

Tekniske meddelelser

NSB



NSB

INNHOOLD

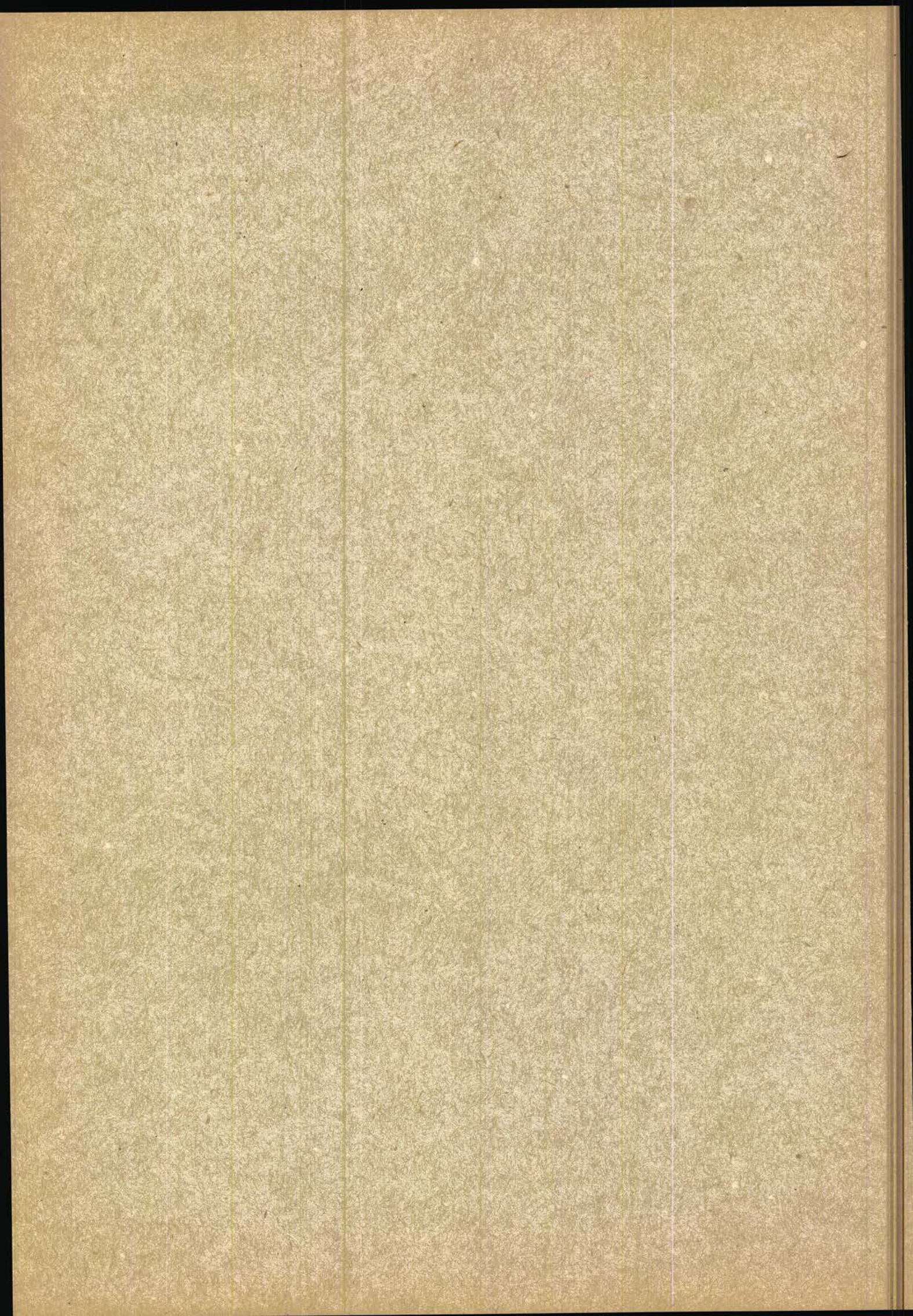
NR. 3 · 1. ÅRGANG · SEPT. 1953

Skinnegangen ved våre hovedlinjer

Trekraften ved NSB
Driftsytelser og utgifter

Metoder for slitasjepøving

Rundtomkring



Redaksjonskomité: Johs. B. Hegna, form., Leif Saxegaard, Olav Strøno, Nils Eckhoff, Einar Havig, Arne Rom

SKINNEGANGEN VED VÅRE HOVEDLINJER

Av overingeniør Alf Ledang

DK 625.143(481)=396

I. Økonomiske problemer

Innledning

Svakheten ved vår skinnegang gir seg til kjenne på mange måter, men særlig ved kostbart skinnegangsvedlikehold. Overbyggingen er ikke kraftig nok til å motstå påkjenningene fra de tunge og hurtiggående tog. Skinnegangen har ikke tilstrekkelig stabilitet, hvorfor justeringen stadig må fornyes. Maskinell pakking og spesialarbeidere i egne lag kan redusere vedlikeholdsutgiftene endel, men langt fra tilstrekkelig. Den eneste effektive utvei til å forminske de årlige vedlikeholdsutgifter synes å være:

1. Sterkere og lengere skinner.
2. Bedre skinnebefestigelse.
3. Kraftigere sviller og mindre svilleavstand.
4. Pukkballast med tilstrekkelig elastisitet.

En forsterkning og fornyelse av skinnegangen vil fordre meget store utgifter, men synes å være uunnværlig dersom man skal ha håp om å bringe de årlige vedlikeholdsutgifter ned på tilnærmet samme nivå som andre lands jernbaner.

En forsterkning av skinnegangen vil også by på store trafikkmessige fordeler derved at akseltrykket kan økes til 18 à 20 tonn.

Det er selvsagt av stor betydning at elektrifiseringen, anskaffelsen av lokomotiver og vogner m. v. fremmes så hurtig som mulig, men skinnegangen må også holde tritt med tidens krav — *noe som det mangler meget på.*

En sammenlikning med andre lands jernbaner viser dessverre nedslående resultater.

A. En sammenlikning mellom amerikanske og européiske jernbaner

De européiske jernbaneeksperter som besøkte U. S. A. i 1950 har avgitt en voluminøs rapport under titelen «Railroads in the U. S. A.».

Studiegruppe IV har vesentlig behandlet skinnegangens vedlikehold. I «Appendix A» sidene 258—261 er oppstilt en tallmessig sammenlikning mellom jernbanene i 9 européiske land og U. S. A. Den økonomiske sammenlikning er det vanskelig å bedømme på grunn av de nåværende pengeverdier og den sterkt varierende kjøpekraft. Men der er andre tall som bør gi foranledning til inngående refleksjoner. Disse er antallet arbeidere pr. 1000 miles, antallet sviller pr. mile, skinnevekt pr. mile, samt største akseltrykk m. v., se nedenstående sammenstilling for 1950:

Utdrag av «Appendix A», s. 258—260 for 1950.

Land	Arbeidere pr. 1000 miles	Sviller pr. mile	Vekt av skinner pr. mile	
			Tonn	Aksel- trykk Tonn
U. S. A.	850	3200	205	35
Danmark (D. S. B.)	1350	2400	165	20
Tyskland (D. Bb.) ..	1500	2560	157	20
Grekenland	1900	2400	142	15
Italia	1520	2400	157	16—18
Nederland	1420	2670	151	16
Norge (N. S. B.)	1900	2250	154	15—18
Sverige (S. J.)	985	2400	157	18
Tyrkia	1440	2320	145	15
England (G. B.)	1300	2112	171	

Denne tabell viser det meget påfallende resultat at der i de européiske land, unntatt Sverige, benyttes inntil mer enn dobbelt så mange arbeidere som i U. S. A. til skinnegangens vedlikehold. Her må man dog ta hensyn til at flere av disse land ennå i 1950 hadde meget å ta igjen etter krigsårene. Men forskjellen er allikevel altfor stor. Sammenstillingen viser også at U. S. A. til tross for sin svære skinnvekt har meget kortere svilleavstand enn de européiske land.

Studiegruppe IV anfører en rekke årsaker til det for U. S. A. så gunstige resultat. Her skal bare medtas de 3 viktigste:

a) *Mekaniseringen.*

«Vedlikeholdsarbeidene i U. S. A. er mekanisert i større grad enn i de européiske land.» Dette har selvsagt stor betydning.

b) *Vognparken.*

«Så vel person- som godsvogner i U. S. A. består utelukkende av lange boggievogner som er sentralkoblet. Disse ruller rolig og sikkert med stor fart på en skinnegang som ikke er tilnærmedesvis så nøyaktig justert i vertikalplanet som alminnelig i Europa. De korte 2-akslede godsvogner med til dels dårlig avfjæring krever et langt nøyaktigere spor.»

Dette er utvilsomt av meget stor betydning, og man kan vel trygt føye til at de 2-akslede vogner også ødelegger sporets justering i langt større grad enn boggievognene, hvilket medfører økede vedlikeholdsutgifter.

c) *Skinnegangens stivhet.*

«Til tross for de svære akseltrykk har det amerikanske spor med sin store skinnvekt og korte svilleavstand en langt større stivhet enn skinnegangen i Europa.»

Dette er formentlig av aller største betydning for sporets stabilitet. Den rullende belastning blir dermed bedre fordelt til sviller, ballast og underbygningen.

«Gruppe IV anbefaler til sist at man i de européiske land bør legge prøvestrekninger av den *spor-type* som benyttes i U. S. A. med *minst 3000 sviller pr. mile* og med anvendelse av sine egne standard skinner.»

Det er meget som taler for at man her er ved selve kjernepunktet i saken, da dette reduserer påkjenningen på ballasten betraktelig, hvilket i første rekke er bestemmende for justeringens holdbarhet.

For nærmere å studere disse forhold, har jeg i tabell I satt opp en grafisk oversikt hvor tallene er omregnet til det hos oss anvendte tallsystem.

I rubrikk A er grafisk angitt antall arbeidere pr. 1000 km. For N. S. B. er tallet 1182 pr. 1000 km eller 1.182 mann pr. km. I de skraverte felt er S. J. satt til 100. D. S. B. kommer da på 137. D. Bb. på 153 og N. S. B. på 195, eller nesten dobbelt så mange mann som S. J., mens det tilsvarende tall for U. S. A. bare er 86 mann.

I rubrikk B er grafisk angitt avstand fra midte til midte av svillene.

I rubrikk C er beregnet den statistiske bøyningsspenning i skinnene for derved å finne et mål for skinnens evne til å fordele den rullende belastning. I de siste rubrikker er angitt hjultrykk P i tonn, skinnvekt g i kg pr. m, tverrsnitt F i cm², motstandsmom. W i cm³ og treghetsmom. I i cm⁴.

Den statiske bøyning er beregnet på grunnlag av M. max. = 250. P. a.

Dette gir noe for stor spenning, da skinnene er å betrakte som kontinuerlige dragere over elastiske støtter. Enkelte beregningsmetoder angir derfor bøyningmomentet helt ned til M. min. = 187.5. P. a. Men det har i denne forbindelse ingen reell betydning å beregne den statiske bøyningsspenning mer eller mindre nøyaktig, for den dynamiske påkjenning har selvsagt helt andre verdier.

Når man ved denne enkle beregningsmåte som her er anvendt, kommer til en bøyningsspenning på 535 kg/cm² for den amerikanske skinne og 835 kg/cm² for vår 35 kgs skinne, er imidlertid dette et resultat som er noe for gunstig. Treghetsmomentet for den amerikanske skinne er nemlig mer enn 4 ganger så stort som for vår 35 kgs skinne. Det vil si at den amerikanske skinne fordeler den store dynamiske belastning på en gunstigere måte enn bøyningsspenningene 535 og 835 kg/cm² viser.

Så vel i U. S. A. som i de øvrige land anvendes også svakere skinneprofil enn anført i tabell I. Men man må regne med at disse etter hvert vil utgå i de viktigste hovedlinjer. Man har selvsagt valgt de kraftige skinneprofil fordi de eldre har vist seg å være uøkonomiske.

Konklusjon:

1. Til tross for de svære akseltrykk, har det amerikanske spor en større bøyningssstivhet enn de européiske spor, takket være den korte svilleavstand. Som følge herav behøves få mann til vedlikeholdet.
2. N. S. B. har for sin 35 kgs skinnegang den minste skinnvekt, den største svilleavstand og den

Samstilling.

Tabell I.

A. Antall arbeidere. B. Svillavstand. C. Skinnens bøyingsstivhet. D. Spesifikasjon.

Land	A. Antall arbeidere pr 1000 km.		B. svillavstand a. cm.	C. Bøyingssp. for sk. $\sigma_b = 250 \cdot P \cdot a : W$ i kg/cm ²	D. Spesifikasjon:				
					Hjultrykk P. tonn	Skinnevekt g. kg.	F cm ²	W cm ³	J cm ⁴
U.S.A.	528	86	50	535	17,5	76	97	410	4700
S.J.	613	100	65	590	9,-	50	64	248	1910
G.B.	807	132	76						
D.S.B.	838	137	61	460	10,-	60	76	331	3090
Nederl.	882	144	60	780	"	45	56	205	1442
D.Bb.	932	153	65	700	10,-	49	62	234	1781
N.S.B.	1182	195	72,3	35 kg's 835	7,5	35	44,6	159	1075
			66 x)	49 * 635 x)	9,-	49	62	234	1781
	0	500 mann 1000	0	50 cm ²	0	500 kg/cm ²			

x) Ofotbanen.

minste bøyingsstivhet til tross for det lave akseltrykk 15 tonn.

Spolet er utvilsomt altfor svakt for belastningen. Dette er antakelig en meget sterkt medvirkende årsak til at vi til skinnegangens vedlikehold anvender mer enn dobbelt så mange mann pr. 1000 km som U. S. A.

- Ser man bort fra den kraftige danske 60 kgs skinnegang, kommer S. J. nest etter U. S. A. både med hensyn til sporets bøyingsstivhet og antall mann til vedlikeholdsarbeidet.
- For 49 kgs skinnevekt og 18 tonns akseltrykk bør svillavstanden ikke overskride 65 cm — som anvendes i Tyskland og Frankrike. Men skal man gå til 20 tonns akseltrykk, bør svillavstanden neppe være større enn ca. 60 cm.

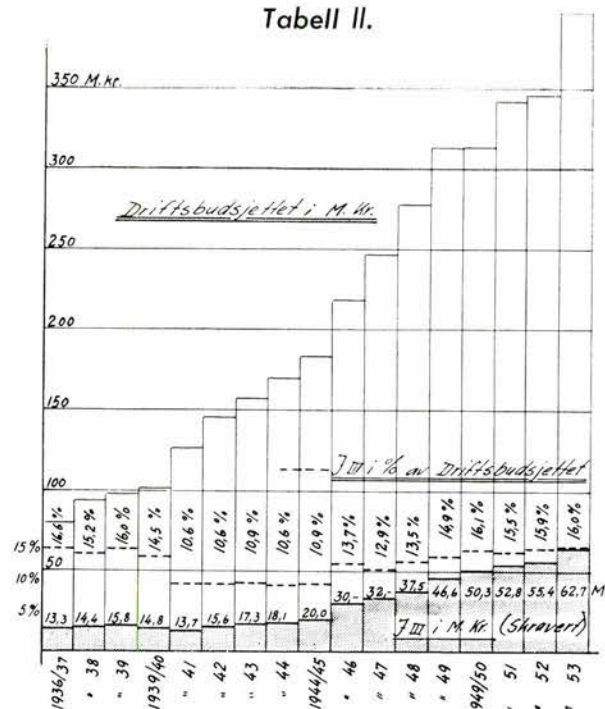
B. Vedlikeholdsbudsjett J-III og driftsbudsjett

I den grafiske tabell II er øverst inntegnet hvordan driftsbudsjettet har øket fra 1936—37 til 1952—53. For de samme år er linjens vedlikeholdsbudsjett J-III inntegnet (og skravert) nederst. Tallene angir her M. kr. Den strekede linje viser den andel J-III utgjør i prosent av driftsbudsjettet. Denne prosentvise andel var i krigsårene 10,6 pst. til 10,9 pst. og viser tydelig i hvilken grad vedlikeholdsarbeidet i krigstiden måtte forsømmes.

Etter krigen har J-III etter hvert kommet opp i ca. 16 pst. av driftsbudsjettet, eller det samme som

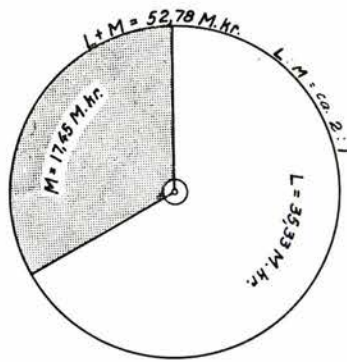
for 1938—39. Men ved denne sammenlikning må man erindre at meget arbeid som var forsømt i krigsårene, skal tas igjen. Dessuten er trafikken, regnet i tonn- og personkm, mer enn fordoblet og lengden av linjenettet er øket med ca. 10 pst. Endelig kan man

Tabell II.



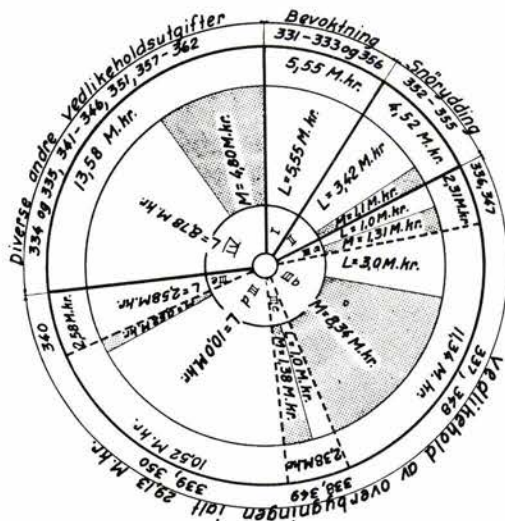
Linjens vedlikehold J-III (tidligere J-I) er skravert. J-III (J-I) utgjør av Driftsbudsjett maks. 16,6%, min. 10,6%. Denne pst. var for 1931—32 = 18,1% og for 1933—34 = 17,2%.

Tabell III.



Jm: Regnskap for 1950/51.

◀ = Materialer.



også anføre at den prosentvise andel av det samlede budsjett lå betydelig høyere før krigen, nemlig 18.1 prosent i 1931—32, 17.4 prosent i 1932—33, 17.2 pst. i 1933—34 og 16.6 pst. i 1936—37, se tabell II. Sammenliknet med jernbanens driftsbudsjett for øvrig, viser dette at linjens vedlikeholdsutgifter har holdt seg forholdsvis lavt. Men man kan dessverre heller ikke se bort fra at J-III er nesten fire-doblet siden 1938—39, nemlig fra 15.8 M. kr. i 1938—39 til 62.7 M. kr. for 1952—53. Dette gir all mulig grunn til ettertanke.

C. En analyse av regnskapet for J-III - 1950—51

I henhold til driftsstatistikken for 1950—51 utgjorde J-III ca. 52.78 M. kr. Herav L = 35.33 M. kr. og M = 17.45 M. kr. I den grafiske tabell III øverst er vist forholdet mellom lønninger og materialer $L : M = \text{ca. } 2 : 1$.

I tabell III nederst er utgiftene ordnet i grupper eller sektorer hvor sektorbuene er proporsjonale med utgiftene.

Sektor I utgjør ca. 5.55 M. kr. Den omfatter konto

331, 333 og 336, altså bevoktning og visitasjon samt brannvisitasjon. Materialer er her helt uvesentlige. Det er neppe tvil om at denne utgiftssektor både kan og bør reduseres, men noen særlig stor besparelse kan man neppe vente.

Sektor II utgjorde i 1950—51 ca. 4.52 M. kr. Den gjelder konto 352 til 355 og omfatter all snørydding og beskyttelsesanordninger mot snø. Materialutgiftene er anslått til ca. 1.1 M. kr. og vist skravert. Størrelsen av denne sektor vil være sterkt avhengig av snøsituasjonen fra år til år, men mere maskinelt utstyr vil bringe utgiftene nedover.

Sektor III utgjør ca. 55 pst. av J-III og skal senere omtales.

Sektor IV utgjør i alt 13.58 M. kr., herav materialer ca. 4.82 M. kr. og lønninger ca. 8.76 M. kr. Denne sektor omfatter diverse vedlikeholdsarbeider og anskaffelser under J-III og vedkommer i mindre utstrekning selve linjens vedlikehold. Noen vesentlig reduksjon her kan neppe påregnes.

Sektor I, II og IV som tilsammen omfatter ca. 45 pst. av J-III er lite avhengig av linjens tilstand og skal derfor ikke behandles nærmere i denne forbindelse.

Sektor III utgjør i alt 29.13 M. kr. eller ca. 55 pst. av J-III. Denne sektor omfatter det egentlige vedlikehold av skinnegangen og er oppdelt i 5 undersektorer.

Sektor III e omfatter utgifter til skoring m. v. på grunn av tele i linjen. Utgiftene for 1950—51 utgjorde ca. 2.58 M. kr., men man må anta at endel av telens virkninger også er overført til seksjon III d i form av økede utgifter til linjens justering. Ved mere omfattende masseutskifting bør disse utgifter kunne reduseres til et minimum. Alle hovedlinjer må gjøres telefri og dette må gjøres før man går i gang med forsterkning og fornyelse av skinnegangen. Masseskifting av teleparti er meget regningssvarende for vedlikeholdsarbeidene og uomgjengelig nødvendig for trafikken.

Seksjon III a omfatter vedlikehold av skinner og sporveksler. Denne seksjon vil øke jo eldre skinner man har og avta ved fornyelse av skinner og veksler.

Seksjon III b omfatter sviller. Den utgjorde i 1950—51 ca. 11.34 M. kr., hvorav materialer (sviller) er anslått til ca. 8.34 M. kr. Dette er en post som tynger meget sterkt på budsjettet. Det bør nøye overveies om ikke denne sektor vesentlig kan reduseres ved å gå over til mere holdbare sviller av spennbetong.

Seksjon III c utgjør ca. 2.38 M. kr. og omfatter ballastrering. Ballastspørsmålet bør vies en langt

større oppmerksomhet enn hittil. Ved å øke denne sektor i rimelig utstrekning vil man kunne påregne betydelig reduksjon både av III b og III d.

Seksjon III d utgjør ca. 10.52 M. kr. vesentlig lønnsutgifter. Den omfatter skinnegangens justering og utgjør ca. 2.40 kr. pr. m spor. Dette skulle tilsvare en gjennomgående justering av linjen *hvert år*, eller at *hver sville* i gjennomsnitt pakkes *en gang om året*. Når man så erindrer at man i utlandet pakker sine sterkt trafikerte hovedlinjer hvert annet, hvert tredje eller hvert fjerde år, skulle det her kunne spares meget. Forholdet er vel det at hos oss må lange strekninger justeres *flere ganger* i året fordi skinnegangen ikke er sterk nok til å tåle trafikken. Justeringen blir ikke stabil og holdbar. Telehivingen er antakelig også en sterkt medvirkende årsak til dette. Om høsten er gjerne justeringen i full orden. Så kommer vinteren med telehiving og skoring. Det første man så må gjøre om våren er å justere på ny så sporet kan bli farbart.

Ved å legge inn sterkere skinner, bedre og tettere sviller, solidere skinnebefestigelse og bedre ballast, bør utgiftene under denne sektor alene kunne reduseres til halvparten. Men dersom man ikke går til forsterkning og fornyelse av overbyggingen, er det all grunn til å anta at justeringsutgiftene må økes etter hvert som skinnegangen blir nedslitt og dens tilstand slettere. Det er i grunnen ingen grense for hvor lenge en skinnegang kan vedlikeholdes og være kjørbar, men utgiftene vil øke fra år til år. Det er langt mer økonomisk å fornye skinnegangen etter en rimelig tid. For hovedlinjen i Tyskland og Frankrike regner man alminnelig med fornyelse etter 20 år og stort lengre tid bør neppe skinnene ligge i hovedspor.

De samlede lønnsutgifter under sektor III utgjorde i 1950—51 i alt ca. 17.5 M. kr. eller ca. 4.00 kr. pr. m spor, som altså bare vedkommer selve skinnegangens vedlikehold. Hovedårsaken til disse store utgifter er som nevnt for *svake skinner*, for *stor svilleavstand* og for *dårlig ballast*. Selv for 15 tonns akseltrykk burde svilleavstanden for 35 kgs skinner reduseres til 50 cm. Dette vil gi en statisk bøyningspåkjenning av skinnen på 600 kg/cm², hvilket fremdeles gir mindre stivhet enn for de amerikanske, svenske 50 kgs og danske 60 kgs skinner, se tabell I.

D. Fornylsesfondet

I årene etter krigen er anvendt ca. 30 M. kr. av fornyelsesfondet til skinner, skinnebefestigelse og ballast. Dette er et altfor beskjedent beløp til å bety

noen effektiv bedring av skinnegangen, særlig når man tar hensyn til at skinnegangen var sterkt nedslitt etter krigen.

Skal man gå til en effektiv forsterkning og fornyelse av skinnegangen på våre hovedlinjer, fordres det ganske andre beløp. Men først da kan man vente en reduksjon av linjens vedlikeholdsutgifter. En større investering på dette område vil utvilsomt være meget lønnsom.

II. Konferanse med tyske jernbaneanksperter

Når det gjelder tekniske overbyggingsproblemer, er det i første rekke årelange erfaringer man bør legge vekt på. Beregninger kan utføres etter mange metoder og kan tjene som veiledning, men det viser seg dessverre ofte at de ikke svarer til forventningene. Påkjenningene fra de sterke dynamiske krefter er nemlig vanskelig å beregne. Da er målinger langt mer pålitelige, men dessverre også omstendelige og kostbare. Mange tilsynelatende gode ideer til forbedring av overbyggingen er kommet til utførelse, men har ofte vist seg ikke å svare til forventningene.

Det er derfor av uvurderlig betydning å komme sammen med jernbaneanksperter for å få rede på deres erfaringer og søke å tilpasse disse for våre forhold. Under reiser i Tyskland våren 1951 og høsten 1952 oppsøkte jeg derfor representanter for D. Bb. for å konferere om tekniske overbyggingsproblemer. Jeg besøkte høsten 1952 først «Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn» i Offenbach hvor jeg konfererte med Ministerialrat Dr. Schramm og med ingeniør Fuchs. Deretter besøkte jeg Betonwerk Neuss hvor jeg konfererte med Dyckerhoff & Widmann's representanter Durben og Schwartz samt senere også med Dr. Meier — Abteilungspräsident ved Zentralamt, Minden, samt med ing. Weiss fra D. Bb.

Det er disse konferanser jeg her skal gjøre rede for.

Overbyggingen består av skinner, skinnebefestigelse, sviller og ballast. De skal her behandles hver for seg, men de hører så nær sammen at man i mange tilfelle ikke kan unngå en sammenblanding. Skinnenes stivhet har stor betydning både for svillenes og ballastens påkjenning. Ballastens kvalitet har til gjengjeld stor innflytelse både på svillenes og skinnenes levealder.

1. Skinneprofil og skinnestål.

Dr. Schramm framholdt at man var godt fornøyd med den tyske standard-skinne med 49 kgs skinnevekt, og man ville fortsette med den. Men i lange og

fuktige tunneler var den sterkt utsatt for korrosjon. Det samme gjaldt særlig for lasker og skinnebefestigelse.

For den private brunkull industri var det imidlertid framstilt en 64.7 kgs skinne som D.Bb. nå ville gå over til å bruke i tunneler hvor forrustningen var særlig plagsom. Den hadde så bred skinnefot at den kunne benyttes på impregnerte bøkesviller uten underlagsplate, bare festet med treskruer. Dette betegnet Dr. Schramm som den franske befestigelse. Skinnen hadde større høyde enn 49 kgs skinnen, kraftigere skinnehode og meget stor stegtykkelse med god avrundning mot hode og fot. Den liknet på de amerikanske skinneprofil. Men særlig å bemerke er at den hadde ganske andre materialeegenskaper enn 49 kgs skinnen. Den har høyere kullgehalt, høyt innhold av mangan og silisium, samt mer enn dobbelt så høyt fosforinnhold som 49 kgs skinnen. Men svovelinnholdet er mindre enn halvparten så stort som normalt. Hensikten med dette er å gjøre materialet mer motstandsdyktig mot korrosjon. Bruddfastheten er ca. 90 kg pr. mm², hvilket man ikke har noen betenkelighet med, da det gjelder tunnel-skinner uten særlig temperaturspenninger. På grunn av det kraftige skinneprofil blir også bøyningsspenningene små.

Denne skinnen skal sveises sammen i hele tunnelens lengde. Den får hverken skjøtlasker eller underlagsplater. På denne måte mener man å kunne motvirke korrosjonens ødeleggelse i fuktige tunneler. (Dette kunne være en idé for våre tunneler hvor forrustningen er særlig ille: Gravehalsen, Sira, Vadfoss, Skargrind og mange andre tunneler.)

2. Lange skinner.

Den alminnelige valse lengde for 49 kgs skinner er nå 30 m i Tyskland, men man ønsket gjerne denne valse lengde forøket. Disse 30 m skinner blir alminnelig sammensveiset 2 og 2 til 60 m lengde ved hjelp av elektrisk motstandssveising. Sveisevulsten blir fjernet både på fot og hode i varm tilstand. Deretter blir sveistedet avsløpt således at sveisen kan legges rett over en sville. Da elektrisk motstandssveis regnes jevn god med valset skinne, behøver man ikke ta noe hensyn til sveisen ved svilleplasingen. De 60 m lange skinner kjøres ut fra sveiseanstalten og innlegges i sporet. Her blir de senere ofte sammensveiset til ennå større lengder ved hjelp av termittsveis. I nærheten av München har man således i åpent lende skinner på 7000 m uten skjøt, og man har ca. 20 km spor bestående av meget lange sammensveiste skin-

ner. Nord for Köln har man 3000 m lange sammensveiste skinner. Alle disse lange skinner hviler på spennbetongsviller. De benyttes alminnelig i rettlinjer og kurver over 1000 m.

På sidespor med krappe kurver anvendes gjerne 30 m lange skinner eller ennå kortere lengder. Det benyttes her gjerne gamle skinner på tresviller og festet med treskruer (den franske skinnebefestigelse).

Sammensveisingen av de lange skinner ute i marken foregår etter en meget innviklet sveiseplan som det er gjort utførlig rede for i «Anhang zu den Oberbauvorschriften». Det gjelder om at temperaturkrefte kan bli så gunstig som mulig. Den nøytrale temperatur eller leggingstemperatur skal ligge mellom + 4° og + 10° C. Ved denne temperatur skal skinnen være spenningsløs, og i nærheten av denne temperatur skal sammensveisingen finne sted og senere justering av sporet foretas. Som høyeste temperatur regner man i Tyskland + 60° og som laveste temperatur ÷ 30° C. (Man har dog ikke målt lavere temperatur enn ÷ 25° C.)

Hensikten med å velge den nøytrale temperatur så lav er at man ønsker minst mulig strekkspenning i skinnene, mens man derimot ikke er bange for trykkspenningene. Ved ÷ 30° C må skinnen forlenges tilsvarende 40° temperaturforkortelse. Dette tilsvarer en strekkspenning på ca. 1000 kg/cm². Under disse forhold har man følgelig en strekk-kraft på ca. 62 tonn i hver skinne.

Dersom en skinnesveis skulle ryke i den ene skinnestreg under stor strekk-kraft, hva ville da skje? Man regnet en tid med at et skinnebrudd som frigjorde slike krefter kunne kaste hele sporet ut til siden. Dette har man nå erfaring for ikke forekommer. Ing. Fuchs fortalte at man hadde saget over en termittskjøt i en meget lang skinne under lav temperatur. Det viste seg at de frigjorte skinneender nesten ikke beveget seg fra hinannen. Så ble skinnebefestigelsen løsnet, men åpningen var fremdeles minimal. Først når man slo på skinnen fra siden, krøp skinneendene etter hvert fra hinannen. Men en strekk-kraft på inntil 62 tonn er dog en svær påkjenning på de termittsveiste skjøter.

Ved + 60° C må skinnen trykkes sammen tilsvarende ca. 55° temperaturutvidelse. Dette tilsvarer en trykkspenning i skinnen på nesten 1400 kg/cm² eller en trykk-kraft i hver skinne på ca. 87 tonn. Denne trykk-kraft vil forsøke å knekke ut skinnen (solslyng). Utknekkningen kan effektivt motvirkes ved hjelp av rikelige banketter og solid skinnebefestigelse. Men skinnegangen må selvsagt ikke løftes når den står under trykk.

Man hadde ingen betenkelighet ved å anvende lange skinner. Hvor disse støtter inn mot sporveksler eller liknende, benytter man rikelig med skinnvandringsklemmer. Man legger dessuten minst 2 skinnelengder av 30 m skinner før man går over til lange, sveiste skinner.

3. Solslyng — solkurver.

Hvordan er erfaringene med hensyn til solslyng? Dr. Meier svarte utførlig på dette. Sommeren 1952 hadde man en voldsom varmebølge, særlig over Syd-Tyskland. Den inntraff plutselig så man fikk ikke tid til å ta sine forholdsregler. Da fikk man ikke mindre enn 120 solslyng ved D. Bb. Men herav var det bare 2 — *to solslyng* på lange sveiste skinner. Alle andre tilfelle inntraff på skinnegang med korte skinner.

På en rettlinje var man i gang med sammensveising av skinner på spennbetongsviller. Påfyllingen av pukk lå ca. 300 m bak sveiselaget, så skinnegangen lå uten sidestøtte av pukk. Da varmen satte inn, kastet sporet seg til side og annet kunne man vel heller ikke vente. Et annet tilfelle inntraff på en sveiset skinnegang på spennbetongsviller i «Kies» ballast. (Tilsvarende vel nærmest grov grus.) Dette spor lå i en skarp kurve og skinnegangen ble trykket ut i kurven. Men togene kunne hele tiden kjøre over strekningen med langsom fart. Overalt ellers hvor de lange sveiste skinner på spennbetongsviller lå i pukkballast som foreskrevet, hadde man ikke noe tilløp til solslyng.

Det store antall solslyng inntraff altså på spor med korte skinner. Disse var som regel gamle og nedslitte og hadde ofte enkel skinnbefestigelse. Det var dessuten gamle sviller med dårlig feste for svilleskruene, samt minimal ballast. Skinnegangen var ikke i forskriftsmessig stand.

4. Skinnebrudd.

Hvordan greier termittsveisen de store strekkspenninger?

Dr. Meier svarte på dette:

Man har hatt 15 brudd av termittsveiste skjøter. Dette skyldes vel i første rekke at sveisingen ikke er utført forskriftsmessig. Man skal ha en bestemt åpning mellom skinneendene. Står skinnene under trykk kan den foreskrevne åpning reduseres betraktelig *under* selve sveisingen uten at man er oppmerksom på dette. Skinneendene skal forvarmes til ca. 800° C. Dersom åpningen blir for liten, vil dette bevirke ujevn og ufullstendig oppvarming. Det kan sogar hende at skinneendene kommer så tett sammen at støpemassen ikke kan flyte inn i åpningen.

Dersom man ikke passer godt på, kan man få en meget dårlig sveis. De elektriske motstandssveiser har man derimot ikke noen uhell med.

Dr. Schramm anførte at bruddene i termittsveisene også kan skyldes at sveiseporsjonene ikke var ensartede, samt mangelfull oppvarming under sveisingen.

Angående skinnebrudd i sin alminnelighet anførte Dr. Schramm følgende:

I det siste året hadde man ca. 6000 skinnebrudd. Da man har ca. 72 000 km spor, blir dette et brudd på hver 12 km, hvilket er 10 ganger mer enn normalt før krigen. Årsaken til de altfor mange skinnebrudd skyldes i første rekke at skinnene i hovedsporene har ligget for lenge. Etter en viss tid eller etter at et visst antall aksler har kjørt over sporet, blir skinnematerialet utmattet og brudd har lett for å inntre. Derfor bør skinnene i hovedspor utskiftes *lenge før de egentlig er utslitt*. De utskiftede skinner kan deretter innlegges i stasjonsspor eller mindre trafikerte sidespor. I de siste år hadde man ikke hatt streng vinterkulde, så lav temperatur kunne ikke påberopes som årsak til det «faretruende» store antall skinnebrudd.

Tidligere fornyet man skinner, sviller og rensset ballasten i hovedspor regelmessig etter ca. 20 års bruk (på samme måte som i Frankrike). Men det hadde man nå ikke hatt anledning til på grunn av krigen og ulempene viste seg på mange måter, bl. a. ved de mange skinnebrudd.

Ing. Fuchs nevnte enda en årsak til skinnebrudd. Man hadde før krigen presset opp nedbøyde skinnender ved hjelp av en hydraulisk presse (på samme måte som man har gjort bl. a. i Drammen distrikt). Da det senere viste seg mange skinnebrudd i avstand ca. 0.5 m fra skinneendene, mente man at oppressingen var årsak til disse brudd. Denne metode har man derfor nå forlatt.

Da jeg reiste fra Frankfurt til Offenbach, ble toget ca. en halv time forsinket på grunn av skinnebrudd midt på jernbanebrua over Main. Det forsto jeg av en samtale mellom banevokteren på brua og konduktøren på toget.

Hvordan stiller det seg med skinnebrudd ved N. S. B.? Statistikken viser følgende:

1934—35	Et brudd på hver	77 km spor
1935—36	—»—	84 —»—
1936—37	—»—	42 —»—
1937—38	—»—	73 —»—
1938—39	—»—	32 —»—
1939—40	—»—	36 —»—
1946—47	—»—	10.3 —»— N.B.

1947—48	—»—	16.7	—»—
1948—49	—»—	17.3	—»—
1949—50	—»—	20	—»—
1950—51	—»—	10.7	—»— N.B.
1951—52	—»—	13	—»—

For 2 år er antallet skinnebrudd ved N. S. B. ennå større enn det som Dr. Schramm betegnet som *faretruende stort*, og intet år er antall skinnebrudd så lavt som det han betegnet som normalt, nemlig et brudd på hver 120 km spor. Det er vel heller ingen tvil om at skinnene på våre hovedlinjer er altfor gamle og at det også er her de fleste skinnebrudd opptrer. Det synes å ha inntrådt en betydelig forverring etter krigen i den henseende.

5. Rifledannelse i skinnehodet («Kvist i skinna»).

Årsakene til rifledannelse er ennå ikke helt klarlagt, men det synes ikke rimelig å anta at de skriver seg fra materialeegenskaper. Etter Dr. Schramm's oppfatning opptrer rifledannelse hyppigst på spor som har for liten elastisitet på grunn av stive skinneforbindelser, sammenpakket og uren ballast og hård undergrunn. Ved de amerikanske jernbaner er rifledannelse ikke så hyppig som i Tyskland.

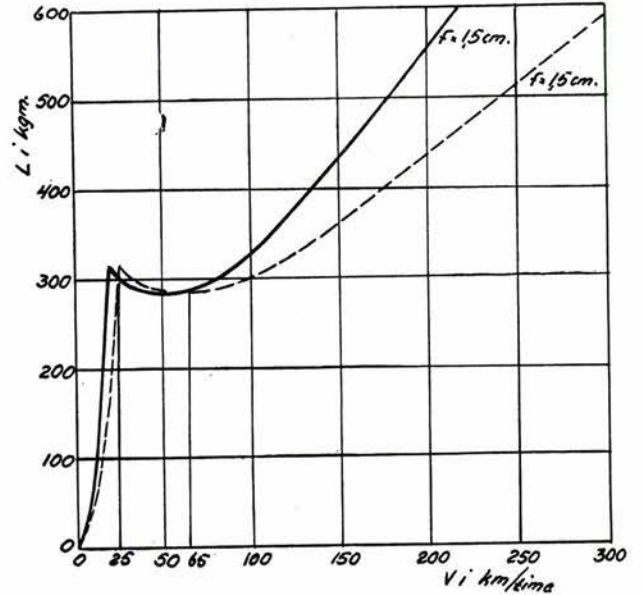
Jeg nevnte at hos oss opptrådte rifledannelse særlig i fuktige og våte tunneler. Til dette bemerket Dr. Schramm at det neppe var fuktigheten i og for seg som var årsaken. Men dersom ballasten er uren, vil fuktigheten være en medvirkende årsak til at ballasten pakker seg, blir hård og mister sin elastisitet. I tunneler har man jo heller ikke noen elastisitet under ballasten. *Og elastisitet må det være i sporet.* Undersøk ballasten og se om det ikke stemmer, sa Dr. Schramm. Mangler det elastisitet i sporet får man også på mange måter unormal slitasje på skinnene. Elastisitet i ballasten er like viktig som fjærer på vognene.

6. Hjulslag.

Hjulslag kan i mange tilfelle framkalle skinnebrudd, og man må dessverre regne med at hjulslag ikke kan elimineres.

Angående virkningene av hjulslag henviste Dr. Schramm til en utredning av Dr. Popp, München. Denne utredning er trykt i «Archiv für Eisenbahntechnik» nr. 1 for 1952.

Dr. Popp påviser først teoretisk at virkningen av hjulslag stiger nesten lineært inntil en hastighet på 30 km pr. time. Deretter avtar slagvirkningen med økende hastighet inntil ca. 60 km pr. time for deretter igjen å øke med hastigheten. Først ved hastig-



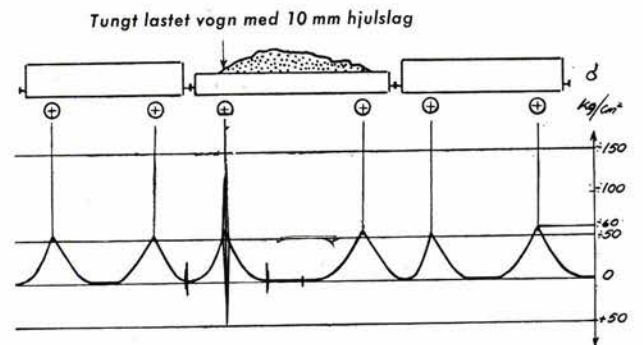
Virkningen av hjulslagene

Levende kraft L i kgm
 49 kgs skinne på stålsviller
 Hjulslag $f = 1,5$ cm
 — Lastet godsvogn dårlig fjøring
 - - - » » god »

Fig. 1

heter over ca. 100 km pr. time blir slagvirkningen større enn ved 30 km pr. time. Dette forbløffende resultat er senere versifisert ved mange målinger. Fig. 1 viser hvordan slagvirkninger eller den levende kraft varierer med hastigheten. Virkningen er litt forskjellig etter som vognen er godt eller dårlig avfjæret. Den fullt opptrukne linje gjelder for dårlig avfjæret vogn, og den strekede linje for godt avfjæret vogn. Men begge når det samme maks. ved 25—30 km/t. Det skal også foreligge en amerikansk utredning om dette spørsmål og med det samme resultat.

Konklusjonen av dette bør være at dersom en vogn må settes ut på grunn av hjulslag så må kjørehastigheten for denne ikke overstige 10, høyst 15 km pr. time. Det er iallfall langt bedre å la vog-



Målt med «Strain-gauge» på spennbetongsville
 $V = 30$ km/time

Fig. 2

nen fortsette i godstoget med sine 60—65 km hastighet enn å ta den ut av toget og kjøre den med «langsom fart», hvilket vel alminnelig betyr 20 à 30 km pr. time. Ved 30 km fart har den nemlig maksimum av slagvirkning på skinnegangen.

Fig. 2 viser virkningen av hjulslag $f = 10$ mm på midten av en spennbetongsville ved 30 km hastighet. Spenningene er målt med «Strain-gauge» på en sville av typen B₉. Kfr. Beton- und Stahlbetonbau for 1951 sidene 174—207.

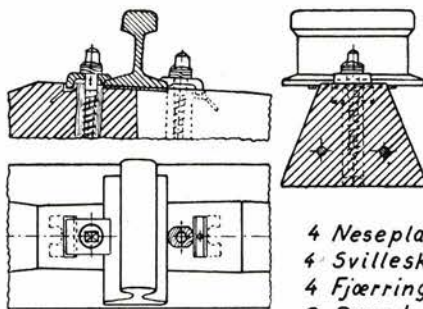
Dr. Schramm poengterte til slutt at et hjulslag av den størrelsesorden som *har lov* til å gå i et godstog, vil *tredoble* bøyningsspåkjenningene på skinnen. Det har derfor meget liten praktisk interesse å slåss om hvilken beregningsmåte man skal benytte. En «Finregning» er nærmest bortkastet, da virkningen av hjulslag, rifler i skinnehodet og andre ujevnheter i skinnegangen er langt viktigere. Det er også av underordnet betydning om enkelte vogner har større akseltrykk enn tillatt, dersom vognen har runde hjul og god fjæring. (Dette er utvilsomt et fornuftig og riktig resonnement.)

7. Skinnbefestigelse.

For tresviller har man en utmerket skinnbefestigelse i den såkalte «Rippenplatte». Den er noe kostbar, men man har ingen planer om å forlate den. For sidespor og stasjonsspor bruker man også den såkalte «franske skinnbefestigelse». Det er treskruer uten underlagsplater. Denne befestigelse er billig og god nok for bøkessviller i sidespor. For stålsviller har man egen befestigelse.

For sviller av spennbetong har man konstruert en enkel skinnbefestigelse som man mener er god nok

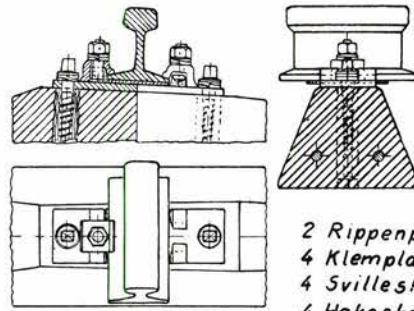
Skinnebefestigelse.



4 Neseplater	1,76 D.M.
4 Svilleskruer	1,24 "
4 Fjærringer	0,32 "
2 Poppelplater	0,25 "
4 Mothold	1,20 "
4 Dybler (bøk)	0,88 "
<u>Pris pr sville = 5,65 D.M.</u>	
<u>= 9,61 kr.</u>	

Fig. 3

Priser av 1951.



2 Rippenplater	5,10 D.M.
4 Klemplater	1,40 "
4 Svilleskruer	1,32 "
4 Hakeskruer	1,32 "
8 Fjærringer	0,64 "
2 Poppelplater	0,24 "
4 Dybler (bøk)	0,88 "

Pris pr sville = 10,99 D.M.
= 18,68 kr.

Fig. 4.

Rippenplate for tresville:

12,90 DM à 1,70 kr = 21,60 kr. pr sville.

og betydelig billigere enn rippenplaten, fig. 3. Mellom skinnefoten og spennbetongsvillen har man en mellomleggsplate av presset poppel eller en gummiplate. Den sistnevnte er betydelig kostbarere enn poppelplaten, men antas å ha meget lengere levetid. Denne skinnbefestigelse gir også en viss mulighet for en enkel justering av sporet. Dersom endel sviller blir for lave, kan man legge ekstra mellomleggsplater mellom svillen og skinnefoten. Disse plater kan igjen fjernes når svillen pakkes opp.

Til å trykke nesekleplatene mot skinnefoten benyttes alminnelig svilleskruer som skrues inn i bøkedybler i spennbetongsvillen. Men skal disse skruer løses for å legge inn ekstra mellomleggsplater, så er det å frykte for at bøkedyblene kan ødelegges. Derfor har man nå konstruert en treskrue med alminnelig mutter på toppen — den såkalte bunnskrue. Denne skrues fast i svillefabrikken under betryggende kontroll og løses ikke senere. Ved regulering eller innlegging av ekstra mellomleggsplater er det bare toppmutteren som løsnes og tilskrues, kfr. fig. 8. Når skruen i fabrikken er skrudd inn i dyblen, smøres denne over med varm asfalt for å hindre at vannet trenger ned i dyblen.

Endelig har man særlig i kurver og sterke stigninger benyttet rippenplate-befestigelsen også på spennbetongsviller, fig. 4. Den anses for den beste, men er også betydelig kostbarere enn de andre.

For spennbetongsviller har man altså 3 forskjellige befestigelser:

1. Den alminnelige med treskruer, som er billigst.
2. Den forsterkede med bunnskrue, som er noe dyrere.
3. Rippenplaten som er best, men også kostbarest.

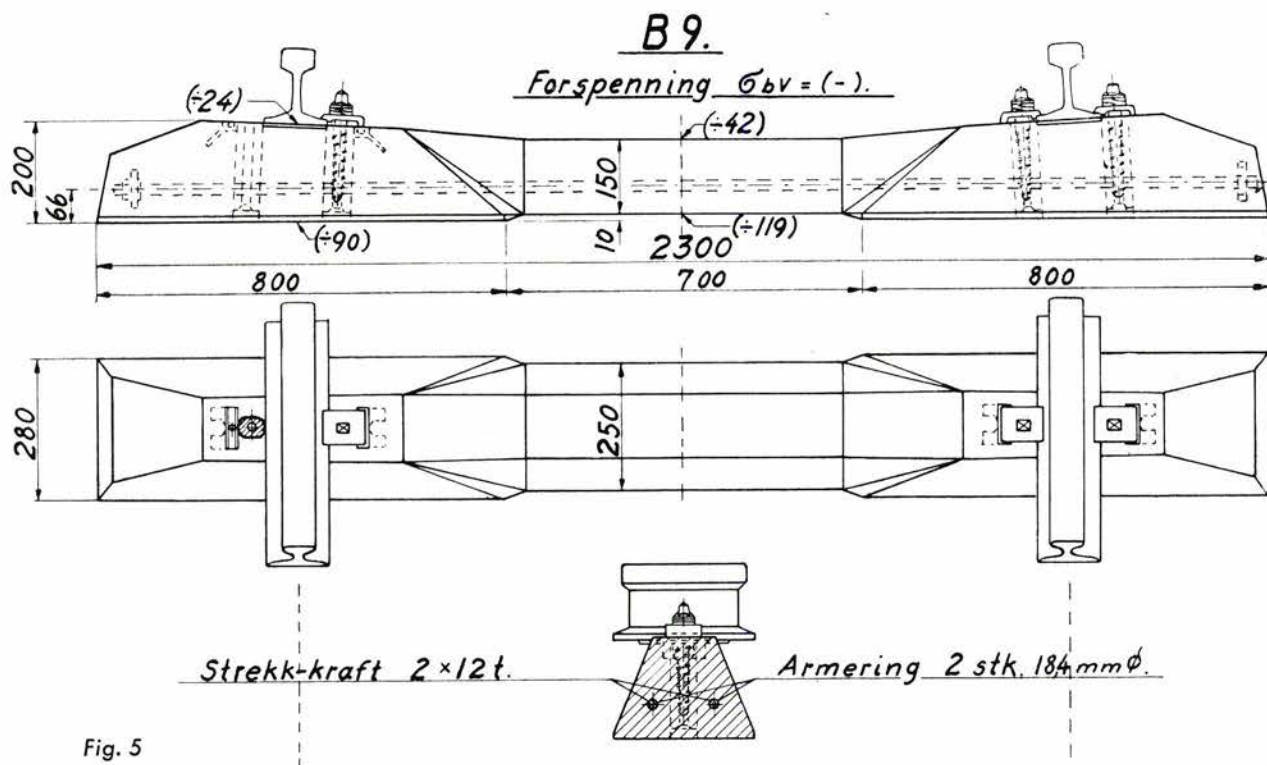


Fig. 5

Mellom nesekleplatene og treskruen eller reguleringsmutteren på bunnskruer er der alltid anbrakt tredobbelte fjærringer for å gjøre skinnebefestigelsen elastisk.

8. Svilleproblemer.

Før krigen hadde man i Tyskland ca. 60 pst. tresviller og ca. 40 pst. stålsviller. Etter krigen var det liten tilgang på tresviller og ingen tilgang på stålsviller. Man var derfor nødt og tvunget til å begynne eksperimenter med betongsviller. Alminnelig slapt armerte sviller holdt ikke. Stålbetongsviller av forspent strengbetong etter fransk modell ble meget kostbare. Man kom etter hvert over til spennbetongsviller av etterspent betong foreslått av Dr. Karig.

Disse blir nå framstilt i forskjellige typer og anses for å være de beste både i teknisk og økonomisk henseende. Inntil høsten 1952 var der ved D. Bb. innlagt ca. 800 000 spennbetongsviller, og programmet for 1953 var 1 000 000 spennbetongsviller, dersom fabrikkene kunne greie å framstille så mange. Dette viser at man nå for lengst er kommet utover forsøksstadiet.

Spennbetongsviller framstilles i 7 forskjellige fabrikker i Tyskland hvorav en fabrikk hittil har framstilt sviller av forspent strengbetong. Men den skal nå bygges om til å benytte samme metode som

de øvrige 6 fabrikker, nemlig etterspent betong med Karig-armering.

Den svilletype som først ble framstilt i noe større omfang har betegnelsen B 9 og er vist i fig. 5.

Da det viste seg at den hadde tendens til å slå sprekker ved midten, ble armeringen bøyd opp. Svillens ytre utseende var den samme som B 9. Denne type fikk betegnelsen B 91. En senere type B 12 er ansett for å være den beste. Den er vist i fig. 6. B 13 er praktisk talt samme sville som B 12 med små forandringer. B 12 og B 13 brukes om hverandre og anses særlig egnet for sterkt trafikerte hovedlinjer. Alle disse typer har bare 2 armeringsstenger ca. 18.5 mm ϕ med påvalsede gjenger i begge ender. Spennkraften varierer fra 11.5 til 12 tonn for hver armeringsstreng.

Da armeringen av St. 90 utgjør en stor andel i svillens kostende, ble det konstruert en ny svilletype av Dyckerhoff & Widmann. Denne type fikk betegnelsen B 14 og er vist i fig. 7. Den har bare en armeringsstreng med diameter 20.5 mm. Den samme sville med alminnelig armering diameter 18.5 mm har fått betegnelsen B 15, og er i det ytre helt lik med B 14. (Framstillingen skal omtales senere). Denne sville var egentlig beregnet på å brukes i sidespor og grusbullast. Det på undersiden avrundede midtparti er for at svillen ikke skal henge seg opp i grusen. Svillen skulle på denne måte bli så billig at

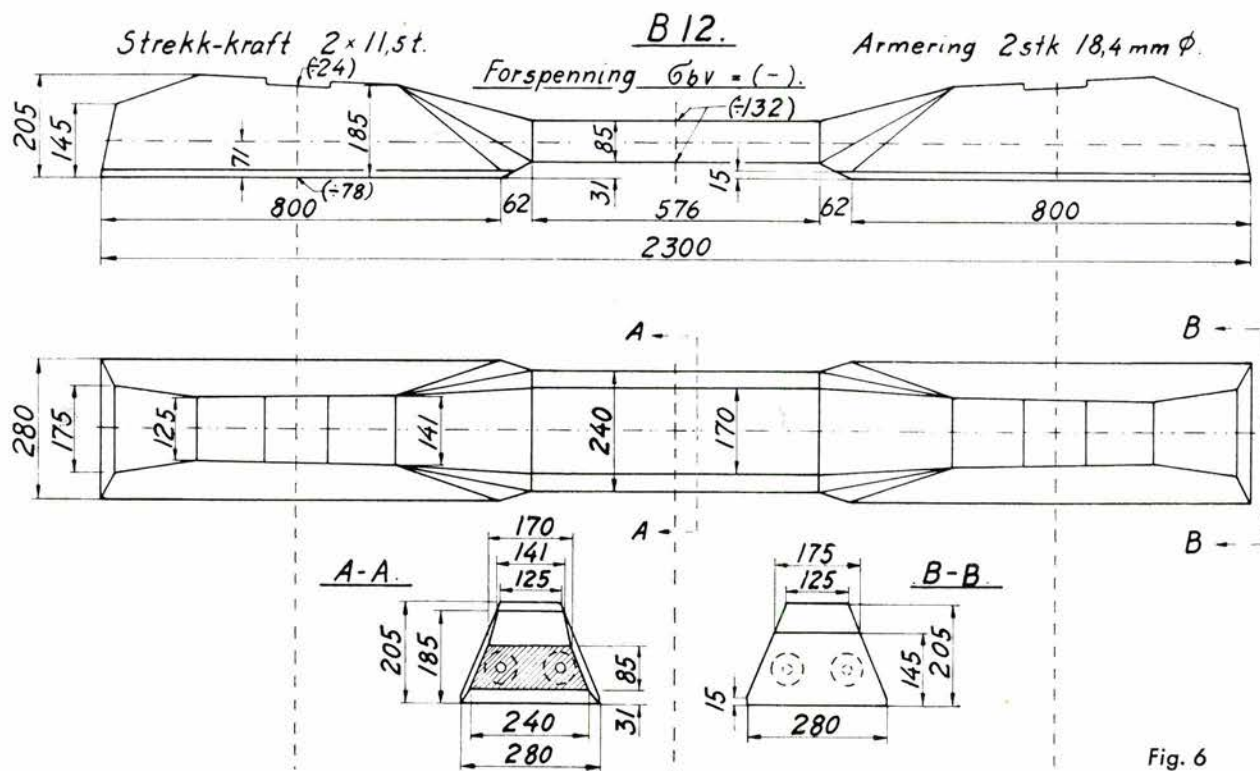


Fig. 6

den kunne konkurrere med tresviller uten underlagsplater bare med treskruer til skinnebefestigelse. Etter forslag av Dr. Meier er imidlertid denne svilletype innlagt i større antall i hovedspor. Noen erfaring med B 15 i hovedspor har man ennå ikke.

Fig. 8 viser den foran omtalte befestigelse med bunnskrue.

Det kan neppe være noen tvil om at B 12 og B 13 er de teknisk beste spennbetongsviller som hittil er framstilt, og prisen er heller ikke avskrekkende når man tar hensyn til levetiden. Men skulle den billigere B 15 vise seg å være god nok, kan man si at spennbetongproblemet er løst både teknisk og økonomisk på en meget gunstig måte for jernbanesviller.

Det er klart at anskaffelsesprisen spiller en stor rolle, hvorfor jeg fra forskjellig hold søkte å få klarhet over omkostningene. De priser jeg fikk oppgitt, stemmer ikke helt overens, men skulle iallfall gi en viss veiledning. Hos ing. Fuchs i Offenbach fikk jeg følgende priser:

Rubrikk 1 omfatter impregnerte tresviller og anskaffelsespris for spennbetongsviller uten skinnebefestigelse.

Rubrikk 2 gjelder sviller + skinnebefestigelse (Rippenplate m. v.).

Rubrikk 3 gjelder sviller med befestigelse og *frakt*, levert på arbeidsplassen, men uten innlegging. Da

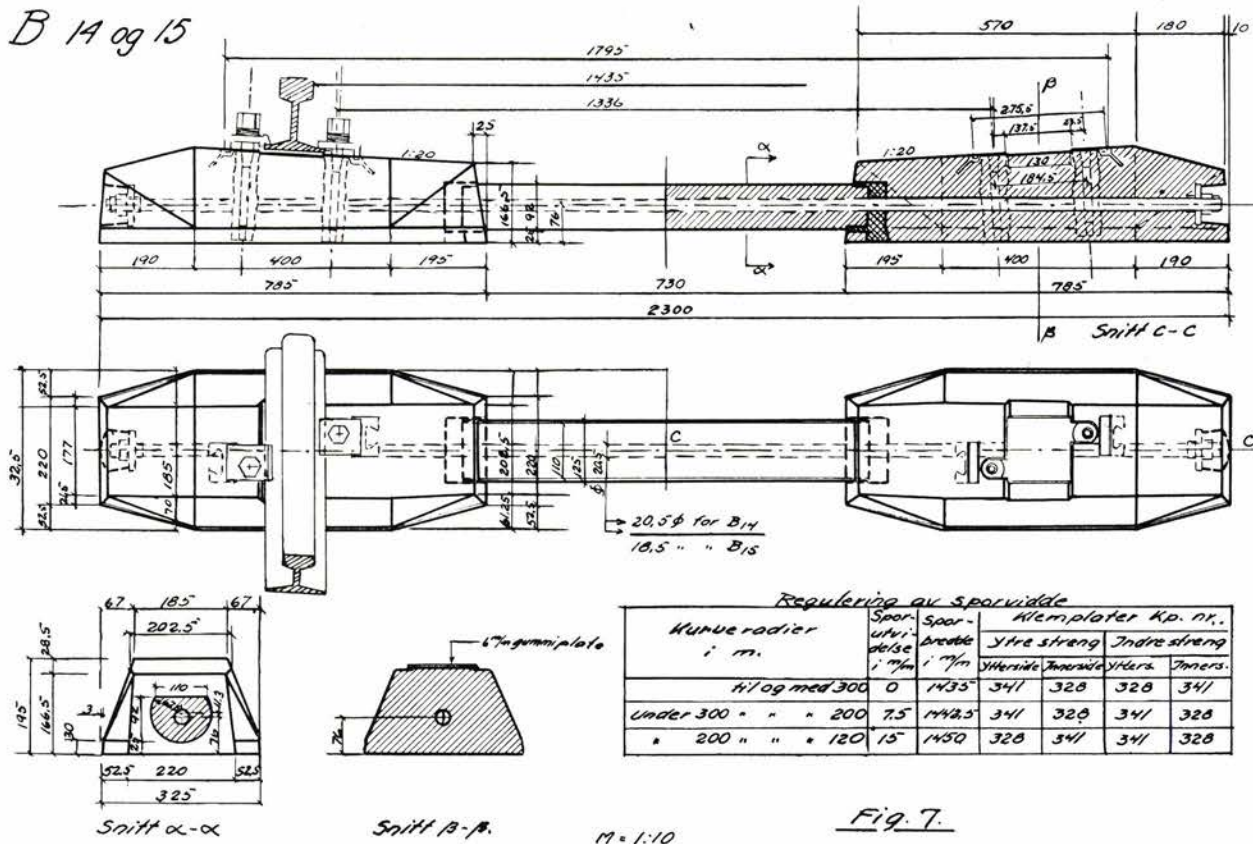
spennbetongsvillene er tyngre enn tresviller, blir frakten også større.

Svilletype	1	2	3
	DM	DM	DM
Furusviller 260 x 26 x 16 cm ..	22.50	36.16	39.84
Bøkesviller 260 x 26 x 16 cm ..	24.42	38.51	43.12
B 14 med alm. treskruer	21.45	24.50	30.04
B 14 med bunnskrue	21.45	29.30	35.28
B 12 og B 13 med alm. treskrue	26.23	29.28	34.82
B 12 og B 13 med bunnskrue ..	26.23	34.08	40.06
B 12 og B 13 med rippenplate ..	26.23	39.33	44.57
B 9 og B 91 koster omtrent det samme som B 12 og B 13.			

Som det sees, er prisen for impregnerte tresviller temmelig høy i Tyskland, nemlig:

Furusviller 260 x 26 x 16: 22.50 DM à 1.70, kr. 38.00
 Bøkesviller 260 x 26 x 16: 24.42 DM à 1.70, kr. 41.50

Den elektriske isolasjon er bedre for tresviller enn for stålbetongsviller, men den er dog fullt tilstrekkelig for de tyske sikringsanlegg for alle de 3 nevnte typer av skinnebefestigelse. Rippenplate på spennbetongsviller gir dog den beste isolasjon. For den elektriske isolasjon spiller også sementen en viss rolle da klorkalsium nedsetter isolasjonsevnen.



Foranstående opplysninger ble gitt av Dr. Schramm og ing. Fuchs. I en henseende ville Dr. Schramm gjerne ha hatt et par forandringer med de nåværende svilletyper. Svillendene burde ha vært mere tvert avsluttet så de fikk større anleggsplate mot pukken i sideretningen. Noen ulemper av den nåværende form hadde man dog ikke hatt. Skråplaten på svillenes overside utenfor skinnene var heller ikke heldig ved avsporing. Denne skråflate vil trekke et avsporet hjul ut fra skinnen. Det andre hjulet ville derved trekkes inn i svillens midtparti, som er det svakeste. Dette hadde vist seg å holde stikk ved en «kunstig» avsporing man hadde foranlediget. En tungt lastet godsvogn ble avsporet under 45 km fart. Under hensyntagen til avsporing mente han at spennbetongsviller av strengebetong var bedre enn B 12, men tresviller var utvilsomt i den henseende bedre enn alle typer spennbetongsviller. Men det er jo hensikten at vognene i alminnelighet skal holde seg på sporet.

I «Jahrbuch des Eisenbahnwesens 1952» har Dr. Schramm behandlet svilleproblemet ved D. Bb. meget inngående.

Dr. Meier som jeg senere konfererte med, opplyste at spennkraften for armeringen i B 14 var 16 tonn og i B 15 — 13 tonn.

Prisene hadde i den senere tid vært sterkt varierende, og prisene for Karig-armeringen var forhøyet 3 ganger i løpet av 1952. Derfor stemte ikke prisoppgave helt med det jeg hadde fått oppgitt i Offenbach. — Han oppga prisene således:

- Stålsville med befestigelse ca. 49 DM
- Bøkesville med rippenplate ca. 43 DM
- B 12 med enkleste befestigelse ca. 38 DM

Dr. Meier er den egentlige konstruktør av spennbetongsviller med etterspent Karig-armering. I et foredrag den 12. april 1951 har han gjort detaljert rede for dimensjoneringsgrunnlaget. Dette foredrag er utførlig referert i Beton- und Stahlbetonbau 1951, side 174 til 207.

Jeg benyttet anledningen til å diskutere med Dr. Meier forskjellige spørsmål vedkommende dimensjoneringen. Han har bl. a. regnet med et statisk skinnetrykk mot svillen på 15 tonn. Da dette er langt høyere enn man tidligere har antatt, spurte jeg om grunnen til dette. Dr. Meier svarte at det var mange grunner. For det første har man i Tyskland planer om å øke akseltrykket fra 20 tonn til 22 à 23 tonn. Da man regner med lang levetid for spennbetongsvillene, bør man ta hensyn til at en sådan øking av akseltrykket kan bli gjennomført. For det

Betongen har en meget høy elastisitetsmodul som alminnelig ligger mellom 420 000 og 450 000 kg/cm².

Ved en forsøksrekke utført i september 1952 lå E-modulen sogar oppimot 500 000 kg/cm². Man regner dog forsiktig med $E_n = 400\,000 \text{ kg/cm}^2$ og $n = E_j : E_n = 2\,150\,000 : 400\,000 = \text{ca. } 5.5$.

Det er utført en rekke forsøk for å bestemme betongens «svinn». På grunn av disse forsøk, spennes armeringen etter 4 ukers lagring og etterspennes etter ytterligere 6 ukers lagring før svillene legges inn i sporet. Man regner da med at der fremdeles gjenstår ca. 6 pst. «svinn», så spennkraften blir minimalt redusert.

Betong framstilt på denne måte er absolutt tett, kan ikke oppsuge vann og er helt frostbestandig.

Armeringsstålet i Karig-armeringen er et varmebehandlet og legert mangan, silisiumstål med 60 kg/mm² strekkgrense og 90 kg/mm² bruddgrense. det betegnes Sigma 60/90, og krypegrensen er 55 kg/mm². Det inneholder C = 0.73, Si = 0.47, Mn = 1.29, P = 0.032 og S = 0.019 pst. Ved kryplingsforsøk over 1000 timer har man påvist at krypingen er tilendebrakt etter ca. 100 timer. Forsøkene drives derfor nå ikke utover 100 timer.

Den alminnelige dimensjon for armeringen er 18.5 mm diameter og for B 14-svillen 20.5 mm diameter. Gjengene i begge ender *vals* inn, hvorved materialet på grunn av kolddeformasjon får en betydelig forsterkning så armeringen regnes å være like sterk i gjengetverrsnittet som på den glatte stav. Ved prøvebelastning langt over den tillatte spennkraft, var det bare rent unntakelsesvis at der inntraff brudd i gjengetverrsnittet. Men man bør selvsagt ikke utsette gjengetverrsnittet for bøyning ved skjev opplagring for spennmutteren.

Prisen for Karigarmeringen er dessverre meget høy. I september 1952 kostet armeringen for en B 12 sville i Tyskland 11.84 DM, heri iberegnet ankere, spennmuttere m. v. For en B 15 sville med en spennstang skulle armeringen koste halvparten, eller 5.92 DM pr. sville. For levering til Syd-Afrika hadde man pristilbud på 7.20 DM for 20.5 mm spennstang til smalsporet sville B 14. Utgiftene til armeringen utgør således en meget stor andel av svillens kostende.

Til framstilling av spennbetongsviller forlanger D. Bb. minst en høyverdig sement Z-325, men Betonwerk, Neuss, bruker Z-425 som er mer finmalt. Sementprisen i Tyskland stiller seg således:

Normal portlandsement Z 225 . . . 67.70 DM pr. tonn
 Dobbeltsement Z 325 75.50 DM pr. tonn
 Tredobbelt sement Z 425 94.50 DM pr. tonn

For spennbetongsvillene angis følgende vekt og masse:

B 12 — ca. 180 kg — ca. 70 liter mørtel

B 14 — ca. 169 kg — ca. 67.4 liter mørtel

B 15 — ca. 168 kg — ca. 67.4 liter mørtel

Der medgår følgelig sement Z-425 for ca. 2.50 DM pr. sville.

Framstillingsmåten for B 12—13 og B 14—15 er meget forskjellig.

B 12 og B 13 støpes på vibrasjonsbord i stålformer for 3 og 3 sviller under kraftig vibrering. En bestemt masse tilveid på automatiske vekter fyller formene. Deretter legges på en tung overform og vibreringen fortsetter under trykk. Når vibrasjonen er avsluttet, fjernes overformen. Trillingformen med 3 sviller legges på en tralle. Det legges 2 trillingformer ved siden av hinannen og 6 i høyden, således at man får plass for 36 sviller på en tralle. Når trallen er fulllastet, kjøres den inn i herdekammeret hvor den står til neste dag under en temperatur på ca. 45° C. Støpingen for 3 sviller tar ca. 6 minutter, så der støpes en sville annethvert minutt.

Når svillen neste dag tas ut av herdekammeret er den så godt avbundet at den kan tas ut av formen og behandles uten forsiktighet. Med en nøkkel gis spennmutteren en passende stramming. Svillen kjøres så på lagerplassen og stables opp. Etter 4 uker spennes armeringen med den foreskrevne spennkraft. Etter ytterligere 6 ukers lagring etterspennes armeringen. Hullene i enden støpes igjen og svillen er klar til å legges inn i sporet. Fig. 9 viser spennapparatet. En hydraulisk presse innstilles på den spennkraft som ønskes.

Den ledige form må rengjøres godt. Først hakkes sementmørtelen løs med luftmeisel. Deretter pusses den med roterende stålborster. Så smøres formene med en blanding av grafit og fett. Anker og dybler settes inn i formen. Til sist legges armeringen på plass etter at den på forhånd er dyppet i asfalt så den ikke hefter til betongen. Det tørre asfaltlag har en tykkelse på 1.0—1.5 mm. Den ferdige form med innmat går så på ny inn under støpesjakten. Fabrikasjonen kan betegnes som «flytende».

Der foretas også slagprøver for å undersøke svillenes motstandsevne mot støt f. eks. fra en avsporet hjulsats. Prøveresultat, se fig. 10.

I Betonwerk Neuss ble det høsten 1952 arbeidet på 2 skift à 9 timer. Det ble arbeidet bare 5 dager i uken, da man ville ha lørdagen til å utføre nødvendige reparasjoner m. v. Med en samlet mannskapsstyrke på 40—45 mann ble det støpt ca. 450 sviller pr. dag — altså ca. 1 time pr. sville. Dette skulle til-

svare ca. 3.— DM pr. sville. Arbeid og direkte materialutgifter utgjør således ca. 20 DM pr. sville.

Til en produksjon på 450 sviller fordres ca. 200 trillingformer av stål og disse er meget kostbare. For et par år siden kostet trillingformene ca. 500 DM pr. stk. Men høsten 1952 kostet formene ca. 2000 DM. Denne store prisforhøyelse skyldtes vesentlig at D. Bb. forlangte slike urimelige toleranser, påsto man. Toleransene for de ferdige betongsviller var ± 0.5 mm, hvilket er mindre enn stålindustrien alminnelig arbeider med. Man kan vel være enig i at slike krav er urimelige. Det er sikkert vanskelig og kostbart å framstille så nøyaktige stålformer. Og det er neppe nødvendig.

Platetykkelsen er ca. $\frac{1}{4}$ " og formen er presset for hver sville. Deretter sveises 3 former sammen til en trillingform. Formene alene koster altså ca. 400 000 DM. Hertil kommer herdekammer, fabrikkbygning, kraner m. v. Der fordres også stor lagerplass. Årsproduksjon er ca. 120 000 sviller.

For arbeid på et skift pr. dag går produksjonen ned til halvparten og utgiften til former kan betydelig reduseres. Men ut-rustningen blir under alle omstendigheter meget kostbar. Ved Betonwerk Neuss pågår utvidelse av anlegget til den dobbelte kapasitet for B 12 eller B 13 sviller.

B 14 og B 15 kan framstilles på en betydelig enklere måte og med langt billigere utrustning. Disse sviller støpes i 3 atskilte deler og sammensettes etter at delene er herdnet. Endestykkene støpes i en tvillingform av stål, sammenbygd med et kraftig vibrasjonsapparat. Dybler og endeankere for neseklempatene innsettes i formen på samme måte som for B 12 og B 13. En stålstang sparer ut hull for armeringen. Endestykkene støpes med foten opp under kraftig vibrering av formene. På grunn av den meget lave vannsementfaktor har endestykkene så stor

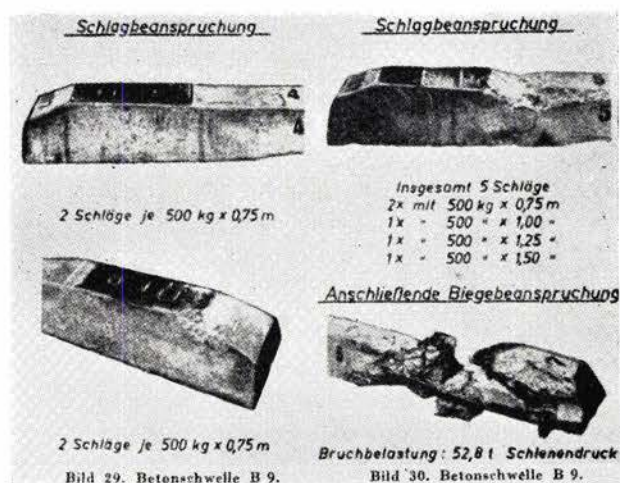


Fig. 10

fasthet at de *straks* kan tas ut av formene som tip-tes rundt og setter de ferdigstøpte endestykker på en treplate. Formene gjøres ren og smøres, hvoretter den straks er klar for ny støping. Man behøver således ikke mere enn den ene tvillingform for å drive støpingen kontinuerlig. Endestykkene stables bort etter hvert for herdning uten at man benytter herdekammer.

Midtstykket støpes for seg. Her innstøpes armeringer etter på forhånd å være dyppet i asfalt på samme måte som for B 12.

Etter noen dager sammensettes de 3 delene på et montasjebord. Armeringsstålet tres gjennom utsparringshullene i endestykkene. Etter at svillens lengde er nøyaktig justert av hensyn til skinnebefestigelsen, utstamps det åpne rom mellom midtpartiet og endestykkene, hvoretter armeringen spennes, se fig. 7. Etter ca. 4 uker settes spennkraften inn som foran beskrevet. Etter ytterligere 6 ukers lagring etterspennes armeringen, og man regner da med å ha bare 6 pst. igjen av betongens «svinn».

Svillen framstilles følgelig etter samme velkjente metode som har funnet anvendelse ved forspent kabelbetong og andre konstruksjoner med spennarmering av typen Karig. Svillen er altså av forspent betong med en kraftig trykkspenning i betongtverrsnittet. Den kan følgelig utsettes for store bøyningsspåkjenninger uten at der oppstår riss på grunn av strekkspenninger. Svillen er således av en helt annen type enn de franske R.S.-sviller og Vaig-neux-svillen, som ikke er av spennbetong. Den har heller ikke meget til felles med den belgiske Franki-Bagon svillen som er leddet.

B 14 og B 15 svillen er en monolitisk og bøyningstiv betongsville og virker på samme måte som B 12 svillen. Men det kan ennå være et åpent spørsmål

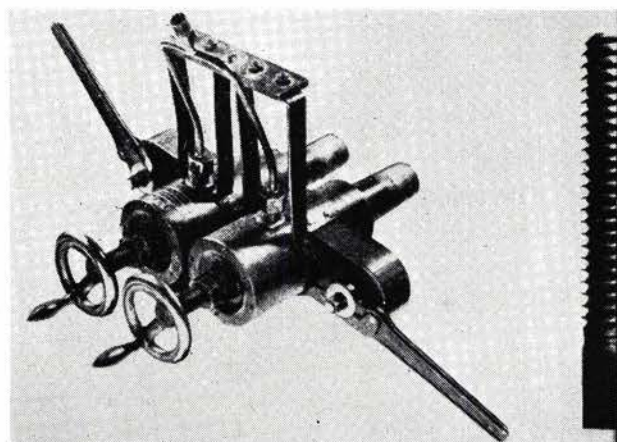


Fig. 9

om de skarpe overganger fra midtpartiet til endestykkene er heldig for en sterkt dynamisk påkjent sville. I denne henseende er utvilsomt B 12 og B 13 langt å foretrekke.

For B 14 med et stål på 20.5 mm diameter brukes en spennkraft på 16 tonn og for B 15 en spennkraft på 13 tonn, da armeringen her har 18.5 mm diameter. Dette tilsvarer en strekkspenning i armeringen på $\sigma_{14} = 4850 \text{ kg/cm}^2$ for B 14 og $\sigma_{15} = 4850 \text{ kg/cm}^2$ for B 15. For B 14 og B 15 benytter man mellomleggsplater av gummi utformet med ribber ved begge ender. Disse ribber griper ned i spor på skinnens anleggsflate så den ikke glir ut. Disse gummiplater er nesten 10 ganger så kostbare som presste poppelpater, men man regner med at de skal være nesten uslitelige. Videre forutsetter man for denne svilletype anvendt bunnskrue med 3 dobbelte fjærringer i stedet for dobbelte som tidligere benyttet.

Så vidt jeg forsto Dr. Meier, var han fast bestemt på å gå over til denne svilletype i hovedspor. Dyblene anså han for å være absolutt pålitelige når de var utført av god bøk og godt impregnerte. De få uhell man hadde hatt med bøkedybler skyldtes alle ukyndig behandling. Skruene ble undertiden så hardt tilskrudd at holdet glapp. Men ved å bruke bunnskrue innsatt i svillefabrikken, er man gardert mot dette. Ute på linjen er det bare toppmutteren som benyttes, og denne trekkes til med ca. 2 tonns kraft. Nesekleplatene trykkes da mot skinnefoten med en kraft på ca. 1 tonn. Men dersom dyblene blir skadd under en avsporing eller liknende, er det også en enkel sak å skifte dem ut uten å flytte svillen. Endelig la han stor vekt på at toppen av dyblen kunne beskyttes mot fuktighet ved å dekke over den med varm asfalt etter at bunnskruen er fastskrudd i fabrikken.

For å hindre fuktighet fra å trenge opp i dyblen nedenfra, blir hullet under bunnskruen stengt med en propp.

Ing. Weiss framholdt at type B 14 og B 15 egentlig er beregnet på grusballast. Av den grunn har den fått større anleggsflate mot ballasten enn B 12. Det runde midtparti forhindrer at svillen blir hengende igjen i grusballasten. Han hevdet også at en betongsville har bedre av å ligge i grus enn i pukk, da grusen inneholder mer fuktighet. Endelig er betongsvillene så tunge at man ikke behøver å være bange for solsleng selv i grusballast.

Angående sammenbygging av svillen av 3 deler er dette nøyaktig samme prinsipp som jeg så anvendt ved 34.5 m lange takbærere for London Airport.

Her kom 2.7 m lange deler fra fabrikken. Gjennom utsparingen i betongen trakk man kabler. Etter at fugene mellom de enkelte deler var utstøpt, ble kablene spent ved hjelp av Freyssinets spennapparat. Deretter ble de svære dragere lagt opp på taket ved hjelp av kraner.

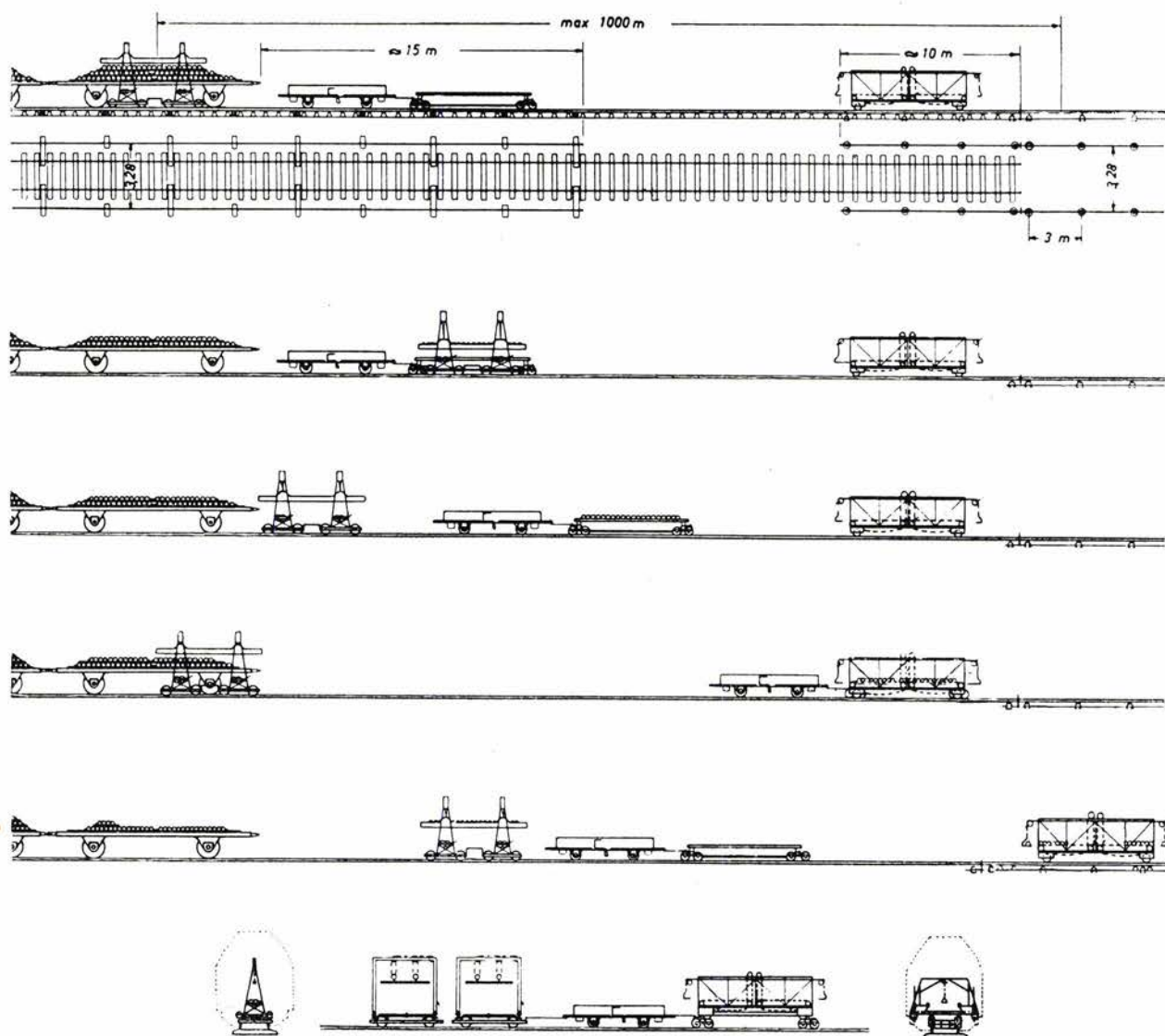
Prinsippet er altså ikke noe nytt, men det virket påfallende at det skulle være lønnsomt for så små konstruksjonsdeler som en sville. Ved Betonwerk Neuss innrømmet man at det medgikk lengere arbeidstid for en B 14—15 sville enn for B 12—13. Når systemet likevel var så lønnsomt, så berodde dette på den enkle og billige utrustning. Former og vibrasjonsmaskiner for støping av B 14—15 beløp seg høyt regnet til 40—50 000 DM når man så bort fra selve fabrikkbygningen. Man kunne også begynne i langt mer beskjeden målestokk og etter hvert øke med det nødvendige antall maskiner. Arbeidsmetoden er altså i høy grad elastisk og kan tilpasses behovet.

Ved Betonwerk Neuss ble der også framstilt andre svilletyper enn de her nevnte for D. Bb. Der ble levert sviller for havnespor og for brunkullindustrien. De sistnevnte var beregnet på å ligge på bakken uten ballast, således at de kunne flyttes etter behovet. De hadde svære dimensjoner og 3 armeringsstål. Disse sviller var særlig beregnet for den nye 64.7 kgs skinne som brunkullindustrien var gått over til. Videre leverte de spennbetongsviller også for 90 cm sporvidde.

Dyckerhoff & Widmann har levert et prøveparti spennbetongsviller til D. S. B. og til S. J. fra sitt Betonwerk ved Hamburg. De skal også levere et prøveparti for normalspor til Irak og til Argentina. Videre skal de levere et prøveparti til Syd-Afrika for smalspor, og man underhandlet for tiden om et prøveparti til Spania.

Men på grunn av de høye frakter var det meget uøkonomisk med slike prøvepartier. Skal det bli noen prøve av virkelig verdi, må det nemlig innlegges et stort antall sviller.

I Sveits har man ordnet seg på en annen måte. Et firma med navnet «Vobag» har opprettet kontrakt med S. B. B. om levering av spennbetongsviller av de tyske typer. Dyckerhoff & Widmann stilte sine tegninger og sine erfaringer til disposisjon for «Vobag» mot en liten lisensavgift. De sendte også en av sine ingeniører dit for å lede oppførelsen av fabrikken og føre tilsyn med fabrikkasjonen i den første tiden. Ved å ordne seg på denne måte kunne man spare mange ubehagelige overraskelser og utgifter.



Arbeidsplan for legging av spennbetongsviller

På venstre side er vist svillevognen som avlastes ved hjelp av portalkraner. Et lag sviller legges på en hjelpevogn som kjører svillene inn under svilleleggerens apparat til høyre.

Fig. 11

10. Innlegging av spennbetongsviller.

De tunge sviller fordrer selvsagt en egen teknikk. For det første må de opplastes på en bestemt måte fra fabrikk og kjøres direkte til arbeidsplassen. Omlasting og lagring ved linjen må unngås. Ved Betonwerk Neuss ble det lastet opp 160 sviller i 4 høyder på en 4-akslet vogn. Lasten blir da 30—32 tonn på vognen. For avlastingen fordrer det derfor høye portalkraner.

Oberreichsbahnrat F. Kuhn, Minden, har gitt en utførlig beskrivelse av de metoder som anvendes i Tyskland i «Die Bundesbahn» for 1951 hefte 13/14. Ved de metoder som der er beskrevet, blir innlegging

av spennbetongsviller i hvert fall ikke kostbarere enn innlegging av tresviller. Men der fordrer atskillig utrustning. Han forutsetter at underlaget for svillene avplanes og stemples med en Vibromax stampemaskin. Etterpå underskyffes svillene med singel.

Fig. 11 viser arbeidsplan for svilleleggingen..

Fig. 12 viser svilleleggemaskin.

Fig. 13 viser svillevogn og portalkraner for avlastning.

Arbeidsplanen må selvsagt tilpasses etter de aktuelle forhold.

Dr. Schramm fortalte imidlertid at en annen metode hadde vært brukt med hell. Med sporvidde

Kontinuerlig utlegging av spennbetongsviller

Svillleggingsapparat, vekt 1950 kg.

Betjening 8 mann, 4 på hver side, legger ut to og to sviller samtidig på riktig plass.

Svillleggingsapparatet kan etter bruken løftes opp på hjelpevognen og kjøres bort, eller det kan skyves ut til siden av sporet på løperuller.

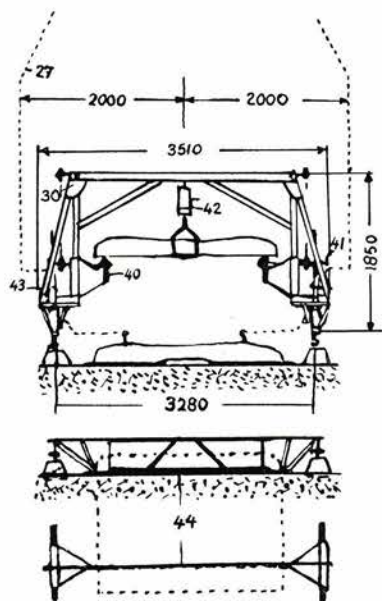
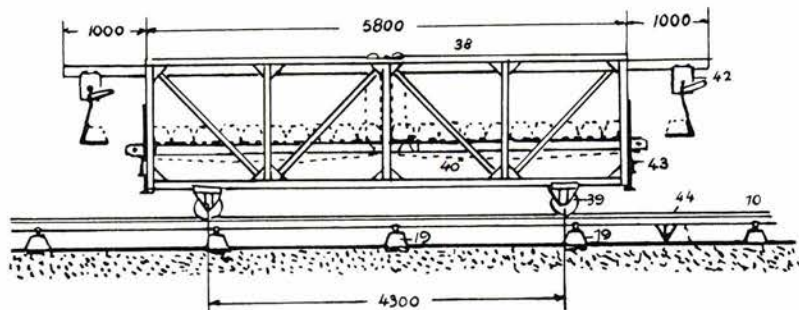


Fig. 12

82

3.3 m legges der opp kranskiner som justeres helt nøyaktig. Dette arbeid kan utføres i den tid man ikke kan arbeide i sporet av hensyn til togtrafikken. På disse kranskiner kjører en spesialbygd tralle som står ut et singellag nøyaktig avpasset etter det ønskede underlag.

Herunder får man også overhøydene riktig. Deretter følger en lett valse til å avplane og presse sammen singellaget. Når så svillene legges på dette singellaget, blir sporet helt riktig og kan befares med 100 km pr. time uten ytterligere justering.

Men selv om sporet må underskyffes, så kan dette gjøres uten utgraving av pukk, da sporet ligger bart. Pukken fylles på etter at sporet er finjustert både i høyde og sideretning. Senere justering utføres bare med soufflagejustering. Pakkhakker må selvsagt ikke benyttes.

Tidligere pakket man spennbetongsvillene med

Matisa pakkmaskin for senere å justere med soufflagejustering. Men nå brukes visstnok ikke denne metode.

Dr. Meier anførte at man på dobbeltspor, hvor det ene spor var satt ut av drift, hadde lagt inn ca. 1000 sviller pr. dag inklusive pukkrensing. Prisen på legging av spennbetongsviller lå da ca. 25 pst. lavere enn alminnelig for bøkessviller. På enkeltsporet strekning har man benyttet en enklere maskinell utrustning. Utgiftene har da ligget på samme nivå som for bøkessviller. På meget sterkt trafikerte strekninger har man lagt inn spennbetongsviller for hånd på samme måte som for bøkessviller. Utgiftene lå ca. 25 pst. høyere enn for tresviller.

Man har også planer om å konstruere en maskin som kan stikke inn svillene fra siden. I alminnelighet vil innlegging av betongsviller ikke by på særlige vanskeligheter.

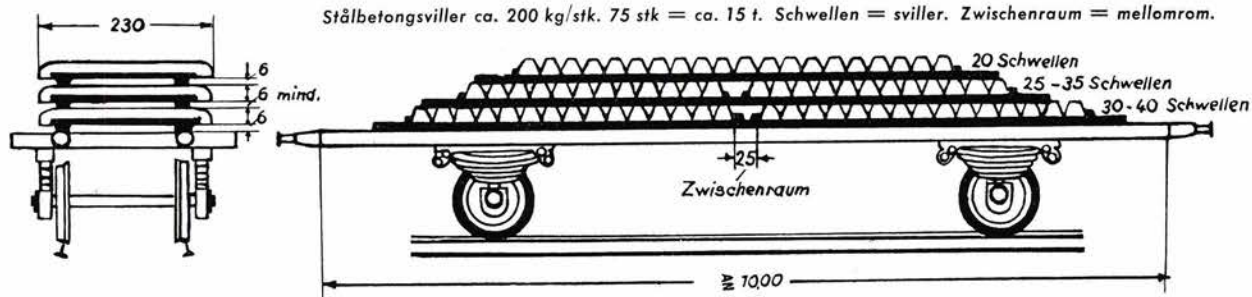


Fig. 13

Stålbetongsviller ca. 200 kg/stk. 75 stk = ca. 15 t. Schwellen = sviller. Zwischenraum = mellomrom.

11. Ballast og justering.

Dr. Schramm framholdt sterkt nødvendigheten av å rense ballasten. Sammenkittet gammel ballast hadde for liten elastisitet og kunne ofte medvirke til dannelsen av rifler i skinnehodet.

Pukkstørrelsen var tidligere 35—70 mm, men nå hadde man redusert størrelsen til 35—60 mm. Amerikanerne bruker langt mindre pukk, men Dr. Schramm ville ikke gå lengere ned med pukkstørrelsen, da den ville bli mindre motstandsdyktig.

D. Bb. hadde anskaffet endel «Jackson» pakkmaskiner som arbeidet utmerket i rensket pukk av maks. størrelse 60 mm. Men i uren sammenkittet pukk og små løft var disse maskiner altfor svake. Krupp arbeidet for tiden med en ny type trykkluftpakkmaskiner som antakelig ville egne seg bedre for små løft.

Men Matisa pakkmaskinen var både den beste og billigste. Man hadde i 1952 ca. 27 slike maskiner og aktet å øke antallet. Disse maskiner koster ca. 180 000 sv. Fr.

Soufflagemetoden ble for øvrig benyttet i meget stor utstrekning, særlig til justering av spor med spennbetongsviller.

For rensing av ballasten bruker man Matisa pukkrensemaskin hvorved man sparer ca. 70 pst. arbeidslønn. Men enda viktigere er det at man ved å bruke denne maskin kan nyttiggjøre seg ca. 80 pst. av pukken. Ved rensing for hånd ville en stor del av denne pukk gå tapt.

D. Bb. anskaffet den første av disse maskiner i 1949. Denne maskin koster komplett ca. 325 000 sv. Fr. eller ca. 540 000 kroner og leveres av firmaet Matisa, Lusanne. Firmaets representant Kahrs & Fleischer, Oslo, opplyser at D. Bb. ved utgangen av 1953 vil ha anskaffet 13 slike maskiner. Dette skulle vise at de tross de høye anskaffelsesutgifter har funnet det lønnsomt å bruke dem.

Fig. 14 viser Matisa pukkrensemaskin. Denne maskin drives av en dieselmotor på 125 hk. Den kan grave ut og rense pukken i en bredde av 3.8 à 3.9 m og kan klare opptil 125 m pr. time. Maskinen innstiller seg automatisk etter sporets overhøyde og leverer således et helt plant og riktig underlag for svillene. Den må arbeide bare i togpausene og er mer effektiv jo lengere togpauser man kan disponere. På tomgang kjører maskinen med en hastighet på 30 km pr. time til et sidespor. Den kan også settes av ved siden av sporet ved hjelp av en særskilt innretning når tog skal passere. Maskinen betjenes av 3 øvde mann pluss endel handlangere. Den framstilles nå på lisens i Tyskland.

III. Forsterkning og fornyelse av skinnegangen

Når man ved N. S. B. har så kostbart skinnegangsvedlikehold som anført under avsnitt I, skyldes dette etter min mening i første rekke at skinnegangen er for svak. I forhold til trafikken og akseltrykket har vi:

1. For liten skinnevekt og for gamle skinner.
2. For stor svilleavstand.
3. For små svilledimensjoner.
4. For dårlig skinnebefestigelse.
5. For dårlig ballast selv der vi har pukk.
6. Underbyggingen er også mangelfull derved at man har telehiving og ofte også for snau planeringsbredde.

Skal man ha håp om å redusere det årlige skinnegangsvedlikehold, bør man snarest gå til en rasjonell forsterkning og fornyelse av skinnegangen. Dette grunner jeg delvis på egne erfaringer og delvis på de retningslinjer man følger i andre land — kfr. avsnitt II. Det er jo en selvfølge at vi må få hensiktsmessige arbeidsmaskiner og arbeidsmetoder ved linjen, men det alene fører ikke fram. Når overbyggingen er for svak til å motstå de store dynamiske påkjenninger, kan man ikke få et holdbart spor med stabil justering.

I trafikkmessig henseende er det også store ulemper ved at man må kjøre med små akseltrykk. På vår alm. 35 kgs skinnegang er tillatt akseltrykk bare 14 (15) tonn, hvilket i og for seg er for høyt for normal 35 kgs skinnegang.

Men der kjøres fort vekk med høyere akseltrykk, delvis med tillatelse og delvis uten. For transport av omformere er således 20 tonns akseltrykk tillatt. Største tillatte hastighet er da 20 km/t, hvilket gir et meget stort hjultrykk på indre skinnestreg i kurver. Vogner med last som av praktiske grunner ikke kan omlastes må man også la passere, selv om akseltrykket ligger betydelig over tillatt. Jeg kan ikke se at der finnes noen annen utvei enn å gå til en gjennomgående forsterkning av skinnegangen snarest mulig.

1. Skinnene.

Vi har altfor mange skinneprofil ved N. S. B. Alle skinneprofil under 35 kgs bør sjaltes ut etter hvert. 35 kgs skinner kan være anvendelige for stasjonsspor og sidelinjer med liten trafikk. I hovedlinjene med større trafikk bør bare benyttes 49 kgs skinner. Dette er visstnok et utmerket profil som kan anvendes for akseltrykk på 18 og 20 tonn. I Tyskland

regner man med at det skal klare seg også for 22 (23) tonns akseltrykk i framtiden.

Som nevnt har man i Tyskland skinner på 7000 meter uten skjõt. Men dette antar jeg er temmelig dristig. Hos oss må vi regne med større temperaturvariasjoner enn i Tyskland, nemlig ± 45 grader til $+ 65$ grader C. Dessuten antar jeg at man ikke bør velge så lav nøytral temperatur som man har gjort i Tyskland, nemlig $+ 5$ grader. Dette vil i realiteten bety at alt justeringsarbeid bør utføres ved en temperatur fra null til $+ 10$ à 12 grader, hvilket torde bli noe problematisk. Hos oss bør vi velge en leggingstemperatur eller nøytral temperatur på $+ 15$ grader. Justeringen kan da utføres uten vanskelighet ved $+ 10$ til 20 grader C. Men dette framkaller større strekkspenninger i skinnene og de sveiste skinneskjøter.

Som passende skinnelengder hos oss bør man derfor neppe velge mer enn 45 m muligens 60 m på tresviller. Skinnene bør sveises sammen med elektrisk motstandssveis og kjøres ut på samme måte som ved skinneleggingen på Vestfoldbanen. Da motstandssveiseene praktisk talt har samme styrke som skinnen, behøver man ikke å ta noe hensyn til dem ved svilledelingen. Fjernes ikke sveisevulsten, må dog svillen ligge ved siden av sveisen. Benyttes spennbetongsviller, kan man gå til den dobbelte skinnelengde (90 m) ved å sveise midtsveisen ved gassveis eller termittsveis. Man da bør de nærmeste sviller legges ca. 20 cm til hver side for sveisen.

Ved å benytte så lange skinner med normalt varmerom, vil endel av trykk-kraften ved høy temperatur overføres på direkte trykk i skjøten. Dette er det neppe noen betenkelighet ved. Men ved lav temperatur vil antakelig skinneendene kripe så langt fra hinannen at laskeskruene kommer i beknip. Det er lite sannsynlig at varmerommet blir sjenerende stort dersom man anvender god skinnebefestigelse. Selve skinneendene bør herdes og i tilfelle nedhamring kan de påsveises.

I tunneler er det teoretisk ikke noe i veien for å sløyfe skjõtene. Men erfaringen viser at enkelte partier angripes særlig sterkt av rust i fuktige partier. Man bør derfor regne med at disse partier må utskiftes for seg og da kan meget lange skinner bli brysomme.

Som tidligere nevnt har tyskerne nå en 65 kgs skinne som etter sin materialsammensetting skal være meget motstandsdyktig mot rust. Den har også så bred skinnefot at den kan legges på tresviller uten underlagsplater. Dersom slike skinner anvendes i fuktige tunneler, kan de sveises sammen i hele tun-

nelens lengde. Ved å sløyfe underlagsplatene, blir det nesten ingen smådeler som ruster vekk. En sådan skinnegang blir sogar billigere enn alminnelig 49 kgs spor med vanlig skinnebefestigelse.

I fuktige tunneler er forrustningen av skinner og skinnebefestigelse meget skadelig. Banen Lunde—Kragerø ble åpnet i 1927. Før 20 år var gått måtte skinnene i Bukkefjell, Kalbekk, Skargrind, Kjosens og Vadfoss tunneler skiftes ut. Og de utskiftede skinner var praktisk talt bare vrak. Etter 10 og 12 års drift på linjen Grovane—Kristiansand måtte skinnene i Mosby og Aukland tunneler skiftes ut. I Hægebostad og Kvineshei tunneler er et stort antall bøyplelater allerede utskiftet enda de ikke har ligget i 10 år.

Forrustningen i fuktige tunneler foranlediger så store utgifter at det er all grunn til å søke nye utveier for å bedre dette forhold. Fuktigheten bevirker også at pukkbballasten pakker seg og blir uelastisk. Svillene blir løse og justeringen uholdbar. En annen ulempe er rifledannelse på skinnehodet som antakelig også har samme årsak. Man bør derfor gjøre store anstrengelser for å få vannet vekk fra ballasten. Men selve rusttæringen kan man neppe bli kvitt uten anvendelse av mer motstandsdyktig materiale.

I hovedspor bør skinnene skiftes ut før de er utslitte. De utskiftede skinner kan deretter legges inn på stasjonsspor og mindre trafikerte sidelinjer. Det er dårlig økonomi å legge inn nye skinner på sidelinjer og slite med nedslitte skinner i hovedsporene.

Under kaldvalsingen av skinnehodet på grunn av hjulenes hamring danner det seg et trykkskikt som forsøker å bøye skinnemidten opp. Ved å legge en utskiftet skinne på siden, kan man på en 12 m skinne måle en pil på opptil 15 cm. Enkelte baneformenn hevder at denne oppbøyning ved midten av skinnen er så sterk at den trekker med seg svillene så disse ikke får tilstrekkelig tak i ballasten til å hindre skinnevandring. Det er jo ved de midtre sviller skinnevandringsklemmene skal anbringes. Men flere baneformenn hevder at klemmene gjør bedre tjeneste ved enden av skinnene, for der har svillene bedre tak. Dette er særlig tilfelle ved de korte 12 m skinner.

I Meddelelser fra N. S. B. nr. 5 for 1937 er referert japanske forsøk med slitasje på jernbaneskinner. Dette gjelder riktignok for spor i rettlinj og horisontal, så for kurvede spor og stigninger er nok forholdene langt ugunstigere.

En 30 kgs skinne skal tåle 66.6 M.t. bruttobelasting (millioner tonn), en 37 kgs skinne skal tåle 115.2 M.t. og en 50 kgs skinne skal tåle 177.8 M.t.

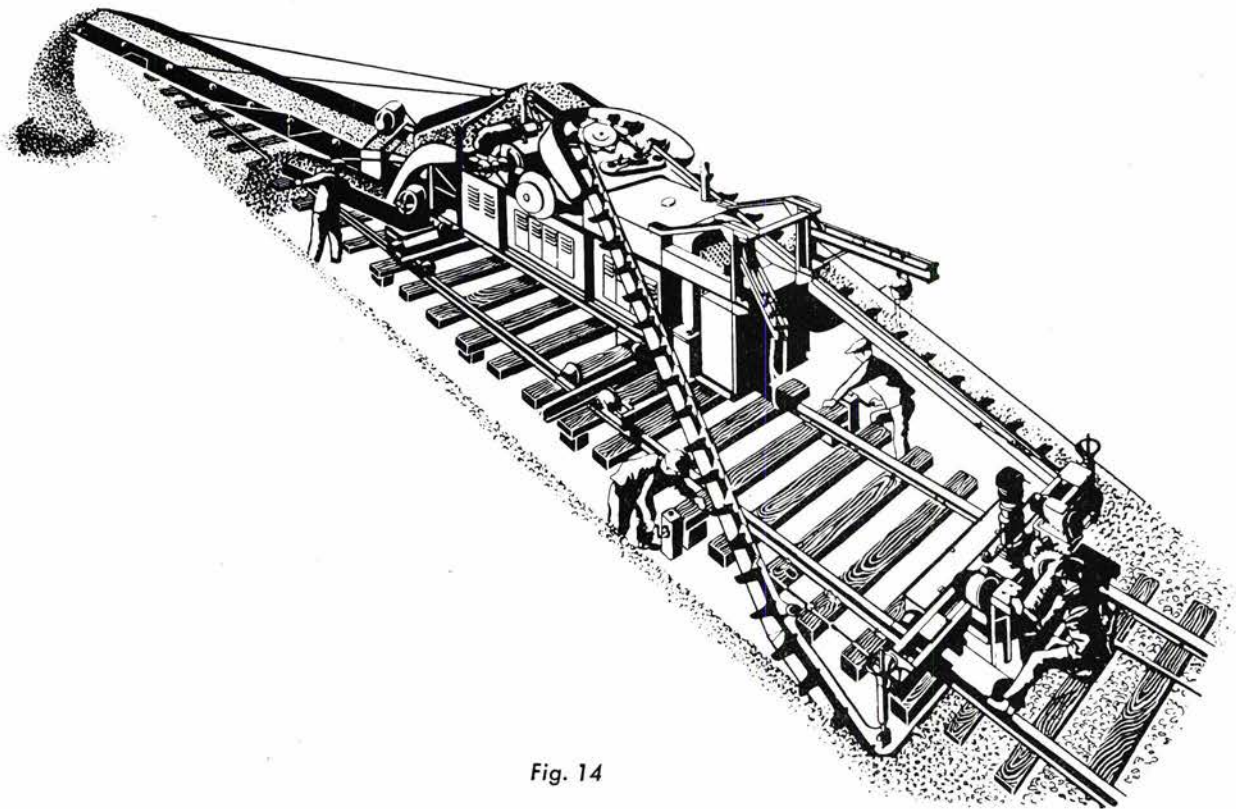
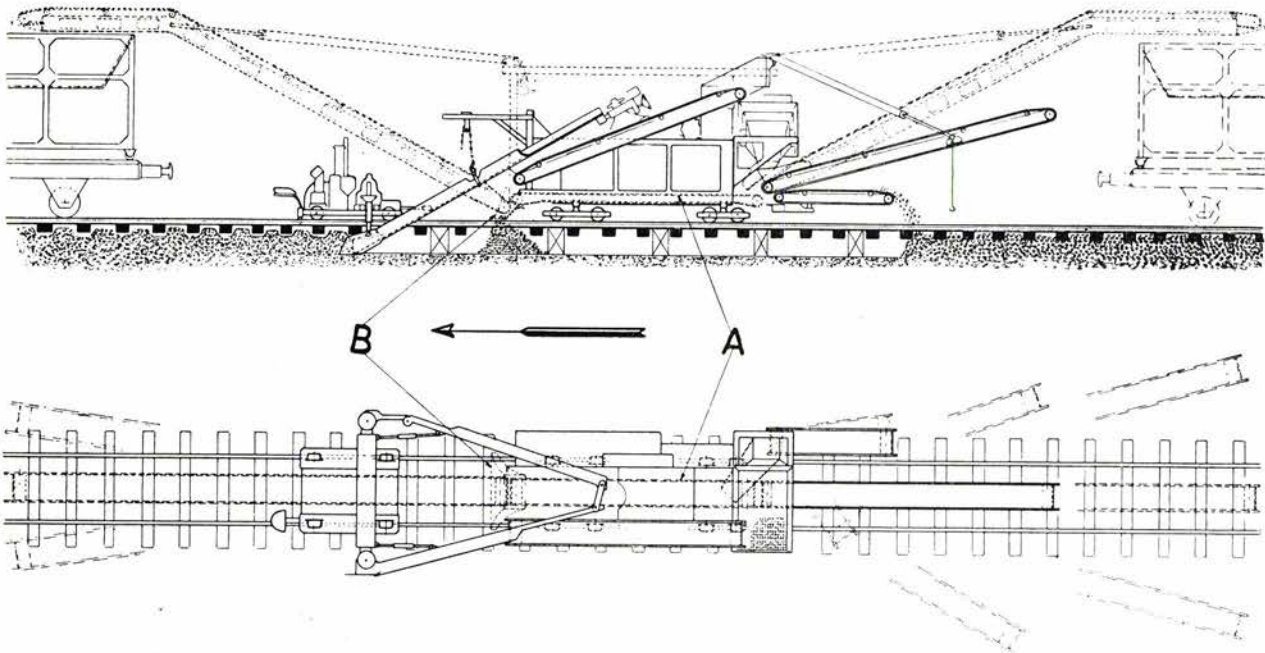


Fig. 14

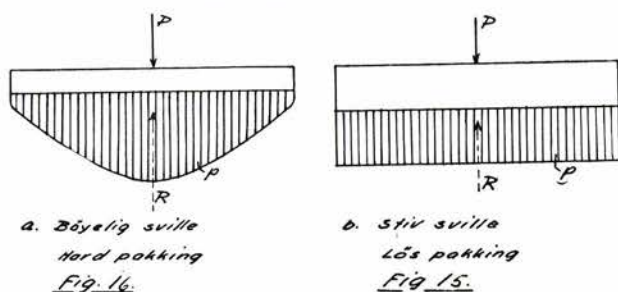


før skinnene er utslitte. En 50 kgs skinne tåler etter dette nesten 3 ganger så meget som en 30 kgs skinne. Tar man hensyn til vedlikehold, forrentning og amortisasjon av anleggsutgiftene er 50 kgs skinner fordelaktig når trafikken overskrider en årlig belastning på 2 M. bruttotonn. Dette tilsvarer omtrent en trafikk som på Sørlandsbanen. Men forholdet nå er

antakelig atskillig forrykket på grunn av høyere lønninger og lavere renter m. v.

Etter det som her er anført, bør det heretter utelukkende vales og inlegges nye 49 kgs skinner. De utskiftede 35 kgs skinner repareres og benyttes på mindre trafikerte sidelinjer og stasjoner. Det kan etter min oppfatning ikke være økonomisk å fort-

Fordeling av opplagerreaksjon P.



86

sette med å valse nye 35 kgs skinner, da dette vil forsinke overgangen til kraftigere skinnegang.

49 kgs skinnegang bør innlegges på alle hovedlinjer: Oslo—Kornsjø, Oslo—Magnor, Lillestrøm—Trondheim—Steinkjer, Hell—Storlien, Oslo—Bergen og Oslo—Stavanger, Hokksund—Hønefoss og Brevik—Tinnoset — i alt ca. 2300 km. Men aller først må Oslo—Kornsjø, Oslo—Magnor, Lillestrøm—Lillehammer, Oslo—Roa og Oslo—Kongsberg få 49 kgs skinnegang. Dette er ca. 650 km spor, hvorav muligens halvparten allerede er innlagt.

2. Skinnebefestigelse.

Den alt overveiende del av vår 35 kgs skinnegang har skinnespikerbefestigelse som er altfor dårlig for den nåværende trafikk. Det er også lagt inn noen millioner bøyplelater, som til å begynne med lovet godt. Men erfaringene har dessverre vist at de ikke er bra. Forbindelsen er altfor stiv, hvilket bevirker at kilen fort slites opp og løsner. Ved å bruke tynne mellomleggsplater mellom underlagsplate og skinnefot kan man oppnå noen forbedring. Man har forsøkt med særlig impregnerte papp-plater, men holdbarheten er dårlig. Forsøk er i gang med 3 mm tykke impregnerte ospeplater, som foreløpig har vist seg ganske holdbare.

Endelig har vi i den siste tid fått fjærplaten som ennå er for ny til at man kan påberope seg særlige erfaringer. Etter min oppfatning har fjæren for liten spennkraft — ca. 500 kg. Hvordan denne vil kunne motstå korrasjonen i fuktige tunneler er fremdeles et åpent spørsmål. Vi har iallfall erfaring for at kiler og bøyler for bøypleplatene angripes voldsomt av rust i tunnelene, og det er dog atskillig grovere materialer. Men under alle omstendigheter er det en kostbar skinnebefestigelse. En A-sviller med fjærplatebefestigelse koster 48.77 kr. og en X-sviller med fjærplatebefestigelse for 49 kgs skinne koster 55.23 kroner pr. stk.

Til en god skinnebefestigelse må stilles følgende fordringer:

- Den må være fjærende så den ikke slites opp ved skinnens bevegelse under toget.
- Den må være så fast at den ved friksjon hindrer skinnvandring derved at skinnen beveger seg i forhold til svillen. Under temperaturutvidelse skal svillen følge med skinnen.
- Den må være rammestiv for å forhindre at lange skinner knekker ut.
- Den bør være enkel og helst også billig.

For mindre trafikerte sidelinjer og for stasjonsspor kan skinnespikerbefestigelse anvendes dersom skinnens lengde ikke overstiger ca. 24 m. For lengere skinner må man ha rammestiv forbindelse.

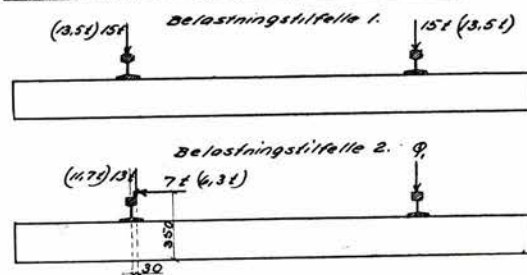
En enkel skinnebefestigelse for spennbetongsviller er omtalt foran. Den har en klemkraft som er dobbelt så stor som ved fjærplaten.

3. Sviller og svilleavstand m. v.

Svillespørsmålet ble grundig behandlet under B-seksjonens møte 18. september 1952 i Helsingfors, og jeg henviser til referat i Nordisk Järnbanetidsskrift nr. 11 for 1952. Både i Danmark og Sverige anvendes sviller 26 x 16 cm, og man var enig om at disse dimensjoner ikke burde reduseres. Lengden er i Sverige 2.7 m, og man hadde ingen betenkelighet med å gå ned til 2.6 m som også anvendes i Danmark.

I Tyskland og Frankrike brukes også sviller av samme dimensjoner, nemlig 260 x 26 x 16 cm. Det er visstnok ikke noen betenkelighet ved å gå ned til 2.5 m lange sviller slik som hos oss. Men i Norge brukes A-sviller 25 x 13 cm for 35 kgs skinner og X-sviller 25 x 14 cm for 49 kgs skinner. Disse dimensjoner er utvilsomt for små. Bredden er i minste laget, men av særlig betydning er det at alle sviller har samme bredde. I motsatt fall blir belastningen på de smaleste svillene for stor, så de hamres ned i ballasten og man får blindslag. Er svilletykkelsen for liten, blir svillen så bøyetlig at den ikke kan fordele trykket jevnt til ballasten. Tregghetsmomentet

Kraftoverføring fra skinne til sville.



Q er avhengig av svilleform og opplagring
Fig. 17.

for en sville 26 x 16 er dobbelt så stort som for en sville 25 x 13. Den er følgelig dobbelt så stiv.

Dersom svillen er lang, er det enda viktigere at den har tilstrekkelig stivhet for å kunne fordele trykket til ballasten. Fig. 15 viser den ideelle fordeling når svillen har tilstrekkelig stivhet. Fig. 16 viser trykkets fordeling under en myk sville.

Men av ennå større betydning for overføring av trykket til ballasten er avstanden mellom svillene. En kraftig skinne og liten svilleavstand fordeler trykket på mange sviller. Jeg henviser til det som er anført herom under avsnitt I og tabell I.

Den alminnelige svilleavstand i Europa for 49 kgs og 50 kgs skinner er 65 cm for 20 tonns akseltrykk. Men selv dette er atskillig ugunstigere enn det som brukes i U. S. A. For den danske 60 kgs skinne har man en svilleavstand på 61 cm, hvilket utvilsomt er gunstigere.

For 49 kgs skinner bør svilleavstander ikke overskride 65 cm og for 35 kgs skinnegang bør svilleavstanden reduseres til 50 cm i alle hovedspor. Da vil man også kunne forsvare å framføre vogner med 18 tonns akseltrykk inntil man kan få innlagt 49 kgs skinner. Men det kan neppe være riktig å benytte en svilleavstand på 87.4 cm for 49 kgs skinner. Dette må utvilsomt gi for stort trykk på ballasten.

Impregnerte furusviller regnes å ha en levetid på ca. 25 år, men det er et ganske stort antall som må utskiftes på grunn av mekanisk ødeleggelse og sprekker. I løpet av 7 år fra 1945 til 1951 ble det i Kristiansand distrikt utskiftet 3500 impregnerte sviller med nyere årstallspiker enn 1930. De hadde altså ligget i sporet betydelig kortere tid enn 25 år.

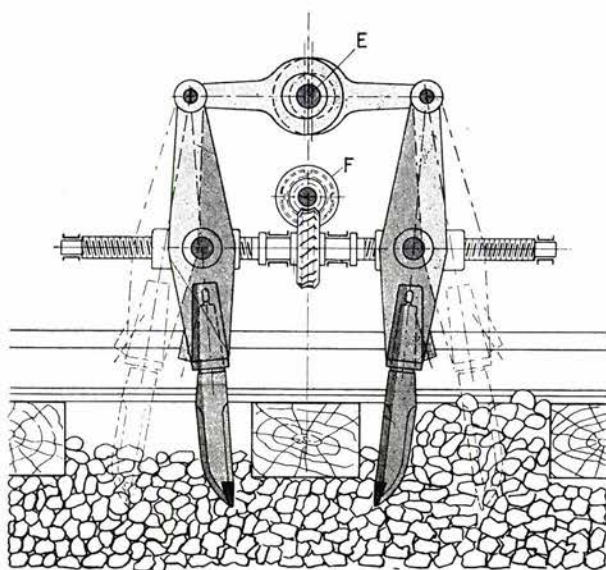


Fig. 18

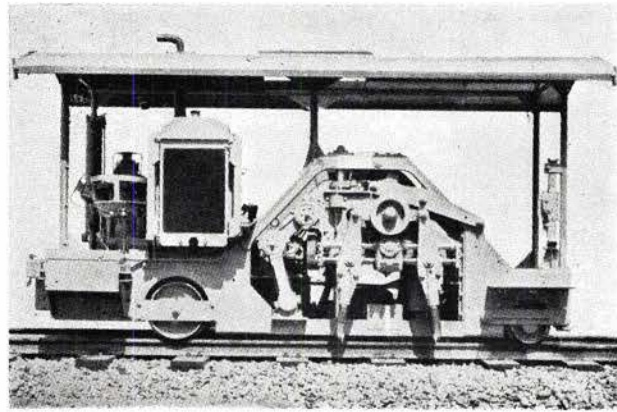


Fig. 19

Impregnerte furusviller av tilstrekkelige dimensjoner og i rimelig svilleavstand gir et utmerket spor for hurtiggående, tung trafikk. Men de er temmelig kostbare og med det store behov for trevirke er det vel tvilsomt om de kan bli særlig billigere. Spennbetongsviller av beste kvalitet har utvilsomt så lang levetid at de på lang sikt blir mere økonomisk. Spørsmålet om spennbetongsviller skal behandles i et senere avsnitt.

4. Ballast og justering.

Halvparten av våre hovedlinjer har fremdeles grusballast, og kvaliteten er til dels dårlig. Men pukballasten er dessverre som regel av temmelig dårlig kvalitet. Den har alle graderinger fra subbus til kult. De fine bestanddeler i pukken holder på vannet og bevirker at pukken har lett for å pakke seg og bli hard. Ballasten mister sin elastisitet og man får hard kjøring, unormal skinnslitasje, nedhamrede skinner, særlig ved skinneskjøtene. Svillene blir nedslitte under underlagsplatene og hamres ned i den uelastiske ballasten så man får blindslag. Vedlikeholdsutgiftene øker.

Det er like viktig å ha en elastisk ballast som å ha fjærer på vognene. Dersom ballasten ikke er elastisk, vil hjulhamringen virke som mot en ambolt. Resultatet av denne hamring kan man studere ved skinneskjøtene hvor ofte skinneendene er nedhamret slik at skinnehodets bredde har øket betraktelig.

Når man på lokale steder i skinnegangen ofte får unormal skinnslitasje, skyldes nok dette som regel ballasten, da skinnematerialet og trafikken neppe er særlig uensartet.

Pukballasten på våre baner består gjerne av 30 cm kultlag og 20 cm puk. Dersom kultlaget er slått til fin kult kan nok dette ha en viss elastisitet.

Har man ikke mer enn ca. 7 cm puk mellom svilleunderkant og kultlag, så er dette altfor lite, og

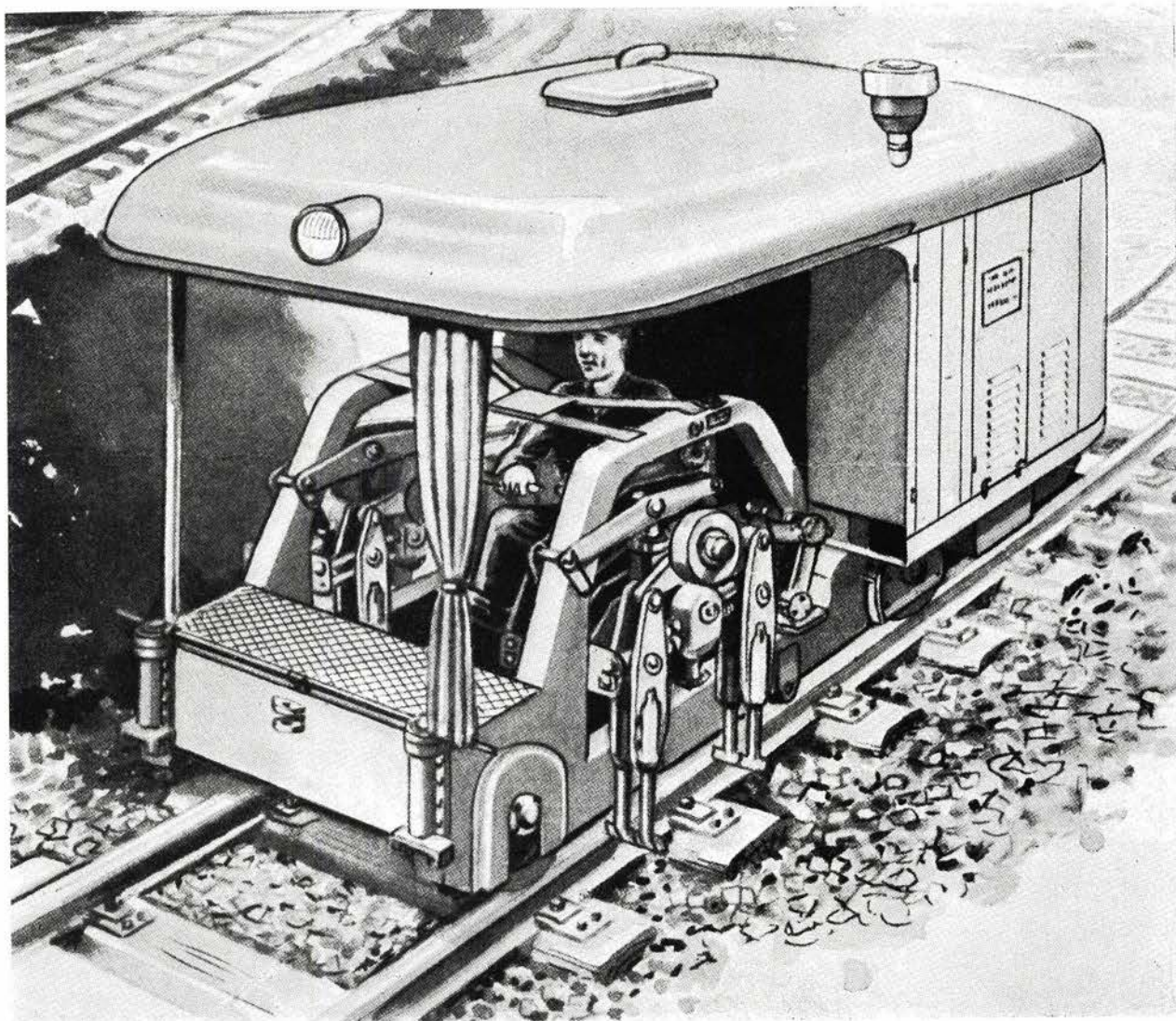


Fig. 20

det er spørsmål om man ikke da bør løfte hele sporet. På de européiske baner har man øket tykkelsen av pukklaget under svillen fra 10 cm (som viste seg utilfredsstillende) til 20 cm, 25 cm og nå 30 cm som også er alminnelig i U. S. A.

Hvorvidt man kan regne kul laget som ballast eller ikke, avhenger av om det består av småkult. Og det er nok ofte ikke tilfelle.

I Tyskland hvor man har 20 tonns akseltrykk beregner man svillen for et statisk skinnetrykk på 15 tonn, se fig. 17. Skal man hos oss regne med akseltrykk på 18 tonn, kan det statiske skinnetrykk reduseres forholdsvis til 13.5 tonn. Ved svillens underside overføres dette trykk på en lengde av ca. 80 cm.

$F = 25 \times 80 = 2000 \text{ cm}^2$. $K = 13\,500 : 2000 = 6.35 \text{ kg/cm}^2$ mot ballasten. Er avstanden fra underkant sville til undergrunnen 30 cm og belastningen fordeles under 45° vinkel, blir trykket mot undergrunnen

$K_1 = K \times 25 : (2 \times 30 + 25) = \text{ca. } 2 \text{ kg/cm}^2$. Dette kan vel ofte være i høyeste laget, hvorfor ballasten under svilleunderkant iallfall ikke bør være mindre enn 30 cm. Når man skal grave ut pukklaget for soufflage justering, viser det seg at pukken er meget hårdt sammenkittet. Dette er hovedårsaken til at det hos oss medgår flere timer til utgravingen av pukklaget enn i Frankrike.

Sommeren 1952 ble det på en strekning av 15563 m mellom Lunde og Kjos innlagt nye A-sviller med påskrudde fjærplater. De gamle sviller hadde ligget fra 1927 og det var i mellomtiden utskiftet ca. 10 pst. ved stikkbyting. Disse sviller skal repareres og benyttes andre steder. Samtidig ble den gamle og urene pukklaget utgravet ned til underkant sville. Den skulle helst ha vært utgravet under svillene også; men det anså man for å være nesten uoverkommelig arbeid. Den gamle pukklaget som var meget urent, ble lagt

på siden og ny pukk fylt i sporet. Samtidig ble skinnene sammensveiset til 36 m lengde og vinkellaskene erstattet med flattlasker over sammenboltete T-sviller. Mange skinneneer måtte krympes opp og delvis påsveises.

Utgiftene stiller seg således:

A-sviller med fjærplater	68 250	kr. pr. km
Sveising ÷ ledig materiell	5 080	—»—
Pukk og pukkavlasting	6 850	—»—
Innlegging av sviller m. v.	2 530	—»—
Justering, retting og puss	3 250	—»—
Utgraving av gammel pukk	2 680	—»—

Tilsammen 88 640 kr. pr. km.

Justeringen ble foretatt med Jackson pakkmaskiner. Pukkutgravingen ble foretatt for hånd og var meget brysom, da pukken var hårdt sammenkittet.

Sådant arbeid burde utføres med Matisa pukkrensemaskin som vist på fig. 14. Etter tyske erfaringer kan man da spare ca. 70 pst. i arbeidsutgifter og hva som er enda viktigere: Man kan få full nytte av den rensede pukk. Tyskerne oppgir her 80 pst., men det kan man nok ikke oppnå hos oss, da vår pukk er meget uren.

Maskinen kan grave ned til 1.0 m under skinnetopp og skulle derfor kunne gjøre god nytte ved utgraving for masseskifting, når det gjelder lange partier.

For pukkrensing kan man hos oss neppe grave mer enn ca. 5 cm under svilleunderkant på grunn av kultlaget.

Ved utskifting av grusballast med pukk, må man anta at baneingeniør Fogelbergs ballasteringsapparat er hensiktsmessig. Kultlag bør ikke anvendes.

For justering i grusballast er Jackson pakkmaskiner meget effektive. I ren og jevn pukk er de også godt anvendelige, men i uren sammenpakket pukk er de noe svake. Men Matisa automatiske pakkmaskin gir billigere justering i pukkballast. Se fig. 18. Den arbeider like godt i grov som i fin pukk. Matisa pakkmaskin koster ca. 185 000 sv. Fr. eller ca. 300 000 kroner. En liknende pakkmaskin forarbeides i München—Gladbach, Tyskland, og oppgis å koste 130 000 DM eller ca. 222 000 kroner. Men jeg kjenner ikke til om denne maskin brukes i Tyskland. Fig. 20.

I Sverige benytter man Matisa pakkmaskiner og hevder at de gir billigere justering enn soufflagemetoden. Det kan vel være tvilsomt om dette holder stikk, dersom man tar hensyn til at all pakking med pakkmaskiner krever mer pukk enn soufflagemetoden.

Matisa pakkmaskin pakker 150—200 m spor pr. time. Den veier 8 à 10 tonn og kjører på tomgang med 35 km hastighet til et sidespor, eller den kan settes av ved siden av linjen.

5. Masseskifting m. v.

De foran nevnte spørsmål vedkommende forsterkning og fornyelse av skinnegangen på våre hovedlinjer, anser jeg for meget viktige. Men før slike forføyninger kan settes i verk, er det en selvfølge at teleproblemet må være løst. Det oppgis at der gjenstår å masseskifte ca. 280 km spor. Hvor meget herav som gjelder hovedlinjene, kjenner jeg ikke til, men jeg antar det må være på tide å ta et krafttak for å løse dette viktige spørsmål. For 1953 forutsettes brukt 1.2 mill. kroner til dette formål. I henhold til tabell III medgikk i året 1950—51 ca. 2.58 mill. kr. på vedlikeholdsbudsjettet til skoring. Og som jeg før har anført er utvilsomt også J-339 belastet en betydelig ekstra utgift på grunn av telen. Disse store og årlige uttellinginger bør kunne reduseres til et minimum ved å investere betydelig større beløp enn 1.8 mill. kr. til snarest mulig å bli kvitt telehivingen. Dette arbeid har dessuten også stor betydning for trafikken sikkerhet.

Foruten masseskiftingen bør også linjens horisontal-trasé bringes i orden ved kurvekorreksjon og lengere overgangskurver. Masseskifting, kurvekorreksjon og forbedring av linjens horisontaltrasé kan utføres billigere for en lett skinnegang enn for en tyngre. (Fortsettes i neste nummer.)

Rundtomkring

625.232 (43)

7193

Personvognbygging ved Deutsche Bundesbahnen (Der Stand des Personenwagenbaues bei den Deutschen Bundesbahnen). R. Körner i Eisenbahntechnische Rundschau mars 1952 side 92—105. Beskriver grunnprinsippene for bygging av nye tyske personvogner: Midtgangsvogner med gode løpeegenskaper, komfortable, men enkle i konstruksjon, billige i anskaffelse og vedlikehold. BCo-vogner med 69—76 sitteplasser og Co-vogner med 84—92 plasser. Resultater av prøvekjøring med «Minden-Deutz» og «Görlitz III»-boggier refereres, og innredning og utstyr beskrives.

625.232.9

7195, 7465

Om problemene ved Talgo-toget (Zur Problematik des Talgo-Zuges). Hr. Mölbert i Eisenbahntechnische Rundschau februar 1952 side 49—59. Gjennomgår i detalj de prinsipper som konstruksjonen av Talgo-toget er bygget på (korte lette enakslede vogner med forenden opphengt på vognen foran, uavhengig roterende hjul), og sammenligner med vanlige konstruksjonsmetoder.

Der Spanische Ultra-leicht-Gelenkzug Talgo. F. W. Hamacher i Glasers Annalen mai 1952 side 110—115. Detaljert teknisk beskrivelse med fotos og tegninger.

TREKKRAFTEN VED NSB. DRIFTSYTELSER OG UTGIFTER

Av jernbanedirektør H. Sveaass

DK 625.282(481)=396
DK 385.1(481)=396

90

I tabellen på side 91 er satt opp de forskjellige trekkrafttypers driftsyttelse, vedlikeholdsutgifter og utgifter til energi i driftsåret 1951—52.

Tallene som gjelder normalsporet trekkraft er tatt fra, eller beregnet ut fra tallene i driftsstatistikken og månedsstatistikken for 1951—52 med følgende unntakelser:

I statistikken er for motorvognvoggenes vedkommende ikke medregnet motorvognenes aksler i oppgaven over vognakselkm. Da imidlertid motorvognene også er lastførende må disse akselkm medregnes hvis man skal få et noenlunde riktig bilde av motorvognenes andel i trafikkavviklingen.

I kolonne 6 og 7 i tabellen er derfor gjort et tillegg så vidt mulig svarende til motorvognenes akselkm.

Tallene i kolonne 8 er oppgitt av statistisk kontor.

Som tabellen viser utgjør den elektriske trekkraft ca. 20 pst. av den samlede trekkraftpark (i antall). Med disse 20 pst. avvikes ca. 50 pst. av trafikken målt i bruttotonnkm, ca. 46 pst. av kjørte vognakselkm og ca. 38 pst. av kjørte lok. og motorvognkm.

Vedlikeholdsutgiftene for den elektriske trekkraft utgjør ca. 23 pst. av de samlede vedlikeholdsutgifter, og utgiftene til elektrisk energi inkl. tilsyn, drift og vedlikehold av overføringsanlegg og matestasjoner er ca. 14 pst. av de samlede brenselutgifter med nuværende brenselpriser. Synker kullprisene med kr. 20 pr. tonn stiger det siste tall til 16 pst.

Den grafiske fremstilling gir et bilde av disse forhold.

Det kan gjøres 4 innvendinger mot denne oppstilling:

1. At det er de best trafikerte baner som er elektrifisert, og at dette gir muligheter for en god utnyttelse av trekkraften. At vi ikke hadde tilstrekkelige trekkraftreserver virker i samme retning.

Det er imidlertid også et par forhold som trekker i motsatt retning.

For det første er Statsbanenes antall av hurtiggående elektriske trekkraftenheter liten (ca. 20 prosent). En øking av antallet hurtiggående enheter vil øke den gjennomsnittlige driftsyttelse pr. enhet.

For det andre har Statsbanene for tiden bare en elektrifisert strekning av noen lengde, nemlig Oslo—Egersund. Når hovedlinjene som Bergens-

banen og Dovrebanen blir elektrifisert, kan man vente at driftsyttelsen pr. enhet vil stige.

Det vil da være muligheter for å kjøre 250 000 til 300 000 km pr. år med endel av trekkraften. Vi har allerede i dag elektriske lok. på Sørlandsbanen som går over 20 000 km pr. måned, og enkelte av våre hurtiggående elektriske lokomotiver begynner å nærme seg 200 000 km pr. år.

2. Den elektriske trekkraft er forholdsvis ny, og vedlikeholdet vil derfor muligens øke.

Vi har en del elektrisk trekkraft som er ganske ny, men vi har også endel som er over 30 år (ca. 30 pst. av lokomotivene), og vi har mange som er mellom 20 og 30 år gamle (ca. 60 pst. av lok.). Derimot er de elektriske motorvognene av nyere dato.

Endel av vår elektriske trekkraft (motorvognene) er påført skader under krigen som vi har hatt å kjempe med i årene etter krigen.

3. Ofofbanen er inkludert i oppgavene. Denne er en massetransportbane hvis trafikk er helt forskjellig fra gjennomsnittet for våre øvrige baner.

Det blir imidlertid ikke stor forskjell i tallene om man setter Ofofbanen utenfor. Dette skyldes at lokomotivene på Ofofbanen både utnyttes dårlig og er meget kostbare i vedlikehold.

Tar vi ikke Ofofbanen med vil tallene i tabellen endre seg omtrent slik for El. lok.:

Lok. km pr. enhet fra 96 000 til ca. 102 000.
Vognakselkm pr. enhet fra ca. 3.4 mill. til ca. 3.15 mill.

Bruttotonnkm fra ca. 50 pst. til ca. 45 pst.

Lok.vedlikehold pr. lok.km fra ca. 72 øre til ca. 54 øre.

Lok.vedlikehold pr. akselkm fra ca. 2 øre til ca. 1.7 øre.

Elektrisk energi pr. lok.km fra ca. 44 øre til ca. 41.5 øre.

Elektrisk energi pr. akselkm fra ca. 1.7 øre til ca. 1.88 øre.

4. Kapitalutgifter (forrentning og fornyelse) er ikke tatt med i oppstillingen.

At kapitalbehovet blir større ved elektrisk drift enn ved andre driftsformer for de baner som nå står for tur til å elektrifiseres er sikkert. Hvor meget større kapitalbehovet blir er avhengig av trafikkenes størrelse og art, banens trasé m. v.

Driftsytelser, vedlikeholdsutgifter og utgifter til energi for de forskjellige trekkrafttyper ved NSB i driftsåret 1951—1952.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trekkraft-typer	Trekkraft-enheter		Driftsytelser				Utgifter til vedlikehold og energi						
	I pst. av samlet antall	I drift pst.	Lok. og motorvognkm		Vognaksekm medregnet motorvognaks.		Brutto tonnkm i pst. av samlet antall	Vedlikehold			Energi		
			I pst. av samlet antall	Pr. trekkraft-enhet	I pst. av samlet antall	Pr. trekkraft-enhet		I pst. av samlede vedh.-utgifter	Pr. lok. og motorv. km	Pr. vogn-aksekm	I pst. av samlede energikutgifter	Pr. lok. og motorv. km	Pr. vogn-aksekm
El. lok.	11.70	81	22.0	96 000	37.60	3400	ca. 50	16.8	72	2	} 2 14	1 25	1 0.98
El. motorvogner	8.15	80	15.54	98 000	8.18	1080		5.8	35	3.2		2 44	2 1.7
Damplok.	68.60	66	52.5	40 000	51.91	825		64.77	117	5.6	4 84	4 190	4 9.2
Forbr. motorvogner	11.40	51	9.9	45 000	2.27	218		12.4	118	24.4	5 1.5	5 17.8	5 3.7
Diesellok.	0.15	33	0.06	22 000	0.04	330		0.23	341	23.0	5 0.5	5 100	5 6.7

¹ Ekskl. utgifter til tilsyn, drift og vedlikehold av overføringsanlegg og matestasjoner.
² Inkl. utgifter til tilsyn, drift og vedlikehold av overføringsanlegg og matestasjoner.
³ Med kullpris kr. 110.00 pr. tonn levert NSB's lagerplasser.
⁴ Med kullpris kr. 130.00 pr. tonn levert NSB's lagerplasser.
⁵ Med bensinpris ca. 39 øre pr. liter og dieselloljepris ca. 25 øre pr. liter levert NSB's lagerplasser.

Det blir imidlertid neppe så meget større som man kanskje skulle tro. Da de elektriske lokomotiver avviker mellom 3 og 4 ganger så stor trafikk pr. enhet som damplok., vil den samlede trekkraftanskaffelse bli atskillig billigere ved anskaffelsen av elektrisk trekkraft.

Det samme gjelder om man sammenlikner med dieselektrisk trekkraft som er kostbar i anskaffelse.

Det er en rekke fordeler ved elektrisk drift såvel driftsteknisk som driftsøkonomisk som ikke er tatt med eller ikke kan tas med, enten fordi det ikke finnes tilstrekkelige oppgaver i statistikken eller fordi fordelene meget vanskelig eller kanskje slett ikke kan verdsettes i penger. Av driftsutgifter som ikke er tatt med, skal her bare nevnes personalutgiftene. I det siste driftsår som det foreligger statistikk over utgifter til lokomotivbetjening (1947—48) stiller disse seg slik i øre pr. lok.-kilometer:

El. lok.	61
El. motorvogner	22
Damplok.	104
Forbr. motorvogn	25

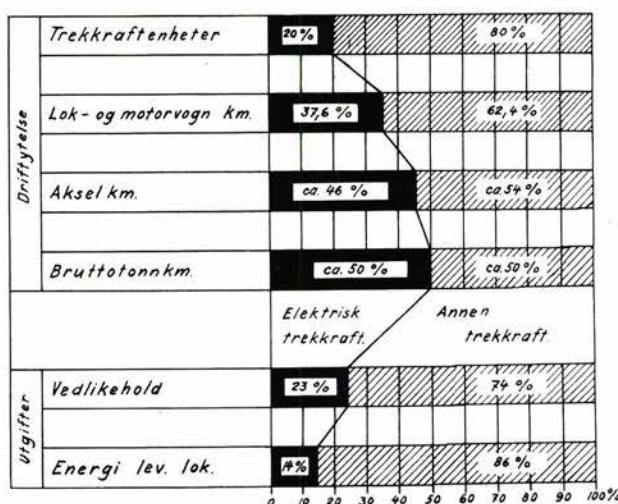
Disse tall viser altså mindre personalutgifter for den elektriske trekkraft enn for annen trekkraft.

Personalutgiftene til konduktørtjenesten vil også synke som følge av kortere kjøretider. Vi har regnet med gjennomsnittlig 20 pst. reduksjon.

Man kan selvsagt ikke trekke altfor vidtgående slutninger av et enkelt års statistikk, men tidligere år vil gi omtrent samme bilde.

Tallene viser imidlertid den elektriske trekkrafts overlegenhet selv om enkelte tall muligens kan kritiseres.

De tall som står oppført i tabellen for diesellok. må ikke betraktes som gyldige tall for diesellok.-drift. Denne befinner seg ennå på forsøksstadiet, og det må være grunn til å tro at driftsytelsen skal kunne bringes opp og utgiftene ned for denne driftsform.



Driftsytelser, vedlikeholdsutgifter og utgifter til energi for den elektriske trekkraft i forhold til annen trekkraft ved NSB i driftsåret 1951—1952.

METODER FOR SLITASJEPRØVING

Bestemmelse av slitestyrke for gulvmaterialer, malinger, lakker, imitert skinn og tekstiler

Av ingeniør E. Thun

DK 620.178(481) - 396

92

Mekanisk slitasje som følge av støy og friksjon er som over alt ellers også et vel kjent fenomen innen NSB. En god del slitasje forårsaker menneskene selv i den direkte berøring med sine omgivelser, og det er vesentlig om denne form som ikke vil være den minst betydningsfulle ved en bedrift som NSB, at denne artikkel skal handle.

Det menneskene sliter mest på er det underlaget de går på, altså gulv og gulvbelegg hvor det finnes i enhver form, i bygninger, på stasjonsområder og i rullende materiell. Ved berøring og gnidning oppstår også slitasje på vegger, dører og inventar, og da ikke minst på vognseter, sengeplasser o. l. Mekanisk slitasje gjør seg også gjeldende ved bruk av klær, og også denne form skaffer NSB problemer i forbindelse med uniformer til dets personell.

Det vil være innlysende at de nevnte materialers evne til å motstå mekanisk slitasje, altså deres slitestyrke øver en avgjørende innflytelse på deres holdbarhet og levetid, og her vil særlig overflatens egenskaper være av betydning. Ved planlegging og innkjøp er det av stor viktighet å vite mest mulig om disse forhold så man kan velge de best egnede, og økonomisk gunstigste materialer. Et ganske godt kjennskap har man skaffet seg gjennom erfaringer fra praktisk bruk. På grunn av den store mengde typer og fabrikat som finnes på markedet, vil dette kjennskap dog ikke være så differensiert og nøyaktig som ønskelig. For de mange nye produkter som dukker opp, mangler man dessuten praktisk erfaring, og det er derfor behov for metoder til å bestemme de ulike materialers slitasegenskaper mer detaljert og sikkert.

Den mest endefremme metode er en systematisk utprøving under praktiske forhold. Dette er den sikreste framgangsmåte og i enkelte tilfelle den eneste noenlunde sikre. Den er imidlertid ofte noe tungvint, krever større materialmengder og tar framfor alt som oftest lang tid. Det kan videre være vanskelig å få tak i forsøksmaterialene igjen til kontroll. Metoden er derfor lite egnet hvor det gjelder å velge mellom en rekke fabrikat ved innkjøp, eller til å kontrollere om leveranser holder mål. Av disse grunner har man søkt å komme fram til metoder

hvor man kan bestemme varighet og slitestyrke i løpet av kortere tid. Man har særlig forsøkt å gjøre bruk av forskjellige former for kunstig slitasje. Framgangsmåten må alltid avpasses etter det materiale som skal undersøkes, og prøver under praktiske forhold vil bestandig danne den basis som alle andre metoder må justeres mot.

Gulvmaterialer og belegg.

Av disse finnes det et stort antall typer fra harde steinmaterialer til myke og elastiske gummi- og plastbelegg. Å undersøke alt dette vil bli en altfor omfattende oppgave, og man har derfor som regel konsentrert seg om de typer som foruten å være alminnelige i bruk, er forholdsvis dyre i anskaffelse og vedlikehold, og hvor det stilles krav til pent utseende og lett vint renhold. Til denne gruppe hører forskjellige stenfliser, belegg og fliser laget på basis av fibermaterialer, gummi og ulike plasttyper. Teppe, løpere og framfor alt linoleum, inlaid, gulvoljer og lakker. Disse materialer er vel egnet for forsøk i praksis. En noe modifisert framgangsmåte har funnet stor anvendelse, blant annet også til justering av hurtigprøvemethoder, hvor det benyttes kun-

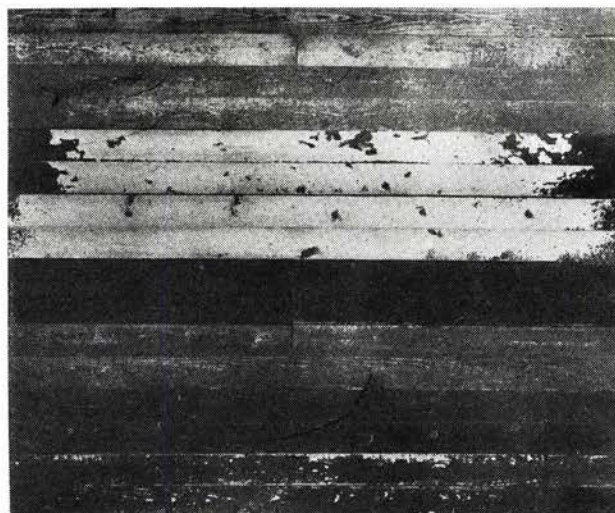


Fig. 1. Prøvefelt med 8 ulike gulvmalinger etter at ca. 40 000 mennesker daglig har gått på dem i 10 dager. Forsøk utført på sentralbanestasjonen i Amsterdam. Prøvene er 2 meter lange og malt 2 strøk gul og så 2 strøk rød (sort) maling.

stig slitasje. Prinsippet vil gå fram av de illustrasjoner som er tatt med (fig. 1 og 2). De forskjellige prøveplater som danner én flate, plasseres gjerne på et sted med stor trafikk og tilsvarende slitasje. De må som regel av og til bytte plass eller dreies for at alle skal bli likt belastet og bedømmelsen skjer ved direkte sammenlikning av de ulike prøver. Det Kjemiske Laboratorium har en rekke slike serier gående særlig med forskjellige gulvoljer og lakker på linoleumsunderlag, men hensikten er etter hvert å ta med en rekke andre materialer. Trafikken der prøvene eksponeres er på enkelte steder beregnet til å være opptil 9000 personer i døgnet. Med en så stor trafikk vil vanlige gulvoljer og lakker kunne bedømmes etter ca. 2 måneder, mens det ved ordinær «kontortrafikk» først vil kunne skje etter 9 måneder til 2 år. Med materialer av større tykkelse vil det naturligvis ta lenger tid før en sikker vurdering kan finne sted, avhengig av materialets relative slitestyrke. Særlig for slike materialer vil der være behov for hurtigere og mer differensierende prøvemethoder. Som nevnt har man gjort bruk av apparater som frembringer en kunstig slitasje. Ved utformingen må man nødvendigvis ta hensyn til måten den naturlige slitasje finner sted på. For gulvmaterialer foregår den ved støt og gnidning av skosålen mot gulvflaten under et visst trykk. Som regel ligger også endel støv og sandkorn og andre harde partikler imellom og virker som slipemiddel. Til slitasjens egentlige natur kjenner man forholdsvis lite, særlig hvor relativt glatte flater slites mot hverandre. Det har her vist seg vanskeligst ad kunstig vei å oppnå resultater

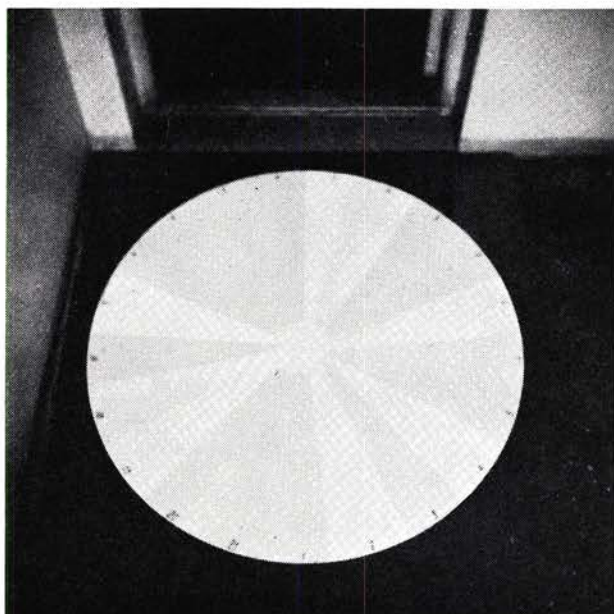


Fig. 2. Prøvefelt med 21 lakkprøver ved NSB.

som i tilstrekkelig grad stemmer overens med dem man får under praktiske forhold. Dette oppnås lettere der hvor slitaksjonen skyldes en ru, hard flate eller harde partikler. (Slipemidler.) Den foregår dessuten langt hurtigere og kan i større grad bringes under kontroll. Av disse grunner foretrekker man å bruke materialer av sistnevnte typer til å frambringe den vesentligste del av slitaksjonen selv om denne framgangsmåte ikke stemmer helt overens med forholdene i praksis. Også fordelingen mellom antallet av runde og skarpe kanter eller partikler er av stor betydning. På et mykt elastisk materiale som for eks. gummi kan slitevirkningen være helt forskjelligartet. Runde partikler vil når de rives mot overflaten ikke på langt nær forårsake så stor skade som skarpe kanter og korn. De siste vil skjære seg inn og rive opp, og forårsake betydelig kraftigere slitasje. Annerledes vil det være med mer plastiske materialer, hvor begge partikkeltyper vil frambringe riper og sår i overflaten, men slitaksjeforskjellen være betydelig mindre. Også materialer med fiberstruktur som tekstiler og lær er ømfintlige overfor skarpe slipemidler. Man må derfor i høy grad ta hensyn til dette når slipematerialene skal velges. Ved sammenlikning av resultater må man eventuelt gjennom praktiske forsøk først finne fram til overgangsfaktorer mellom de ulike materialer. Et annet problem ved kunstig slitasje er å finne fram til et riktig forhold mellom støt og gnidning.

Som man vil se er forholdene ganske kompliserte, og bare ved systematisk utprøving parallelt med praktiske forsøk, kan man komme fram til brukbare prøvemethoder.

I tidenes løp er det blitt utviklet et betydelig antall prøveapparater, og noen av disse skal beskrives litt nærmere. Ved en enkel og meget anvendt metode benyttes en sandstråle av bestemt fallhøyde som treffer prøveflaten under en vinkel av 45°. Denne metode er bl. a. standardisert for lakker og malinger

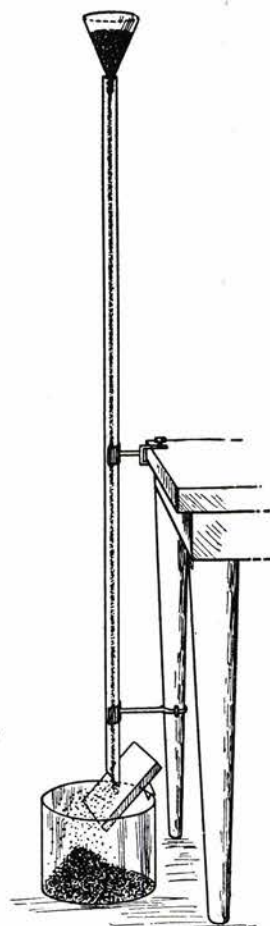


Fig. 3. A. S. T. M.-prøveapparat for maling og lakk.

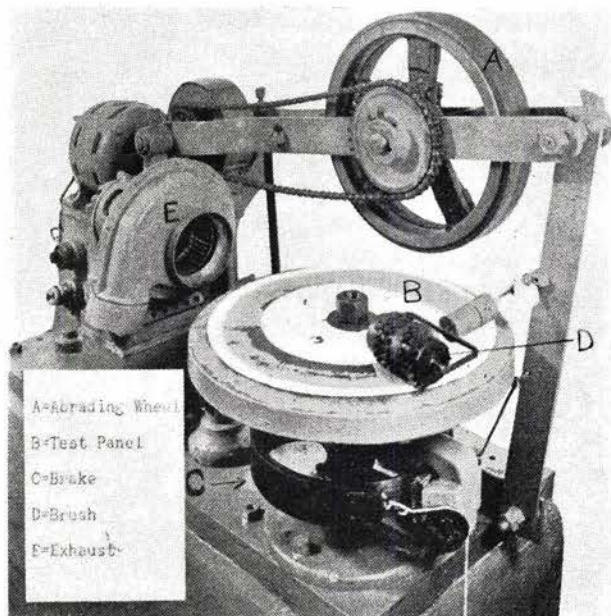


Fig. 4.

i U. S. A. og gir for flere materialer ganske bra resultater. Et enkelt apparat av denne type er tatt med i fig. 3. Forsøkene utføres med små prøveplater og malinger og lakker strykes i bestemt tykkelse på spesielle plater av stål eller tre. Slitestyrken bestemmes etter fastsatte tørketider ved å måle tiden for gjennomslitning av materialskiktet og undertiden ved å bestemme vekten av avslitt stoffmengde.

Istedenfor sand benytter man også andre slipe-midler som karborundumpulver, fine stålpartikler og liknende, eventuelt i blanding. Fordelene med denne metoden er det enkle utstyr, at slipemidlet stadig er like «friskt» og at avslitte partikler blir effektivt fjernet. Mangler ved metoden er forholdsvis lite differensierte resultater, at den er lite egnet for tykkere belegg og at den krever nøyaktig tilsyn under hele forsøket. Videre er slitasjen av en noe annen natur enn den som finner sted i praksis. Ved plastiske og svakt klebrige materialer har sandkornene tendens til å sette seg fast på overflaten. For å få større effekt har man benyttet trykkluft til å blåse sandpartiklene mot prøveflaten (jfr. vanlig sandblåsning), men det har vist seg å være vanskelig å regulere intensiteten tilstrekkelig nøyaktig. En annen modifikasjon av denne metode består i at man fester prøveplaten til enden av en vertikalt roterende aksel, som så trykkes ned i en beholder med slipemiddel. Etter et visst antall omdreininger bestemmes vekten av avslitt materiale og denne benyttes som mål for slitestyrken. En ulempe er at det lett oppstår slitasje på andre deler enn prøvematerialet. Denne metode ble for øvrig anvendt parallelt med endel forsøk med

gulvmalinger som ble utført på sentralbanestasjonen i Amsterdam og er omtalt under fig. 1. Overensstemmelsen mellom resultatene var dog ikke så god som ønskelig. I en noe endret utførelse har dog dette apparat gitt meget gode resultater ved utprøving av sålelær. Prøvematerialet roterte da mot en annen horisontalt roterende skive med en periodisk tilførsel av sand av bestemt kornstørrelse og skarpheit som mellomliggende slipemiddel.

Istedenfor sand o. l. benytter man ved andre metoder faste slipemidler i form av skiver eller hjul, som beveger seg mot prøvematerialet under et visst trykk. Fig. 4 viser et slikt prøveapparat av en noe robust type. Slitasjen frambringes av en stor slipeskive og løsrevet materiale blåses bort av en kraftig luftstrøm. Ved NSB benyttes et amerikansk apparat, en såkalt «Taber Abraser», som er betydelig mer anvendbart og elegant utformet (fig. 5.). Apparatet virker på den måten at forsøksmaterialet i form av en prøveplate (ca. 10 x 10 cm og opptil 1 cm tykk) skrues fast på en horisontalt roterende skive. Slitasjen frambringes av to slitasjehjul (diameter ca. 6 cm) som kan dreie seg fritt på prøveflaten under et trykk som kan varieres fra 125 g til 2 kg. Slitasjehjulene står eksentrisk i forhold til skiven og frambringer et slitasjespor av en type som vil framgå av fig. 6. Rotasjonshastigheten er ca. 60 pr. minutt (kan varieres) og avslitt materiale fjernes av en kraftig støvsuger. Malinger og lakker påføres stål, tre eller linoleumplater i bestemt skikttykkelse og prøves etter fastlagte tørketider. Det benyttes to typer slitasjehjul som hver igjen er gradert i forskjellige hårdheter. Den ene typen er hard og er laget av



Fig. 5. «Taber Abraser».

steinmaterialer av varierende kornstørrelse og hardhet. Den andre er bløtere og består av gummi av forskjellige mykhetsgrader, tilsatt slipemidler av varierende skarphet. Den første typen benyttes til fastere og tykkere gulvfliser og belegg, løpere, imitert skinn og liknende. Type nr. 2 til bløtere og mer plastiske materialer som tekstiler, maling og lakk. For å oppnå sikre resultater må prøveplatene kjøres fra 500 opptil 10 000 omdreininger, avhengig av materialets tykkelse og fasthet. Veining foretas som regel for hver 500 eller 1000 omdreininger, og vekttafet brukes som mål for slitestyrken og angis i milligram pr. 1000 omdreininger. Størrelsen er vanligvis fra 20 til 300 mg. Temperatur under forsøkene er 20° C og relat. luftfuktighet 50 pst. For de to typer slitasjehjul skjer slitasjen på en noe forskjellig måte. Den hårde type virker som en vanlig slipeskipe og må skjerpes mot smergelpapir eller hårdmetall med jevne mellomrom. Den bløte typen virker omtrent som et viskelaar, idet gummi som slites av, ruller seg rundt de avslitte partikler og hindrer at disse kleber seg fast til hjulene eller underlaget. Det foregår en art selvregenering som gjør det mulig å prøve plastisk og svakt klebrige materialer. En vanskelighet ved gummihjulene er at de herdes med tiden. Selv om de er påstemplet en begrenset brukstid kan det forekomme små forandringer i løpet av denne, som gjør det nødvendig med regelmessige justeringer. Å finne et egnet uforanderlig materiale viste seg meget vanskelig, og den løsning man kom fram til kan bare betraktes som foreløpig.

Når det gjelder overensstemmelsen mellom denne hurtigprøvem metode og de praktiske prøver, er det stort sett bare for gulvoljer og lakker at det forelig-

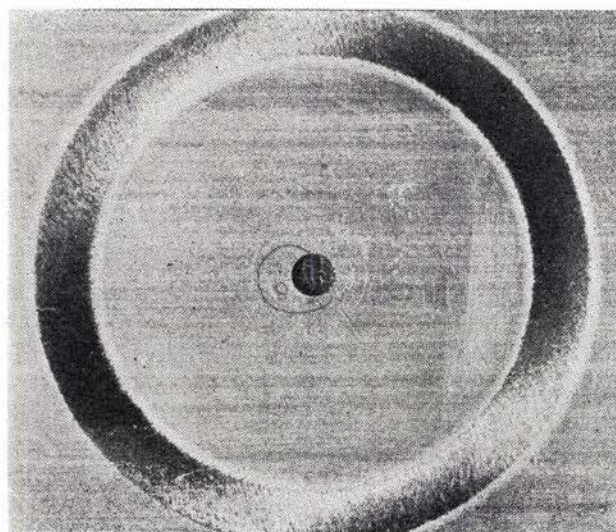


Fig. 6. Slitasjespor på gulvlakk.

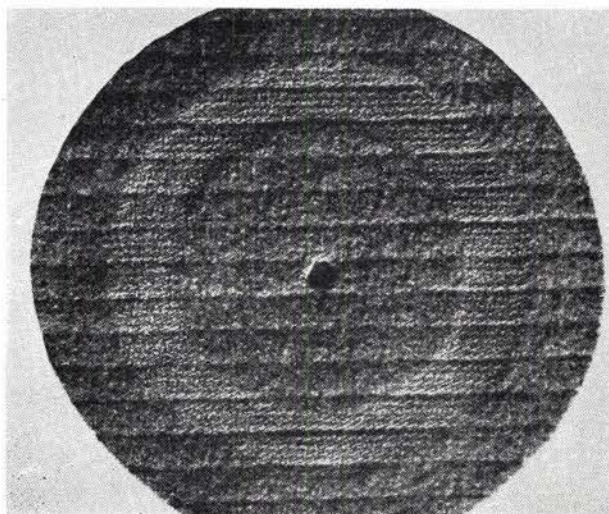


Fig. 7. Slitasjespor på tekstil.

ger noen sikre resultater. Disse viser imidlertid god overensstemmelse, og forsøk som pågår synes fullt ut å skulle bekrefte dette. I en nylig avsluttet meget omfattende undersøkelse, utført ved «Färg- og Färgindustriens Centrallaboratorium» i Stockholm har man funnet de samme resultater. En ytterligere bekræftelse på at dette prøveapparatet skulle være godt, er den omstendighet at siden NSB som de første i Skandinavia gikk til anskaffelse av en «Taber Abraser», har praktisk alle større institutter og bedrifter som arbeider med liknende problemer, fulgt etter.

Som nevnt gjelder de gunstige resultater først og fremst gulvoljer og lakker. For andre typer er utført for få prøver til å kunne uttale seg med sikkerhet, men det er meget som tyder på at det er mulig å oppnå noe liknende for flere andre materialer, bl. a. linoleum, inlaid og forskjellige typer plastbelegg. På grunnlag av dette skulle det etter hvert bli mulig å gi en relativt sikker prognose for en rekke gulvmaterialers holdbarhet og levetid, og dermed bidra til å gi god økonomi ved anvendelsen av disse materialer.

Slitasje på vegger og inventar.

Når det gjelder malinger og lakker på vegger, dører og inventar, så er det der betydelig vanskeligere å utføre sammenliknende slitasjepróver enn for gulvoljer o. l. Det er her en rekke andre faktorer som spiller inn, men foreløpig skulle erfaringene fra gulvoljer og lakker kunne tjene som en ganske brukbar rettesnor. Noe liknende kan sies om imitert skinn som benyttes til setetrekk. Også denne type materialer er i og for seg vel egnet for slitasjepróver med «Taber Abraser» og resultatene lar seg lett reproducere. Disse stoffer inneholder som regel myknere,



Fig. 8. Billmann klima-anlegg.

det er substanser som gjør dem bøyelige og elastiske. Disse forsvinner med tiden samtidig som det foregår en kjemisk herdning. Dette fører til et fastere og hårdere og for så vidt mekanisk mer slitesterkt materiale, som dog er sprøere og mindre elastisk. Da setetrekk også til stadighet er utsatt for bøyning og tøyning vil det nevnte forhold kunne føre til sprekkdannelse som også forkorter materialets levetid. Bøye- og strekkprøver ved siden av slitasjeprøver vil muligens kunne gi en brukbar relasjon til forholdene i praksis.

Tekstiler.

For tekstiler som anvendes til setetrekk, laken, håndklær o. l. gjør til dels de samme forhold seg gjeldende, som for imitert skinn, bortsett fra at det ikke finner sted noen herdning. For disse stoffer vil videre hyppig vask komme inn som en faktor av avgjørende betydning. Til slitasjeprøver for tekstiler i sin alminnelighet er «Taber Abraser» et av de beste instrumenter som forefinnes. Det gir en meget jevn slitasje, hvilket vil framgå av fig. 7. Også for andre typer tekstiler f. eks. uniformstoffer vil den bøyning og tøyning som finner sted, gjøre det vanskeligere å finne en relasjon mellom hurtigprøvemethoder og forholdene i praksis. Skjønt det har vært arbeidet meget med dette problem overalt, og det finnes minst 100

forskjellige prøveapparater, har man ikke funnet fram til noen helt sikker metode. Ofte benyttes også strekkstyrken som et mål for tekstilenes kvalitet og som regel stemmer strekkstyrke og slitestyrke, bestemt med «Taber Abraser», godt overens. Der hvor det forekommer avvikelser, særlig for enkelte loete og tykkere stofftyper tyder erfaring fra praksis på at slitasjeprøvene gir et riktigere bilde av forholdene enn strekkprøvene. Når det gjelder tekstiler, f. eks. uniformer hvor levetiden er avhengig av slitasjen på endel særlig utsatte steder, så skulle en slitasje-prøve i ganske stor grad gi et mål for materialets holdbarhet i praksis.

Særegent for prøving av tekstiler er de strenge krav som stilles til konstant temperatur og særlig til konstant fuktighetsinnhold i luften. Små avvikelser kan forårsake sterkt avvikende resultater. Temperatur og relativ fuktighet skal være henholdsvis $20^{\circ} \text{C} \pm 1$ og 65 pst. ± 1 . For å imøtekomme disse krav er det anskaffet et moderne presisjons-klimaanlegg (fig. 8), som med stor nøyaktighet kan frambringe omtrent hvilket som helst klima man ønsker.

I denne artikkel er det ikke tatt med noen tallmessige resultater fra de undersøkelser som er foretatt. Disse vil bli samlet og eventuelt publisert ved en senere anledning. Alle de nevnte undersøkelser er gjort i forbindelse med innkjøp av angjeldende materialer.

Rundtomkring

625.244 : 256.222.6

7055

En ny europeisk jernbaneorganisasjon (Une nouvelle organisation ferroviaire européenne. La Société «Interfrigo»). Revue Générale des Chemins de Fer januar 1952 side 1—10.

Kjølevogner for internasjonal transport (Refrigerated wagons for International transport). Engineer 8. februar 1952 side 218. Redegjør for det nye mellomeuropéiske kjølevognselskap og beskriver 525 helsveiste kjølevogner som bygges og metodene for deres isolasjon og kjølesystem.

625.282-843.6 : 621.438.

7056

Engelsbygget gassturbinlok (British-built gas-turbine locomotive). Railway Gazette 1. februar 1952 side 125—130. Modern Transport 2. februar 1952 side 8—9. Beskrivelse av Metropolitan-Vickers Co-Co gassturbin-elektrisk lok.nr. 18100 for British Railways med fotos og detaljerte planjer.

BIBLIOTEKET

Classified summary

DK 625.143(481)—396

LEDANG, A.: Skinnegangen ved våre hovedlinjer. (Condition of track at the NSR main lines.) Tekniske medd.-NSB, 1 (1953), no. 3, pp. 65—89.

The author maintains that for fast traffic the 35 kg rail section is too weak and should be substituted by long 49 kg rail sections. As a preliminary step to strengthen the track introduction of reduced sleeper-spacing is suggested and use of prestressed concrete sleepers must be considered.

The final goal is to reduce the maintenance costs. (To be continued.)

DK 625.282(481)—396

DK 385.1(481)—396

SVEAASS, H.: Trekkraften ved NSB. Driftsytelser og utgifter. (Traction at the NSR. Serviceability and exploitation costs.) Tekniske medd.-NSB, 1 (1953), no. 3, pp. 90—91.

A short statistical statement of the serviceability of different types of locomotives and motorcars. Maintenance costs and costs of energy supply during the exploitation year 1951—1952.

DK 620.178(481)—396

THUN, E.: Metoder for slitasjeprøving. (Abrasion testing methods.) Tekniske medd.-NSB, 1 (1953), no. 3, pp. 92—96.

A short survey of abrasion testing methods for floor materials, paint, textiles etc.

