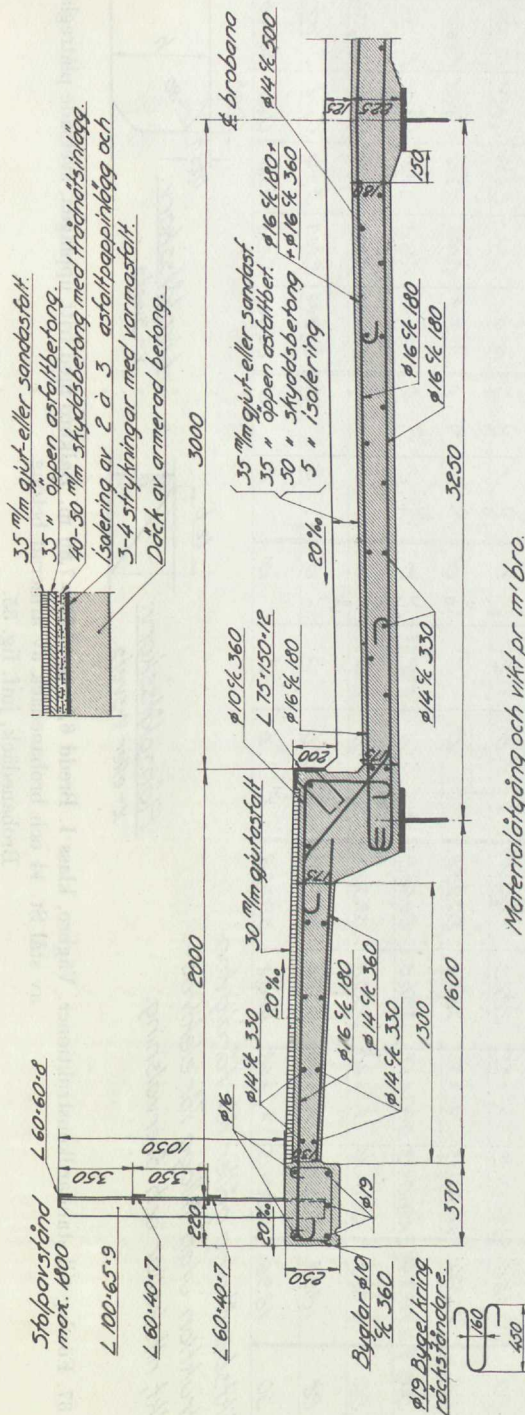


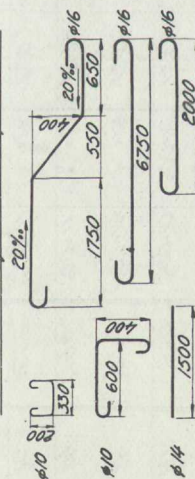
Fig. 36. Förslag till standardkonstruktioner. Gatu-
bro, klass I A. Bredd $6,0 + 2 \times 2,0 = 10,0$ m. Brobane-
däck av armerad betong, upplagt på två längsgående
stålbalkar.
Tvårsektion av brobandedäcket.

Tvärsektion av brobanedäcket.

Materialåtgång och vikt pr m'bro.

Konstruktionsziel	Menge	Virt kon
Betong	2,5	5,5
Formar	10,9 m ²	
Armeringsjern	290 kg	
Gjesteit p. gangb.	35 m ²	0,23
-"-	60 "	0,46
Arbeidsbetong	60 "	0,40
Gjesteit betong -"-	0,3 m ²	0,72
Isolerings	6,3 m ²	0,05
Rekten		0,050
Konstruksjonsar		0,045

Tvärmering i brobaneploffen.



Upplagstryck och max. moment för en
långregel. (Inkl. D.T.)

l i meter	Upplagstryck i ton			Max. moment i tm		
	Perm. last	Trafik- last	Summa last	Perm. last	Trafik- last	Summa last
10	13,3	23,1	36,4	33,3	47,5	80,8
12	16,1	24,3	40,4	48,4	60,5	108,9
14	19,1	25,6	44,7	66,6	75,0	141,6
16	22,0	26,6	48,6	88,0	90,6	178,6
18	25,1	27,7	52,8	113,0	106,9	219,9
20	28,3	28,8	57,1	141,5	124,5	266,0
22	31,6	29,6	61,2	173,6	141,6	315,2
24	34,9	30,6	65,5	209,5	161,3	370,8
26	38,4	31,8	70,2	249,3	182,5	431,8
28	42,0	32,9	74,9	294,0	203,8	497,8
30	45,8	33,8	79,6	343,1	226,1	569,2

Skiss visande fordonens uppställning
för farligaste belastning av långregel.

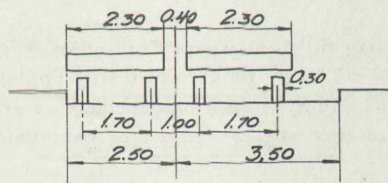


Fig. 38. Förslag till standardkonstruktioner. Vägbro, klass I.
Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Balkbro med fritt upplagda,
svetsade plåtreglar av stål St. 44 och brobanedäck av armerad
betong. Två långreglar c/c 4,00 m.

Brobanedäck, jmf. fig. 35.

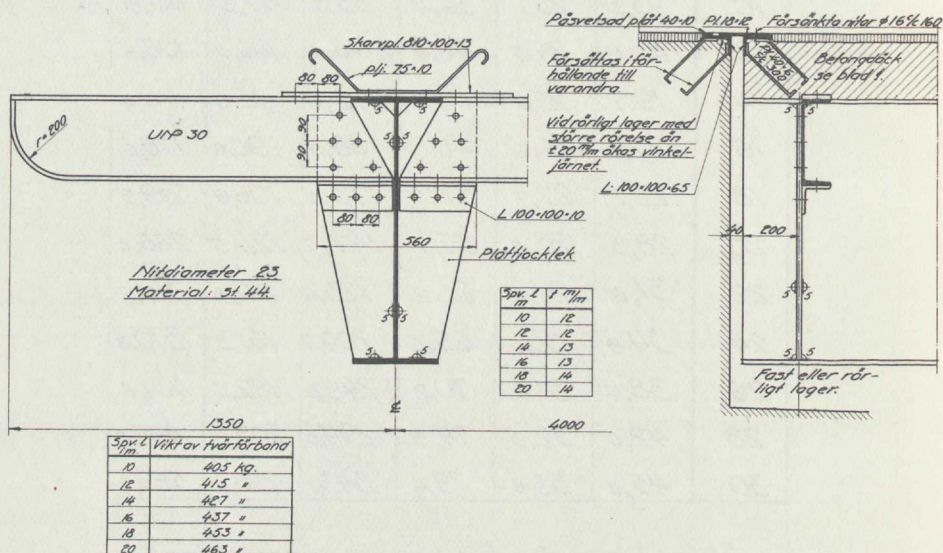


Fig. 39. Förslag till standardkonstruktioner. Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Balkbro med fritt upplagda, svetsade plåtreglar av stål St. 44 och brobanedäck av armerad betong. Tvärförband över upplag, typ a (för spännvidder $l = 10 - 20$ m.). Jmf. fig. 37.

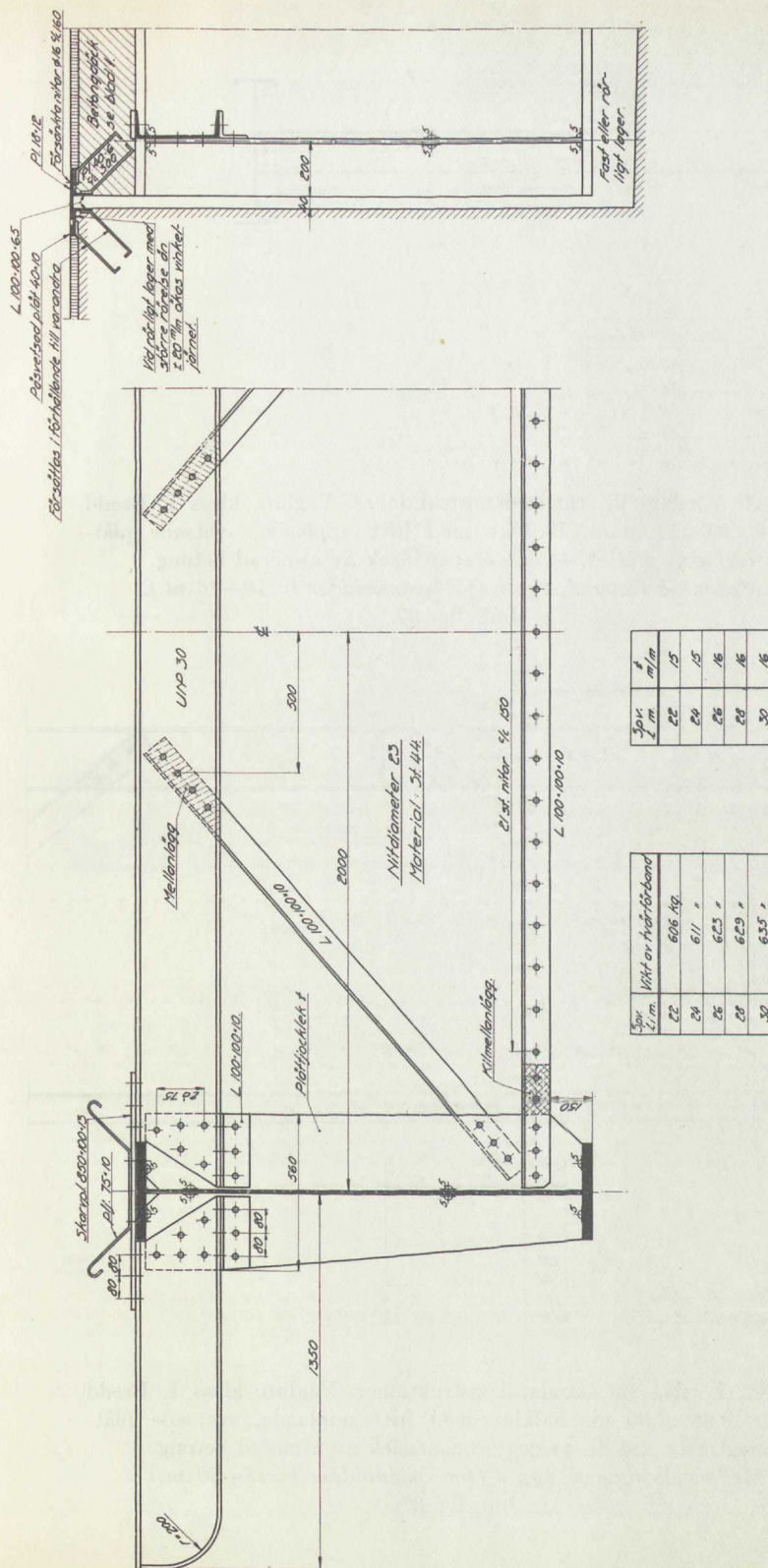
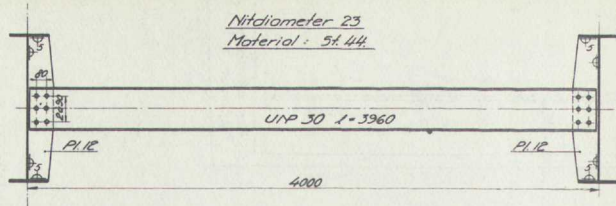


Fig. 40. Förlägg till standardkonstruktioner. Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Balkbro med fritt upplagda, svetsade plåttreglar av stål St. 44 och brobandedäck av armerad betong.

Twärförband över upplag, typ b (för spännvidder $l = 22-30$ m.).

Jmf. fig. 37.

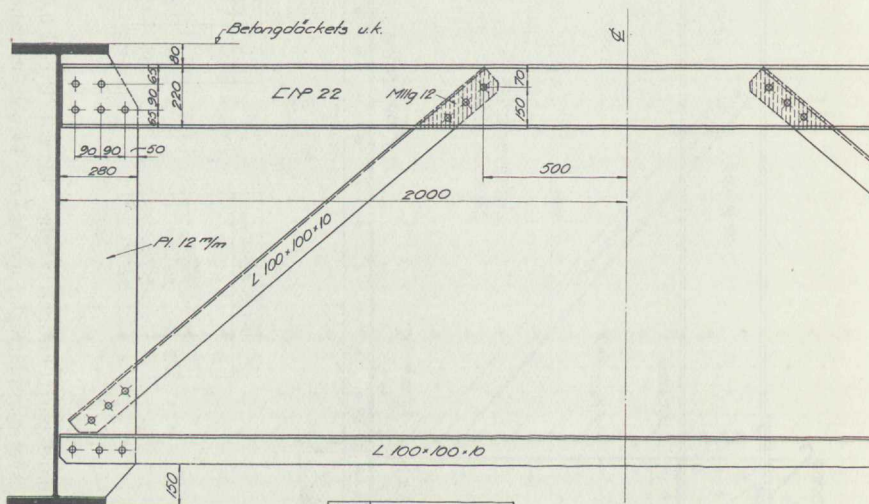


Sp. l i m	Vikt av tvärförband
10	213 kg
12	216 "
14	219 "
16	222 "

Fig. 41. Förslag till standardkonstruktioner. Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Balkbro med fritt upplagda, svetsade plåtreglar av stål St. 44 och brobanedäck av armerad betong.

Mellantvärförband, typ c (för spännvidder $l = 10 - 16$ m.).

Jmf. fig. 37.



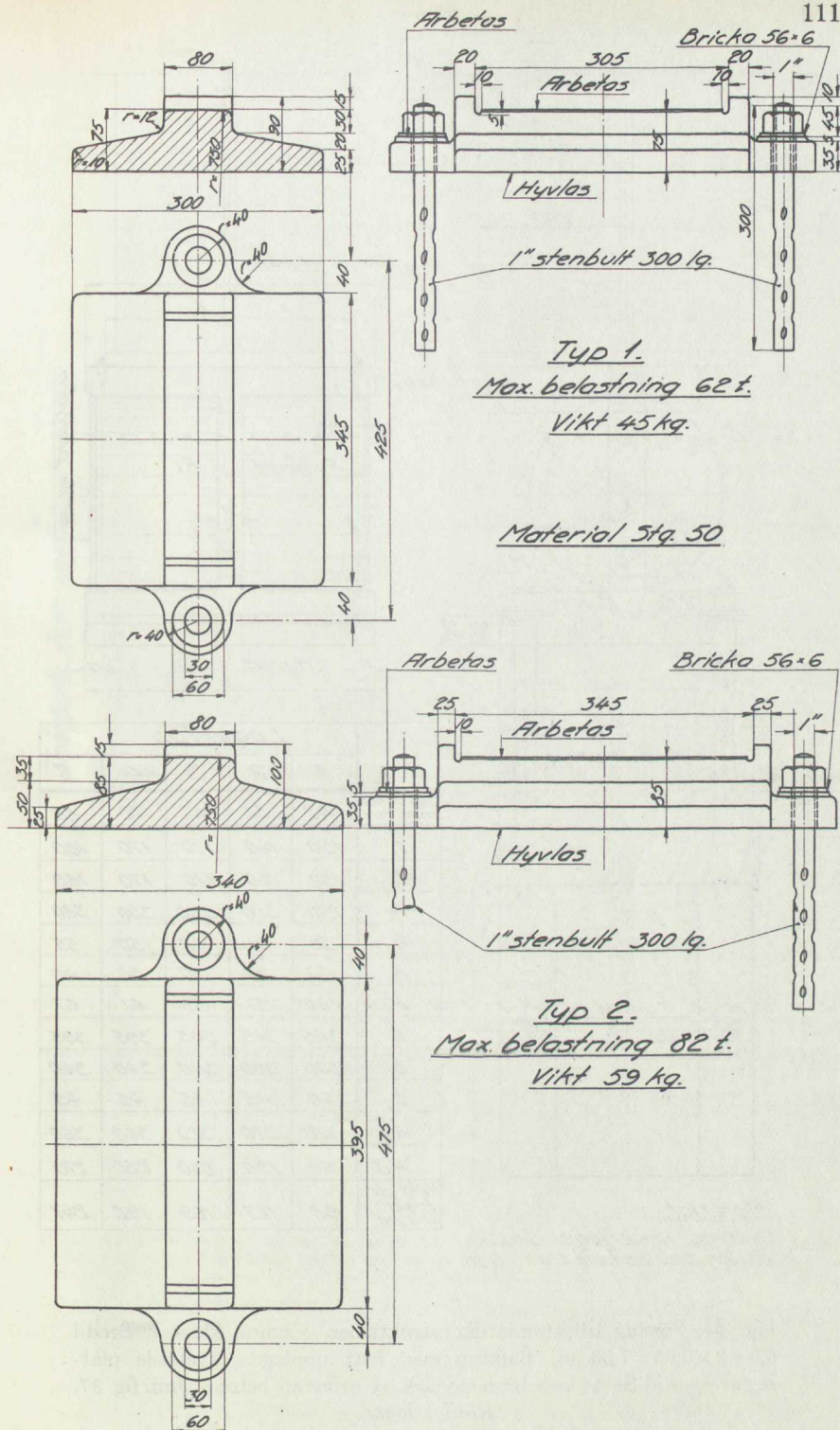
Sp. l i m	Vikt av tvärförband
18	304 kg
20	311 "
22	317 "
24	323 "
26	329 "
28	335 "
30	341 "

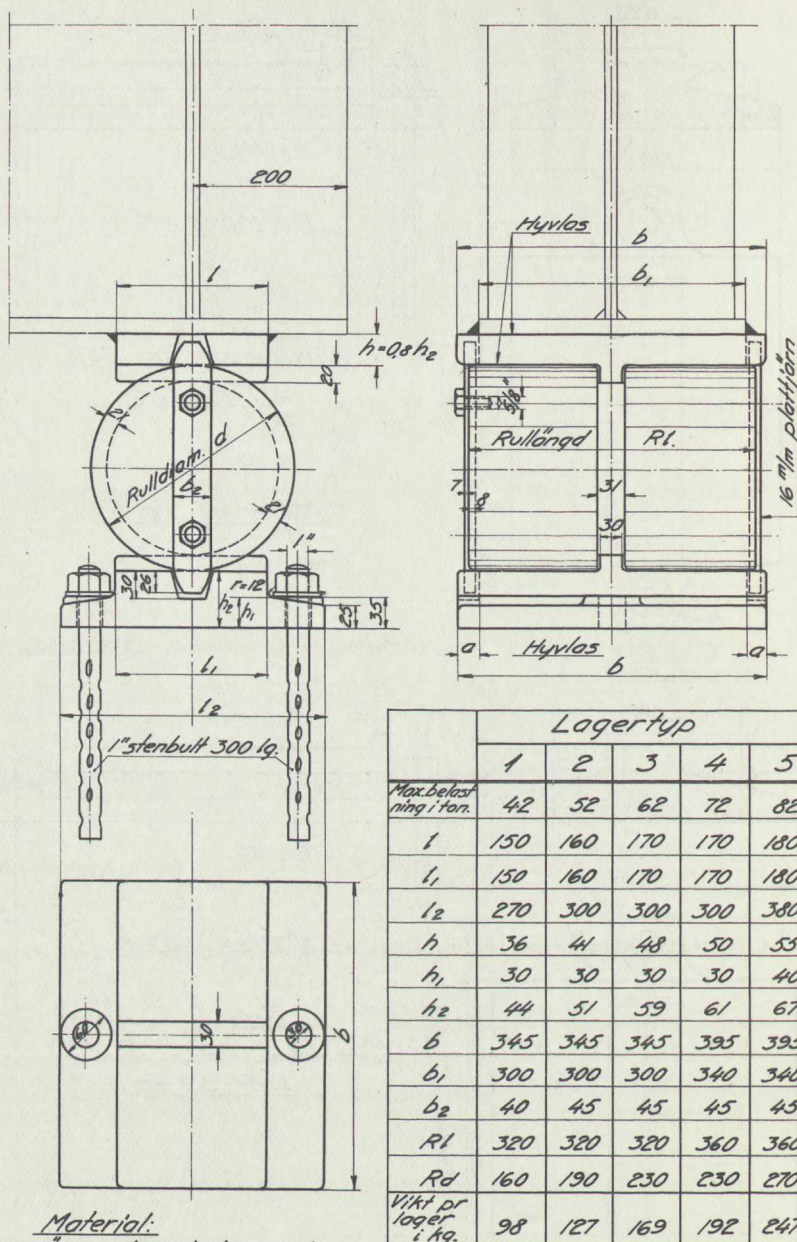
Nitdiameter 23
Material: St. 44

Fig. 42. Förslag till standardkonstruktioner. Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Balkbro med fritt upplagda, svetsade plåtreglar av stål St. 44 och brobanedäck av armerad betong.

Mellantvärförband, typ d (för spännvidder $l = 18 - 30$ m.).

Jmf. fig. 37.



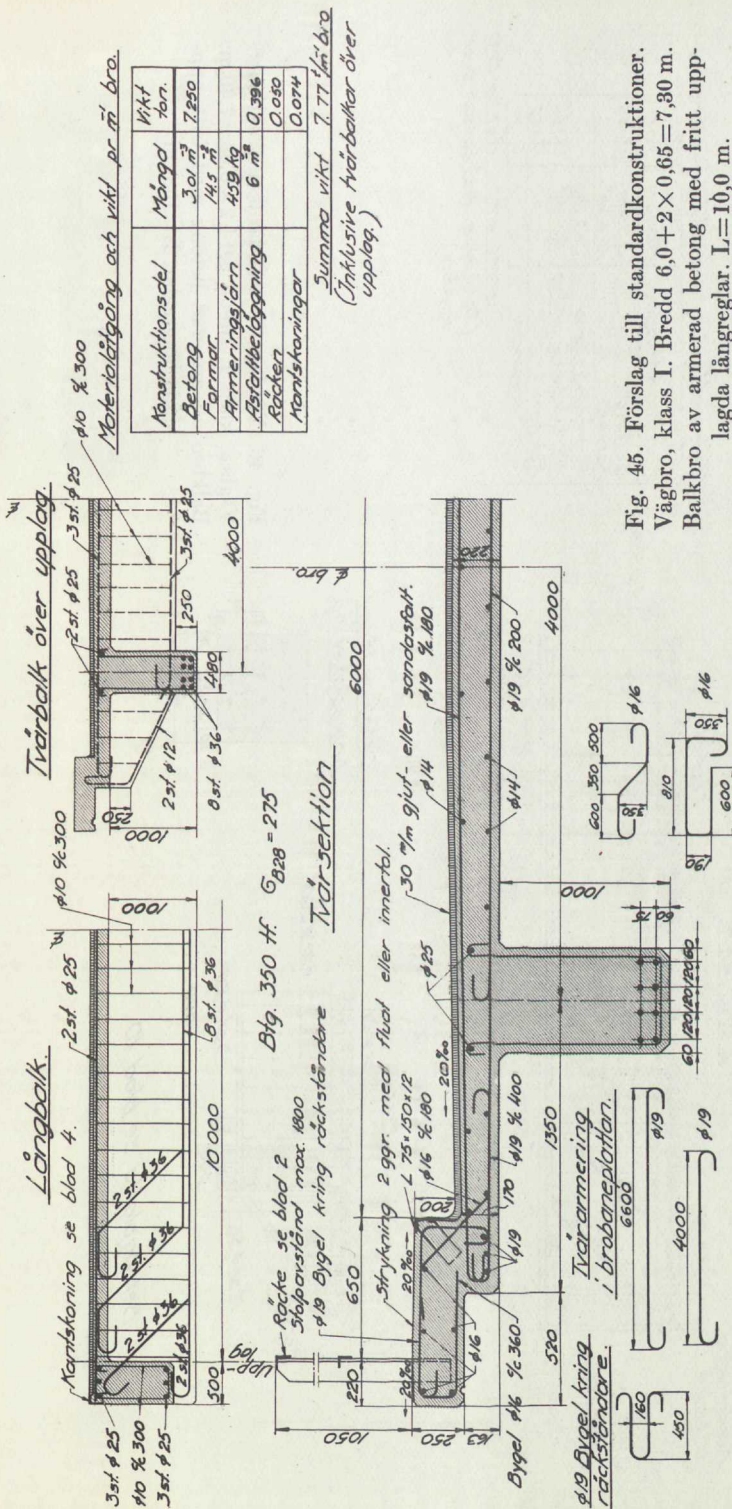


Material:

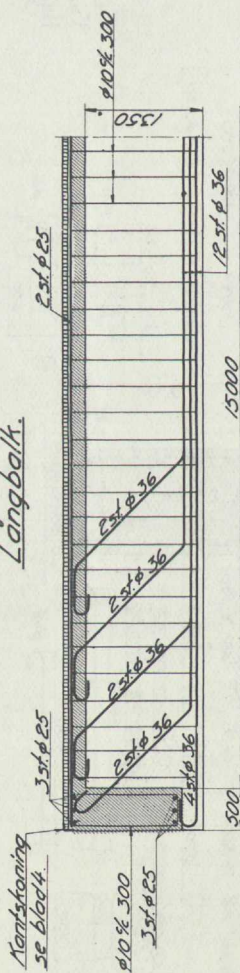
Över- och underlager Stg 50.
Rullar, stål kolhalt c:a 0,50.

Fig. 44. Förslag till standardkonstruktioner. Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m. Balkbro med fritt upplagda, svetsade plåtreglar av stål St. 44 och brobanedäck av armerad betong. Jmf. fig. 37.

Rörligt lager.



Långbalk.

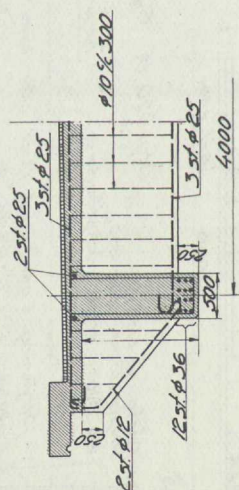


Materialåtgång och vikt pr m'bro

Konstruktionsdel	Mängd	Vikt ton
Betong	339 m ³	8150
Formar	156 m ²	
Armeringsjärn	373 kg	
Fästfästbeläggning	60 m ²	0396
Räcken		0050
Nattsmoningar		0074
Summa vikt		8671 m'bro

(Inklusive tvärbalkar över
upplag)

Tvårbalk över upplag.



Detaljer av långbalksarmering.

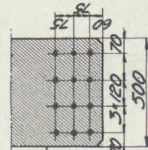


Fig. 46. Förslag till standardkonstruktioner.
Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m.
Balkbro av armerad betong med fritt upplagda långreglar. $L = 15,0$ m.

Betongplatta se blad 10.

Materialåtgång och vikt av
brobanan pr m' bro.

Konstruktionsdel	Mängd	Vikt ton
Betongplatta	265 m ³	6,570
Formar	9,30 m ²	
Armeringsjärn	250 kg.	
Fästaftbeläggning	60 m ²	0,396
Räcken		0,050
Namshänningar		0,045
Summa vikt		706 7/10 m' bro

$$\text{Btg. } 350 \text{ H. } 0_{928} = 275$$

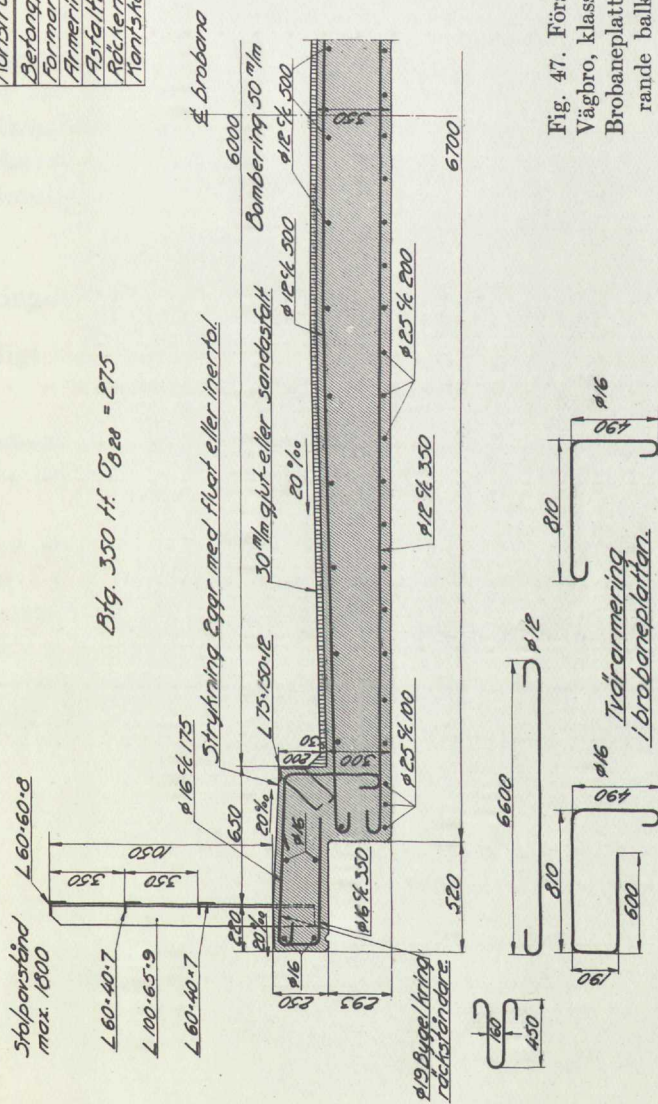


Fig. 47. Förslag till standardkonstruktioner.
Vägbro, klass I. Bredd $6,0 + 2 \times 0,65 = 7,30$ m.
Brobanaplatta av armerad betong utan bärande balkar (för mindre spännvidd).
Tvärsektion för bro med 5 m spännvidd.

FÖRSLAG TILL NORMALBESTÄMMELSER FÖR BERÄKNING, PROVNING OCH KONTROLL AV SVETSAD STÅLKONSTRUKTIONER TILL BROBYGGNADER.

(Svetsningsnormer.)

Där ej annorlunda stadgas i det följande, skola t. v. »1931 års normalbestämmelser för järnkonstruktioner» i tillämpliga delar gälla även för svetsade stålkonstruktioner.

Bestämmelserna avse i första rummet elektrisk ljusbågs svetsning, men kunna i tillämpliga delar även användas vid andra svetsförfaranden.

A. Beräkningsgrunder för svetsar.

1) Påkänningen ρ i svetsar, utsatta för dragning, tryck eller avskärning, beräknas enligt formeln $\rho = \frac{P}{\sum(al)}$

där

P = den genom svetsen överförda kraften,

l = svetsens längd utom ändkrattar och vid slitssvets lika med svetsens totala längd,

a = svetsens höjd, som vid *kälsvetsar* är lika med höjden i den inskrivna triangeln, fig. 1 a,

vid *slitssvetsar* lika med höjden i den triangel, som kan inskrivas i svetssträngen, fig. 1 b, samt

vid *stumsvetsar* lika med tjockleken av de sammansvetsade godsen. Äro godstjocklekarna olika, blir den mindre utslagsgivande, fig. 1 c.

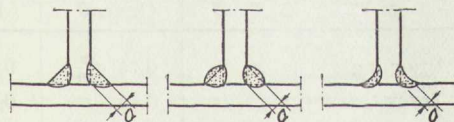


Fig. 1 a

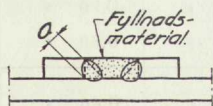


Fig. 1 b

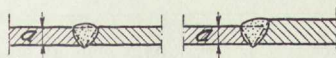


Fig. 1 c

2) Om svetsskarv skall överföra moment, beräknas verksamma svetsarean vid bestämning av motståndsmomentet enligt de grunder, som angivas under 1).

3) Åverkas en svetsskarv av både moment och avskärningskraft, beräknas påkänningen av moment enligt 2). Vid beräkning av skärpåkänningen iakttages, att i uttrycket $\Sigma (al)$ endast de svetsar medtagas, som på ett mera effektivt sätt medverka vid upptagande av avskärningskrafter. Maximispanningarna (huvudspänningarna) få härvid icke överstiga motsvarande tillåtna påkänningar enligt avd. B.

Den maximala påkänningen (huvudspänningen) kan därvid som regel beräknas enligt formeln

$$\sigma = \frac{\sigma_1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 + 4\tau_1^2}, \text{ där}$$

$\sigma_1 =$ påkänning på grund av moment

$\tau_1 =$ » » » » avskärningskraft.

4) Påläggsplåt å fläns e. d. anses fullt verksam först i det snitt, där den är ansluten med full sektion.

5) Svets, som på grund av svårtillgänglighet ej kan utföras på fullt effektivt sätt, betraktas ej som verksam vid hållfasthetsberäkningarna.

6) Vid excentrisk infästning eller kraftöverföring skola förekommande extraspanningar beaktas.

B. Tillåtna påkänningar i svetsar.

Tillåtna påkänningen ρ_{tn} ($= \sigma_{tn}$ resp. τ_{tn}) bestämmes ur ekvationen

$$\rho_{tn} = \sigma_{tn}^1 (0,8 + 0,2 \frac{A}{B}),$$

där σ_{tn}^1 erhålles ur efterföljande tabell,

A = spänningens numeriska minimivärde,

B = » » » » maximivärde.

Värdena på A och B insätts med sina tecken.

Svetstyp	Spänningsart	σ_{tn}^1		
		St. 37 kg/cm ²	St. 44 kg/cm ²	St. 52 kg/cm ²
Stumsvets	Dragning	0,75 σ_{tn}^d	0,75 σ_{tn}^d	0,60 σ_{tn}^d
	Tryck	0,90 »	0,90 »	0,80 »
	Böjning	Dragzon	0,75 »	0,60 »
			Tryckzon	0,90 »
	Avskärning	0,60 »	0,60 »	0,50 »
Kälsvets	Alla slag av spänningar	0,60 »	0,60 »	0,50 »

där σ_{tn}^d = tillåten dragpåkänning i respektive grundmaterial.¹ (Not sid. 119)

Vid vertikalsvetsning samt horisontalsvetsning å vertikal yta, ävensom vid underuppsvetsning, minskas ovanstående värden med 20 %.

De tillåtna påkänningarnas variationer som funktion av $\frac{A}{B}$ enligt de sakkunnigas förslag i jämförelse med dels väg- och vattenbyggnadstyrelsens cirkulär av 1934, dels tillämpade eller föreslagna bestämmelser i Tyskland och Schweiz framgå närmare av bilagorna 1 och 2.

C. Konstruktiv utbildning.

1) Svetsskarvarna förläggas och utbildas så, att de kunna utföras på ett i tekniskt hänseende fullt tillfredsställande sätt, varvid nödig hänsyn tas till svetsningens art. Fogar, som förutsätta vertikal- och underuppsvetsning, må endast anordnas med vederbörande myndighets (beställares) medgivande från fall till fall.

Fackverkskonstruktioner, som äro utsatta för dynamisk påverkan, böra t. v. ej utföras medelst svetsning.

2) Vid anslutning av pålägsplåt eller annan konstruktionsdel medelst svets i kraftens riktning (skarv- eller infästningsförband) får den beräknade verksamma svetslängden ej överstiga $40a$, där a = svetshöjden, se fig. 1 a.

3) Vid slitssvetsar, se fig. 1 b och 2, skall slitsens bredd b vara minst $3a$ eller minst $1,5t$. Minsta fria tvärvståndet c mellan slitsarna skall vara $3t$, där a = svetshöjden och t = plåttjockleken.

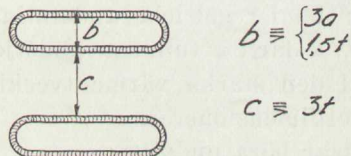


Fig. 2

4) Förekommer mer än en flänsplåt på trycksidan i en balk e. d., skall pålägsplåten, förutom med kälsvetsar längs bägge kanterna, jämväl vara fästad vid den under- eller överliggande flänsplåten medelst slitssvetsar på lämpligt sätt, därest förhållandet mellan plåtbredden och plåttjock-

¹ Vid tillämpning av den i 1931 års väg- och brosakkunnigas betänkande angående broarna ifrågasatta differentieringen av tillåtna påkänningar i grundmaterialet beräknas tillåtna påkänningen i svetsfogar ur ekvationen

$$\rho_{tn} = \sigma_{tn}^1 (0,71 + 0,24 \frac{A}{B}), \text{ där}$$

σ_{tn}^1 erhålles ur vidstående tabell, om σ_{tn}^d utbytes mot $\sigma_{tn \text{ max.}}$ = tillåten gränspåkänning i grundmaterialet för dragning vid vilobelastning; jmf del II, kap. IV, sid. 37 av de sakkunnigas betänkande.

leken är större än 20. I stället för en bredare plåt med slitsar användes hellre två smalare plåtar.

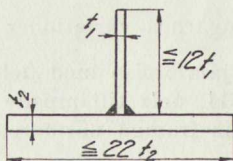


Fig. 3

Hos konstruktionsdelar med $\perp$ -sektion skola i regel förefinnas de relationer mellan plåttjocklekar och breddmått, som framgå av fig. 3.

6) I svetsade balkar bör livtjockleken icke understiga 10 mm och flänsbredden icke överstiga 22 ggr fläns-tjockleken.

7) I plåtbalk e. d., vars flänsplåtar äro försedda med livanvisning, s. k. näsprofil, får svetsstjockleken icke understiga den minsta plåttjockleken. Övergången från livet till näsan på flänsplåten måste vara jämn, i ungefärlig överensstämmelse med fig. 4.

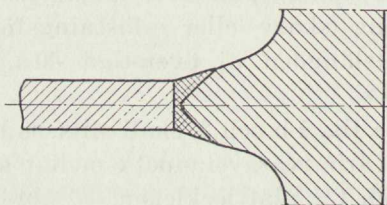


Fig. 4.

8) I kälsvets får a-måttet i regel icke understiga 5 mm, men bör i allmänhet icke överstiga 0,7 t, där t = tunnaste godstjockleken hos anslutande plåtar. Med hänsyn till den starka värmeutvecklingen bör svetsen icke utan tvingande skäl överdimensioneras.

9) Intermittenta svetsar böra undvikas.

10) I dragen balkfläns bör anslutning av påläggsplåt eller livstötta medelst tvärsvets om möjligt undvikas.

11) Skarpa övergångar mellan tunnare och tjockare tvärsnitt böra undvikas.

12) Anhopning av svetsar bör likaledes undvikas.

D. Leverans och tillverkning av svetsade konstruktioner.

1) I samband med varje leverans av svetsade konstruktioner skall entreprenören snarast möjligt efter beställning framlägga en detaljerad bearbetnings- och svetsningsplan för såväl arbetet i verkstaden som på uppsättningsplatsen. I den mån planen berör arbetets kvalitet, skall den godkännas av vederbörande myndighet (beställare), innan svetsningsarbetet får

påbörjas. Eventuella ändringar skola jämväl godkännas av vederbörande. Den av entreprenören uppgjorda svetsningsplanen skall i tveksamma fall motiveras och, om så påfordras, styrkas genom utförande av lämpliga prov.

Svetsningsarbetet skall från entreprenörens sida ständigt övervakas och kontrolleras av en svetsmästare, som godkännes av beställaren.

Redan i anbudet bör uppgivas vilka elektroder, som förutsätts komma till användning vid arbetet. Genom certifikat från vederbörande elektrod-fabrikant bör dessutom elektrodernas lämplighet för det avsedda ändamålet styrkas.

Vidare bör anbudsgivare lämna följande upplysningar om sig själv eller eventuell underentreprenör:

a) Genomsnittliga antalet utbildade svetsare, som äro anställda hos entreprenören.

b) Antalet svetsare, som beräknas bliva sysselsatta vid det i anbudet avsedda arbetet, och huru många av dessa, som eventuellt behöva nyanställas.

c) Antal arbetsledare, som beräknas komma att övervaka arbetet, samt deras kvalifikationer.

2) Arbetet skall övervakas av kontrollant, som utses av vederbörande myndighet, eventuellt beställaren.

3) Svetsning får endast utföras av vana svetsare, som fullgjort godkända prov enligt avdelning G.

4) De använda elektroderna skola uppfylla de i avdelning F föreskrivna proven och vara av jämn kvalitet. Elektroderna skola utan att försämrats tåla transport, lagring och hantering vid svetsningsarbetets utförande. Beläggningen får icke hava någon märkbar defekt och måste vara exakt koncentrisk med järnkärnan. Tjockleksvariationerna hos kärnan få ej överstiga $\pm 0,1$ mm för kärndiameter $d \leq 4$ mm och $\pm 0,2$ mm för $d > 4$ mm. I avseende på beläggningens tjocklek tillåtes en variation av ± 10 %.

5) Vertikal- och underuppsvetsning får endast ske med vederbörigt tillstånd. Svetsning å uppsättningsplatsen bör i möjligaste mån undvikas och får endast ske med vederbörande myndighets (beställares) medgivande.

6) Vid regn eller fuktig väderlek får svetsning endast ske under skyddstak e. d. Elektroder och arbetsstycken skola vid svetsningen vara fullständigt torra. Svetsning vid lägre temperatur än -5° C må icke ske utan kontrollantens medgivande.

7) Fastställda svetsdimensioner skola innehållas och böra ej onödigt överskridas.

8) Vid svetsning skall för ändamålet lämplig strömstyrka komma till användning.

»Inbränningsdiken» få ej förekomma.

Svetsen skall ha en jämn och slät yta utan blåsor och sprutdroppar, »svetsloppor». Eventuella fel få ej döljas genom hamring.

Vid elektrodombyte skall den nya elektroden sättas ned så, att kratern från den föregående täckes.

Lokal kallbearbetning av svetsar i avsikt att sträcka materialet är ej tillåten.

Utdrygning av svets med osmält material får icke förekomma.

9) Delar, som äro avsedda att sammansvetsas, skola vara omsorgsfullt riktade och bearbetade. Eventuell efterriktning får icke överdrivas, så att farliga spänningar kunna uppkomma i materialet.

Delarna skola vara befriade från rost, valsslagg och andra föroreningar å de ytor, som direkt beröras av svetsningen. Nämda ytor få ej heller bestrykas med blymönja eller annan färg.

Svetsar få icke övermålas, förrän de blivit besiktigade och godkända av kontrollanten.

10) Samtliga svetsar förses med tydlig och varaktig markering, utvisande den svetsare, som utfört arbetet.

11) Entreprenören har i övrigt att ställa sig till efterrättelse de särskilda föreskrifter, som kunna komma att meddelas av vederbörande myndighet eller av kontrollanten under arbetets gång.

E. Kontroll och besiktning.

1) Entreprenören är skyldig att kostnadsfritt tillhandahålla redskap och hantlangning för provning och besiktning av de i leveransen ingående konstruktionerna, ävensom att bekosta föreskrivna elektrod- och svetsareprov.

2) I verkstaden skall kontrollanten bl. a. tillse, att den fastställda bearbetnings- och svetsningsplanen följes samt att bestämmelserna i avd. D mom. 2—11 iakttagas.

Eventuella kastningar hos plåtbalkar o. d. undersökas genom uppmätning av flänsplåtens vinkel i förhållande till livet; därjämte kontrolleras, att alla plåtar äro plana efter svetsningen. Eventuella toleranser för avvikelser av denna art bestämmas i varje särskilt fall.

Vidare tillses, att livplåten överallt har centralt läge i förhållande till eventuell näsa på flänsplåten, ävensom att näsan är central.

Stickprov tagas i syfte att konstatera noggrannheten och ansvarskänslan hos svetsaren vid svetsningsarbetets utförande. För kontroll av inbränning och bindning utföras borr- eller mejselprov. I vissa fall må även uttagas mindre provstycken ur den färdiga konstruktionen, vilka provbelastas till brott. Blotta sådana stickprov en dålig inbränning eller bindning, skall felets orsaker undersökas och fastställas, så att rättelse snarast kan ske.

Eventuellt behov av en mera ingående provning av svetsarna med tillhjälp av specialapparat e. d. avgöres från fall till fall. Andra kontroll-

åtgärder än de, som föreskrivas i mom. 1, samt fördelningen av kostnaderna härför, fixeras lämpligen i leveranskontraktet.

Provb belastning av balkar och andra svetsade konstruktioner utföres i den omfattning, som påfordras av vederbörande myndighet. Detta sker genom överbelastning i förhållande till den normerande lasten enligt bestämmelser i varje särskilt fall. Under provbelastningen skola deformationerna undersökas, samtidigt som svetsfogarna noga observeras med avseende på eventuella sprickbildningar.

Om vederbörande myndighet så påfordrar, provbelastas därjämte en eller flera konstruktionsdelar till brott i enlighet med av myndigheten lämnade närmare anvisningar. Kostnaderna för sådana prov bestridas av beställaren, såvitt ej annorlunda stadgas i leveranskontraktet eller annan överenskommelse därom på förhand träffats.

Vid provbelastningar föres protokoll över belastningar samt uppmätta påkänningar och deformationer m. m., varjämte en noggrann uppmätning och uppritning av den eller de till brott belastade konstruktionsdelarna verkställles.

3) Beträffande kontrollen på uppsättningsplatsen gälla i tillämpliga delar, vad som anförts härom under 1) och 2).

F. Provning av elektroder.

1) Provningen avser att fastställa elektrodernas lämplighet. Den skall försiggå i kontrollantens närvaro och omfatta nedanstående elektrodprov nr 1—4. Elektrodprov nr 5 fordras endast i de fall, som anges under elektrodprov nr 4. Samtliga provstycken skola uppfylla de angivna fordringarna.

För elektrodsorter, som äro avsedda för endast käl- eller endast stumsvetsning må ett eller flera av dessa prov utgå eller ersättas av andra prov.

Proven utföras med horisontal-,¹ vertikal- eller underuppsvets, allt efter de lägen vari elektroderna skola användas. Om samma elektrodsort användes för svetsning i olika lägen, skall provning ske i varje särskilt läge.

Ovannämnda provning kan påfordras för varje elektrodleverans eller, om leveransen överstiger 2 ton, för varje kvantitet om 2 ton.

2) För samtliga provstycken användes samma grundmaterial som i den för svetsning avsedda konstruktionen.

Värmebehandling eller kallbearbetning av provstycke får ej förekomma. Angivna svetsdimensioner å provstyckena skola noggrant innehållas.

De angivna hållfasthetsfordringarna äro att betrakta som minimivärden. Samtliga provstycken förses med tydlig och varaktig markering, utvisande den svetsare, som utfört provet.

3) Provstycken och fordringar.

¹ »Plansvets» enligt Svenska studiekommisionens för svetningsfrågor nomenklatur.

Elektroprov nr 1.

Provet omfattar 2 provstycken enligt fig. 5 och 6, sid. 127, med V-, X- eller K-fog, allteftersom den ena eller den andra av dessa fogtyper till övervägande del förekommer i konstruktionen. Brothållfastheten vid dragning skall vara minst lika stor som den fordrade minimibrothållfastheten hos grundmaterialet.

Elektroprov nr 2.

Provet omfattar 2 provstycken enligt fig. 6 och 7, sid. 127, vilka bockas som fig. 8 utvisar, varvid iakttages, att svetsen noggrant centreras under dornen. Bockningsvinkeln α skall minst uppgå till nedanstående värden, innan första sprickan uppträder:

Grundmaterial	α
St. 37	60°
St. 44	60°
St. 52	50°

Elektroprov nr 3. (Korsprov.)

Provet omfattar 2 provstycken med utförande enligt fig. 9, sid. 127. Brothållfastheten vid dragning σ_B skall härvid uppgå till minst 80 % av den fordrade minimibrothållfastheten hos grundmaterialet. Inbränningsdiken få ej förekomma. Bindningen skall vara god även i hörnen. σ_B beräknas ur formeln $\sigma_B = \frac{P_B}{2ab}$ där P_B = brottlasten, a = svetshöjden och b = svetssträngens längd.

Elektroprov nr 4.

Provet omfattar 2 provstycken, uppbyggda av elektrodmaterial enligt fig. 10, sid. 127. Provet skall vid dragning uppfylla samma fordringar i avseende på sträckgräns och brottgräns, som gälla för grundmaterialet. Tjänjbarheten, mätt å en mätlängd = 5 ggr diametern, skall vara minst 20 %. Kontraktionen skall vara minst 50 %.

Om fordran på kontraktion i prov 4 icke uppfylles, men däremot prov nr 5 kan godkännas, får det förstnämnda provet jämväl anses godkänt.

Elektroprov nr 5. (Slagprov.)

Provet omfattar 3 Charpystavar enligt fig. 11, sid. 127. Slagsegheten skall uppgå till minst 6 kgm/cm² vid +18° C för St. 37 och St. 44 och till minst 5 kgm/cm² för St. 52.

G. Prövning av svetsare.

1) Provs svetsningen skall utföras med samma svetsningsaggregat och samma elektroder, som användas eller äro avsedda att komma till användning vid arbetets utförande, samt under samma förhållanden, som förekomma på arbetsplatsen. Svetsningen utföres i kontrollantens närvaro och omfattar *antingen* svetsareproven nr 1 och 2 *eller* svetsareprov nr 3 *eller* eventuellt samtliga prov, beroende på svetsningsarbetets art.

Eventuellt kan beställaren även fordra slagprov, vilket utföres på samma sätt som elektrodprov nr 5, varvid slagseggheten skall uppgå till minst 90 % av de värden, som uppnås vid motsvarande elektrodprov.

Proven utföras med horisontal-, vertikal- eller underuppsvets, allt efter arten av den svetsning, varmed svetsare är sysselsatt eller skall sysselsättas.

Underuppsvetsning tilldelas arbetare, som äro vana vid sådan svetsning. Dessa skola utföra motsvarande prov omedelbart före arbetets påbörjande.

För att svetsare skall kunna godkännas, måste samtliga föreskrivna prov uppfylla de stadgade fordringarna. Kontrollanten må dock, om han så finner lämpligt, medgiva, att ej godkänt prov upprepas en gång. Blir ej heller detta godkänt, får förnyad prövning äga rum tidigast efter tre månader.

Varje svetsare provas i regel en gång var tredje månad, kontrollanten dock obetaget att påfordra extra prov, när helst han finner det vara av behovet påkallat.

Arbetare, som ej blivit godkänd, får icke utföra sådant svetsningsarbete, varom här är fråga.

Över utförda prov skall kontrollanten upprätta protokoll, innehållande alla erforderliga uppgifter för bedömning av provet. Ett exemplar av protokollet överlämnas till entreprenören och skall på begäran uppvisas för vederbörande myndighet och dess kontrollanter.

Då nytt arbete påbörjas, må nya svetsareprov ej påfordras, därest tidigare utförda prov, avseende likartat arbete, fortfarande äga giltighet.

2) Vad som stadgas i avdelning F, mom. 2, gäller även för svetsareproven.

3) Provstycken och fordringar.

Svetsareprov nr 1.

Provets omfattning och utförande, se elektrodprov nr 1. Fordringar: Minst 90 % av de värden, som normalt uppnås vid prövning av samma elektrod. Brottytan får ej visa håligheter eller slagginneslutningar.

Svetsareprov nr 2.

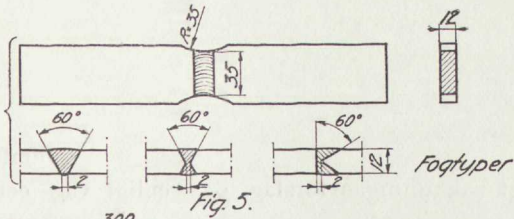
Provets omfattning och utförande, se elektrodprov nr 2. Fordringar: Minst 90 % av de värden, som normalt uppnås vid provning av samma elektrod.

Svetsareprov nr 3.

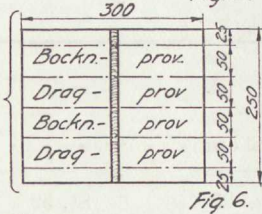
Provets omfattning och utförande, se elektrodprov nr 3. Fordringar: Minst 90 % av de värden, som normalt uppnås vid provning av samma elektrod. Inbränningsdiken få ej förekomma. Bindningen skall vara god, även i hörnen. Brottytorna få ej visa håligheter eller slagginneslutningar.

Svetsprovstycken.

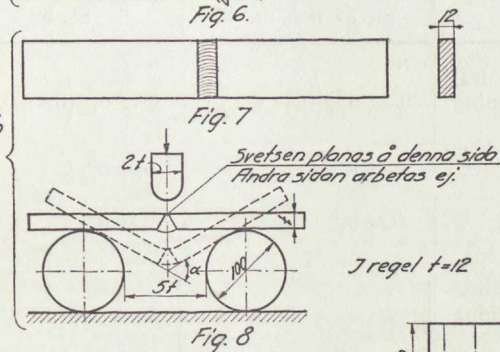
Elektrod-och
svetsareprov
№ 1
Dragprov



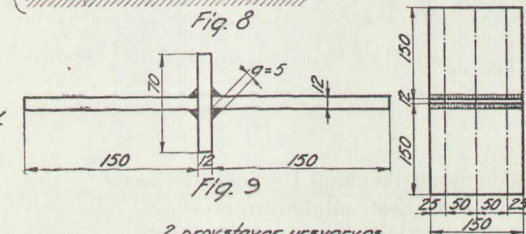
Provstycken



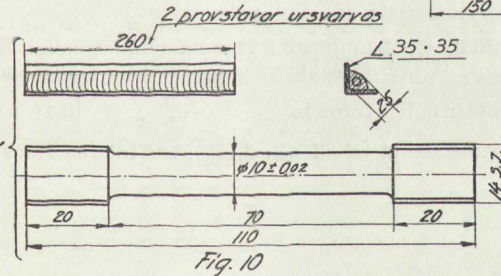
Elektrod-och
svetsareprov
№ 2
Bockningsprov



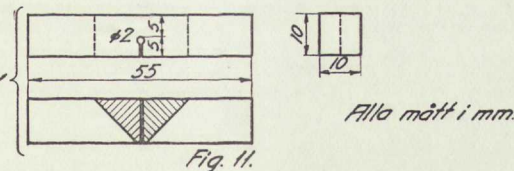
Elektrod-och
svetsareprov.
№ 3
Korsprov



Elektrodprov
№ 4.



Elektrodprov
№ 5
Slagprov.



Jämförande tablå över tillåtna

dels enligt sakkunnigas förslag, dels enligt väg- och vattenbyggnadsstyrelsens
i Tyskland

Svetsstyp	Slag av spänning	Tillåtna		
		Sverige		
		Sakkunnigas förslag		Väg- och vatten cirkulär
		St. 37 och St. 44	St. 52	Verkstadssvets
Stumsvets	Dragning (drag- zon vid böjning)	n $0,75 \sigma_{tn}^d \left(0,8 + 0,2 \frac{A}{B} \right)$	n $0,60 \sigma_{tn}^d \left(0,8 + 0,2 \frac{A}{B} \right)$	n $0,70 \sigma_{tn}^d \frac{2}{3 - \frac{A}{B}}$
	Tryck (tryckzon vid böjning) . .	$0,90 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$	$0,80 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$	$0,90 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$
	Avskärning . . .	$0,60 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$	$0,50 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$	$0,60 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$
Källsvets	Dragning (drag- zon vid böjning)	$0,60 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$	$0,50 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$	$0,60 \sigma_{tn}^d (\quad \triangleright \quad)$
	Tryck (tryckzon vid böjning) . .			
	Avskärning . . .			

där σ_{tn}^d = tillåten dragpåkänning i grundmaterialet,

A = spänningens numeriska minimivärde och

B = spänningens numeriska maximivärde.

Med variabla tillåtna påkänningar i grundmaterialet enligt de sakkunnigas förslag — jmf sid. 37, del II, kap. IV av de sakkunnigas betänkande angående broarna — beräknas tillåtna påkänningen i svetsar enligt formeln $\rho_{tn} = n \cdot \sigma_{tn}^d \max. \left(0,71 + 0,24 \frac{A}{B} \right)$, där n = utnyttningsskoefficienten i ovanstående tabell och $\sigma_{tn}^d \max.$ = tillåtna gränspåkänningen i grundmaterialet vid dragning.

Bilaga 1.

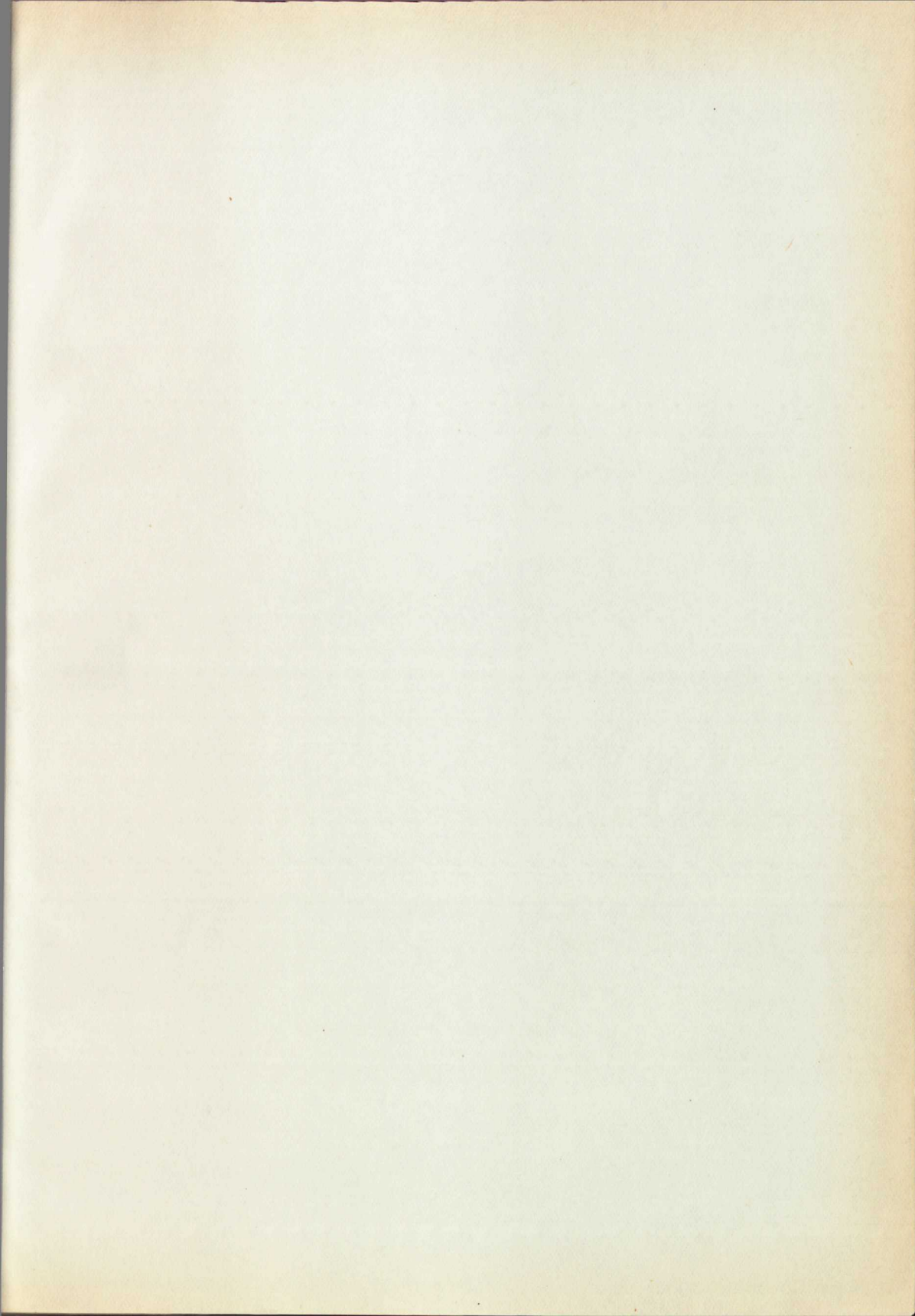
påkänningar i svetsar,

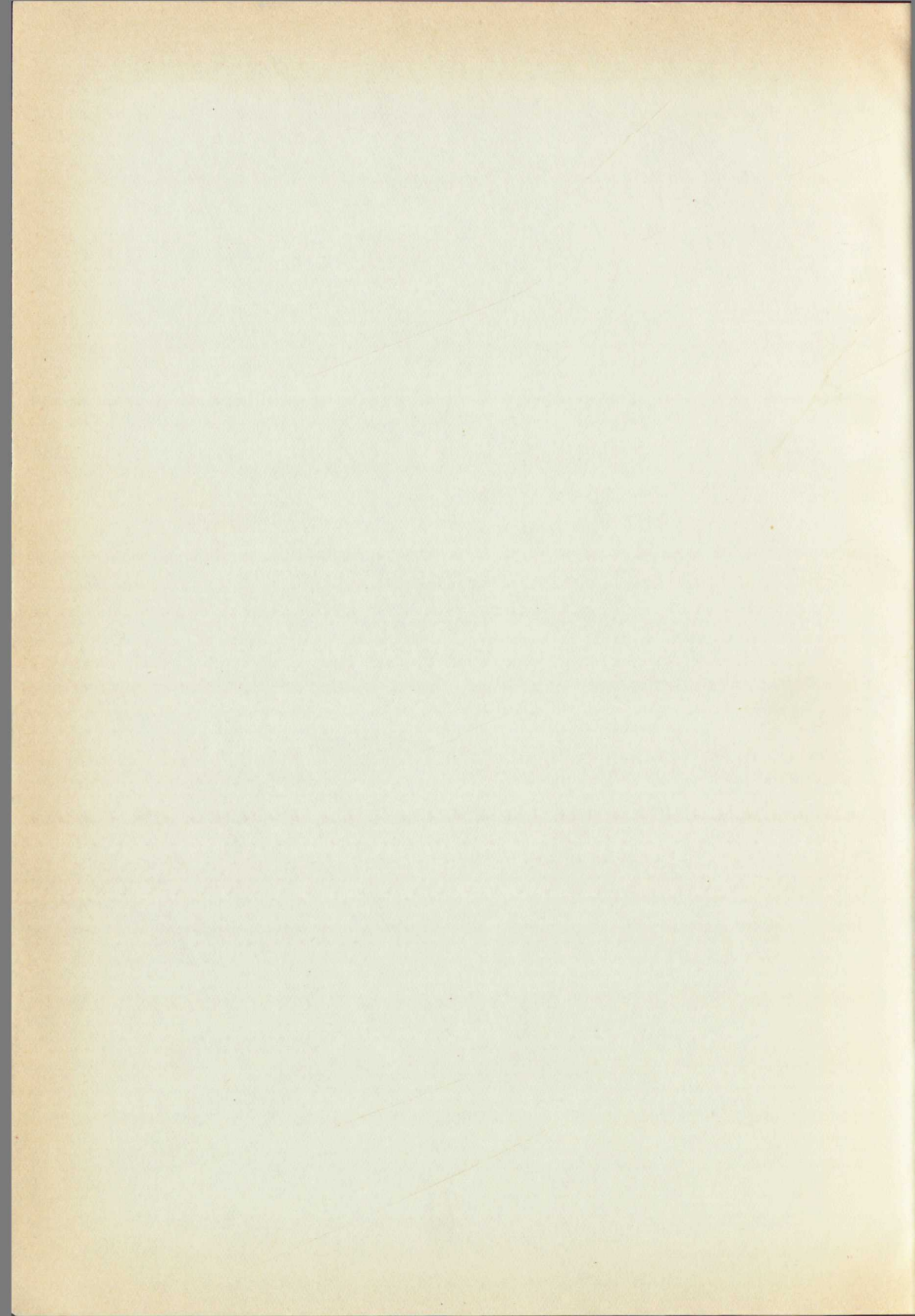
cirkulär av 1934, dels ock enligt tillämpade eller föreslagna bestämmelser och Schweiz.

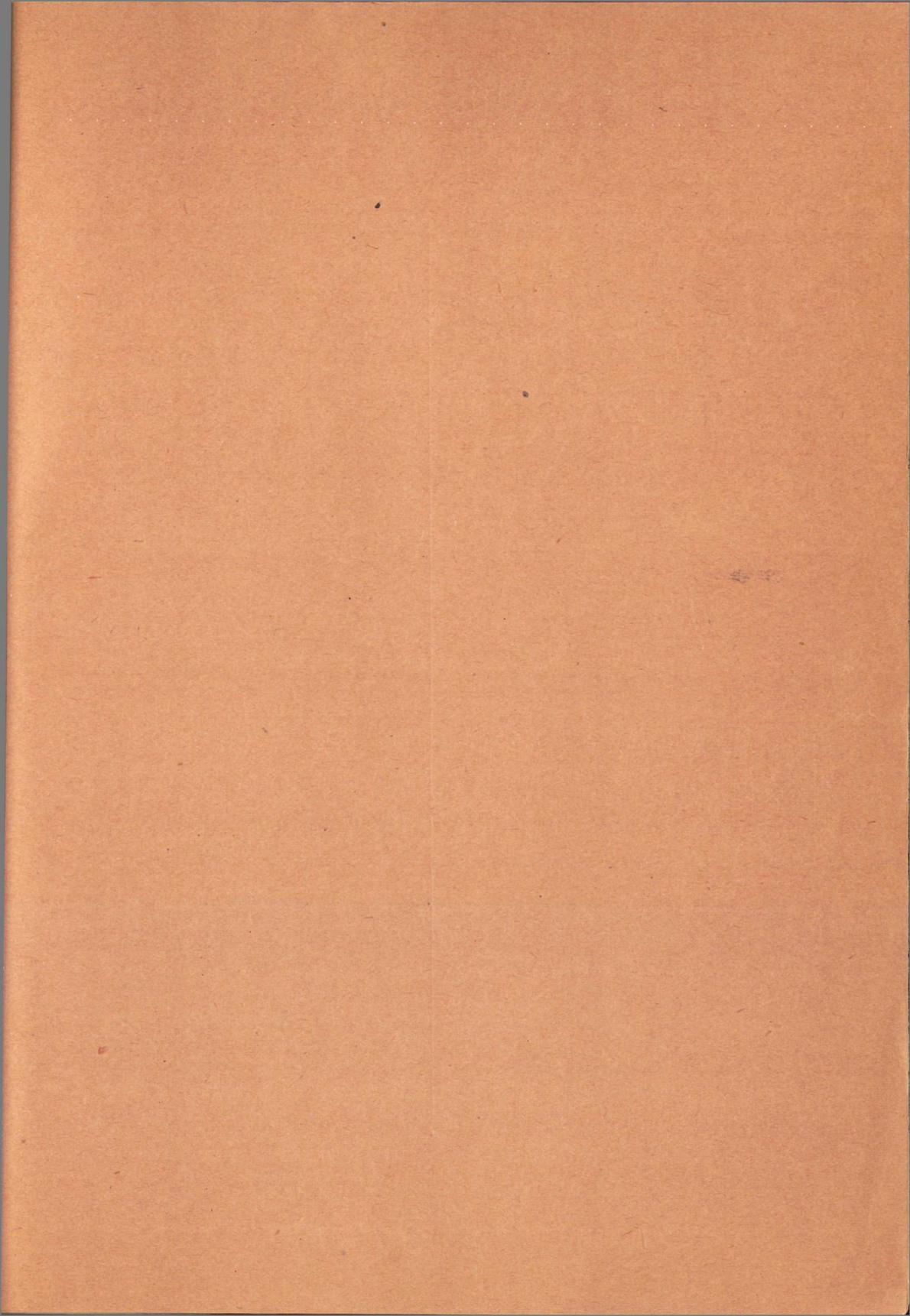
p å k ä n n i n g a r ρ_{tn}			
	Tyskland	Schweiz	
byggnadsstyrelsens av 1934	Best. 1933	Förslag 1933 för St. 37	
Montagesvets	St. 37	Off. formel	Efter omtrans- formering
n $0,60 \sigma_{tn}^d \frac{2}{\left(3 - \frac{A}{B}\right)}$	n $0,75 \sigma_{tn}^d \frac{2}{\left(3 - \frac{A}{B}\right)}$	$0,85 \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$	n $0,71 \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)^1$
$0,80 \sigma_{tn}^d (\quad , \quad)$	$0,85 \sigma_{tn}^d (\quad » \quad)$	$1,20 \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$	$1,00 \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$
$0,50 \sigma_{tn}^d (\quad » \quad)$	$0,65 \sigma_{tn}^d (\quad » \quad)$	$0,60 \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$	$0,50 \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$
$\left\{ \begin{array}{l} 0,50 \sigma_{tn}^d (\quad » \quad) \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,65 \sigma_{tn}^d (\quad » \quad) \end{array} \right\}$	$0,425 \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$	$0,355 \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$
		$0,60 \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$	$0,46 \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$
		$0,425 \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$	$0,355 \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,4 \frac{A}{B}\right)$

$^1 \sigma_{tn}^o = 1200 \text{ kg/kvcm} = \text{tillåten dragpåkänning i grundmaterialet för } \frac{A}{B} = 0 \text{ i formeln}$

$\sigma_{tn} = \sigma_{tn}^o \left(1 + 0,3 \frac{A}{B}\right)$, Schweiz.







Statens offentliga utredningar 1935

Systematisk förteckning

(Siffrorna inom klammer beteckna utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen.)

Allmän lagstiftning. Rättsskipning. Fångvård.

Vattenväsen. Skogsbruk. Bergsbruk.

Statsförfattning. Allmän statsförvaltning.

Förslag till ändrade bestämmelser rörande allmänna handlingars offentlighet. [5]

Industri.

Kommunalförvaltning.

Handel och sjöfart.

Statens och kommunernas finansväsen.

Kommunikationsväsen.

Teknisk-ekonomiska utredningar rörande vägväsendet. Del 2. Broar. [7]

Politi.

Bank-, kredit- och penningväsen.

Socialpolitik.

Betänkande med förslag rörande lån och årliga bidrag av statsmedel för främjande av bostadsförsörjning för mindre bemedlade barnrika familjer jämte därtill hörande utredningar. [2]

Kortfattad framställning av organisationssakkunnigas betänkande med utredning och förslag rörande den samhälleliga hjälpverksamhetens organisation m. m. [3]

Arbetslöshetsutredningens betänkande. 2. Åtgärder mot arbetslöshet. [6]

Försäkringsväsen.

Hälso- och sjukvård.

Kyrkoväsen. Undervisningsväsen. Andlig odling i övrigt.

Allmänt näringsväsen.

Försvarsväsen.

Fast egendom. Jordbruk med binäringar.

Betänkande med förslag ang. åtgärder för spannmålsodlingens stödjande. [1]

Promemoria ang. tillsynen över fastighetsregistreringen och fastighetsbildningen. [4]

Utrikes ärenden. Internationell rätt.