

SKINNELÆNGDEN.

Jernbaneskiner leveres her i landet af hensyn til skibstransporten kun i længder på indtil 15 m. Med normalskiner betegnes skinner af de længder, der normalt anvendes på banen. Inden skinnesvejsningen indførtes, anvendtes her i landet længder på ca. 10-15 m. I U.S.A. anvendes kortere skinner, idet man der har holdt sig til den skinnelængde, der kan ligge på en jernbanevogn, hvorved længden kun blev ca. 12 m.

Tidligere lagdes jernbanespor med "fuldt" spillerum mellem de enkelte skinner, svarende til, at spillerummet var helt åbent ved den lavest forekommende temperatur, således at sporet altså "åndede" i fuldt omfang og således, at der ikke opstod temperaturspændinger i dette. Højeste skinnetemperatur regnes her i landet til $+ 55^{\circ}$ og laveste til $- 25^{\circ}$.

Da ståls varmeudvidelseskoefficient er 0,000011, bliver længdeudvidelsen for en 15 m skinne ved en temperaturstigning på 80° :
 $15000 \cdot 0,000011 \cdot 80 = 12 \frac{1}{2}$ mm.

Et sådant temperaturspillerum er også nogenlunde maksimum for, hvad man kan tillade, hvis ikke skinneenderne skal blive udplattede ved togets kørsel over sporet. Ved sporets lægning må man sørge for altid at få de til den øjeblikkelige skinnetemperatur svarende temperaturspillerum. Disse er i forvejen med passende intervaller udregnede for de forskellige forekommende temperaturer og opført i en lægningstabel. Ved sporets lægning aflæses med passende mellemrum skinnetemperaturen på et skinnetermometer, som vist på fig. 19, og i tabellen findes størrelsen af det tilsvarende spillerum.

Ved de ældre, svage sporoverbygninger vil de trykspændinger, der opstår i skinnerne, såfremt temperaturspillerummene fejlagtigt er blevet mindre end tilsigtet, kunne medføre fare for, at sporet

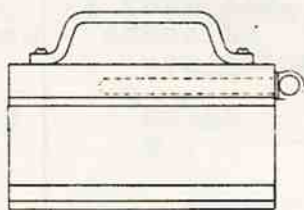


Fig. 19: Skindetermometer.

løftes eller bøjer sig ud til siden. Dette kaldes hedeslag eller solkurve. Stor fare for dannelse af solkurve forekommer, når svellerne i sporet ligger blottet for ballast over et længere stykke, hvorved modstanden mod svelleforskydning er stærkt formindsket. Sporarbejder, der medfører fjernelse af ballasten, må derfor ikke udføres i stærk varme, i hvert fald skal kørehastigheden nedsættes f.eks. til 45 km/t.

Ved lave temperaturer kan der opstå trækspændinger i sporet, hvilket kan medføre, at laskeboltene ødelægges, eller at der forekommer skinnebrud.

Langskinnespor. (17). Med de nye svære overbygningstyper har det vist sig, at der ikke er nogen ulempe ved, at der opstår endog ret betydelige trykspændinger i skinnerne, og man er derfor gået over til at sammensvejske skinnerne til større længder. Et langskinnespor er et spor, hvor afstanden mellem stødene er så stor, at temperaturspillerummene ikke kan tage hele varmebevægelsen.

I omstående tabel er der for et spor med 30 m lange 45 kg skinner gjort rede for, hvorledes skinnens forlængelse og spændingen i skinnen vil forøges, efterhånden som temperaturen stiger. Sporet forudsættes lagt med 6 mm spillerum ved 13° C.

De i tabellen angivne temperaturstigninger og forlængelser beregnes således:

Spændingstilvæksten i en skinne med længde l (een) for t° opvarmning:

$$\text{Varmeforlængelsen: } \Delta_t = l \cdot \alpha \cdot t.$$

$$\text{Efter Hooke's lov er spændingen } \sigma = E \cdot \Delta_{\sigma},$$

$$\text{hvoraf } \Delta_{\sigma} = \frac{\sigma}{E}$$

$$\text{Sættes } \Delta_t = \Delta_{\sigma} \text{ fås:}$$

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot t = 2,200\ 000 \cdot 0,000011 \cdot t = 24 \cdot t. \text{ kg/cm}^2$$

| | Temperaturstigning | Temperatur | Skinnens forlængelse mm | Spændings-tilvækst i skinnens midte kg/cm ² | Resulterende spænding kg/cm ² |
|--|--------------------|------------|----------------------------|---|---|
| Temperatur ved lægning | + 7° | 13° | 0 | 7·24=168 | 0 |
| Laskefriktionen: R overvundet | + 11° | 20° | 1,8 | 11·24=264 | 168 |
| Svellefriktionen: r overvundet | + 13° | 31° | 4,2 | 0 | 432 |
| Spillerummets lukning | + 11° | 44° | 0 | 11·24=264 | 432 |
| Temperaturstigning til 55° | | 55° | | | 696 |
| | | | 6,0 | | |
| 30 m 45 kg skinner lagt med 6 mm spillerum ved 13°C. | | | | | |

Det første, der sker, når temperaturen stiger, er, at laskefriktionen R overvindes. Den herfor nødvendige temperaturstigning andrager:

$$t_1 = \frac{R}{24F} = \frac{10000}{24 \cdot 57} = 7^\circ,$$

idet laskefriktionen kan sættes til 10.000 kg og tværsnitsarealet for en 45 kg skinne er 57 cm².

Derefter begynder svellefriktionen at overvindes, idet skinnen begynder at ånde, til at begynde med dog kun stykket fra stødet til 1' svelle. Svellefriktionen r andrager ca. 10 kg pr. cm af skinnens længde. Den yderligere temperaturstigning, der sker, fra laskefriktionen er overvundet, og til hele skinnens længde l deltager i åndingen, bestemmes ved:

$$t_2 = \frac{0,5 \cdot l \cdot r}{24 F} = \frac{1500 \cdot 10}{24 \cdot 57} = 11^\circ$$

I denne periode er der sket en forlængelse af skinnen, der er gledet på svellerne, men forlængelsen bliver dog kun halvt så stor, som hvis skinnen havde kunnet udvide sig frit, altså:

$$\Delta l = \frac{11 \cdot 0,000011 \cdot 30000}{2} = 1,8 \text{ mm}$$

Der mangler herefter $6,0 - 1,8 = 4,2$ mm i, at spillerummet fuldstændigt er lukket. Til at opnå denne yderligere forlængelse af skinnen, må temperaturen stige yderligere

$$\frac{4,2}{0,000011 \cdot 30000} = 13^\circ$$

De spændinger, der fremkommer i skinnemidten, efterhånden som temperaturen stiger, fremgår af sidste kolonne i tabellen.

Den samlede spænding i sporet (begge skinner) bliver ved 55° C :

$$696 \cdot 2 \cdot 57 = 80 \text{ tons.}$$

Forsøg foretaget i Tyskland har vist, at spor af lignende type som den danske 45 kg overbygning, først giver udslag ved tryk på 200 à 250 tons, således at der ved det i tabellen gennemregnede eksempel altså er hen ved 3 gange sikkerhed mod udslag.

I forbindelse med indførelsen af 60 kg skinner og af jernbetonsveller, der er betydeligt tungere end træsveller (se side 44), er man gået endnu højere op med skinnelængden, nemlig til ca. 800 m. Et sådant spor skal helst lægges ved den nøjagtige middeltemperatur, som forekommer i landet. Man kan naturligvis være nødsaget til at foretage sporelægning ved andre temperaturer, men første gang middeltemperaturen forekommer, foretages der en løsning af alle svelleskruer med påfølgende tilspænding, således at man opnår at få spændingen nul i sporet ved middeltemperaturen, der her i landet kan sættes til 15° C .

For en 800 m lang skinne ville temperaturudvidelsen ved 40° 's opvarmning blive:

$$800,000 \cdot 0,000011 \cdot 40 = 350 \text{ mm.}$$

På grund af svellefriktionen bliver udvidelsen imidlertid betydeligt mindre.

Såfremt svelfriktionen for 60 kg skinner regnes til 15 kg/cm, beregnes længden af det stykke skinne, der ved hvert stød deltager i åndingen, til:

$$\frac{40 \cdot 24 \cdot 76}{15} = 50 \text{ m, idet}$$

60 kgskinnen har et tværsnitareal på 76 cm².

Den samlede forlængelse af begge skinneender Δl fås således:

$$\Delta l = \frac{40 \cdot 0,000011 \cdot 2 \cdot 50.000}{2} = \text{ca. } 24 \text{ mm}$$

Ved den side 43 omtalte franske jernbetonsvelle anvendes et skinneudtræk (se side 58) med bevægelsesmulighed 180 mm. Ved den tyske svelletype er muligheden for glidning på svellerne så stor, at man ikke bør anvende skinneudtræk, idet dette ikke kan udføres tilfredsstillende, når det skal svare til fuld varmeudvidelse. Ved den tyske svelle laver man derfor fast forankring i begge ender, f.eks. ved at lade ^{den} sammensvejsede sporstreng gå fra station til station.

Spændingen i skinnen bliver $40 \cdot 24 = 960 \text{ kg/cm}^2$, og det samlede tryk i sporet (begge skinner) bliver:

$$2 \cdot 76 \cdot 960 = 150 \text{ tons.}$$

Ved de hidtidige beregninger har der været forudsat ret spor. Stort tryk i sporet er imidlertid farligere i kurver end på lige bane (18).

I et under tryk stående kurvespor fremkommer udadrettede sidekræfter, som vist på fig.20. Ved projektion på en lodret plan får man:

$$Q = 2P \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 2P \cdot \frac{b}{2 \cdot R} = \frac{Pb}{R}$$

Endvidere ses, at $b = \frac{Q}{q}$ og altså $q = \frac{P}{R}$

I en kurve med radius 200 m bliver det udadvirkende tryk:

$$q = \frac{150000}{200} = 750 \text{ kg/m}$$

Da praktiske forsøg i tyskland har vist, at sideforskydningsmodstanden for et spor med træsveller i skærveballast er 600 til

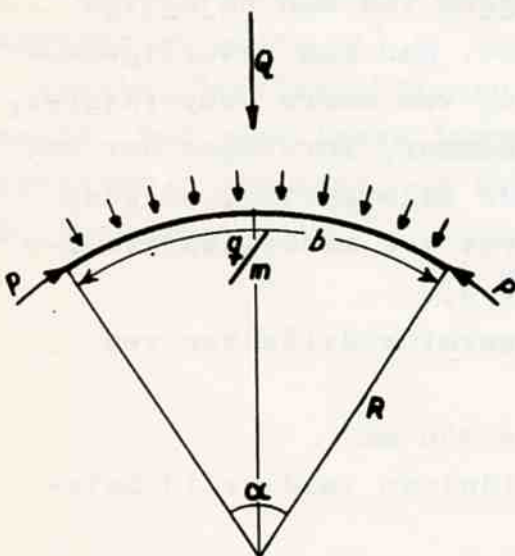


Fig.20: Sidekræfter i kurve.

til 800 kg/m, er der i dette tilfælde stor fare for uanøjning. Øges radius imidlertid til 1000 m, får man: $q = 150$ kg/m og en sikkerhed på ca. 5. De tyske baner har derfor også fastsat, at gennemsejsede spor ikke må anvendes i kurver med mindre radius end 1000 m.

Betingelserne for anvendelse af langskinnespor er følgende:

- 1) Svære skinner.
- 2) Mange og tunge sveller.
- 3) God og fast forbindelse mellem skinne og svelle.
- 4) God skærveballast.
- 5) At skinnevandring (se side 53) hindres, idet dette er en forudsætning for, at de ovennævnte spændings-beregninger er rigtige.

Kurveskinner. Da den indvendige skinnestreng i kurver er kortere end den udvendige, må man, for at få stødene i de to skinnestrengene til at ligge nogenlunde lige overfor hinanden, af og til indlægge kortere skinner, de såkaldte kurveskinner, i den indvendige skinnestreng. Kurveskinner indlægges da således, at skinnestødene i de to strengene højst forrykkes halvdelen af længdeforskellen mellem normalskinnen og kurveskinnen for hinanden. Af hensyn til de forskellige kurveradier har man i reglen forskellige længder af kurveskinner. Således bruger D.S.B. f.eks. til 30.000 m normalskinner følgende kurveskinner: 29,950, 29,890 og 29,840 m. For at gøre kurveskinner let kendelige fra normalskinner er de i reglen forsynet med 10 mm mærkehuller (eet, to eller tre efter længden) boret gennem skinnekroppen i den ene ende indenfor laskeboltehullerne.

Kurveskinner lægges symmetrisk om kurvens midtpunkt og således, at der i samme kurve imellem hver to kurveskinner så vidt muligt lægges et lige stort antal normalskinner.

Det stykke d , som den udvendige skinnestreng er længere end den indvendige, kan med tilstrækkelig tilnærmelse beregnes således (se fig. 21).:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{s} = \frac{L}{R}, \text{ hvoraf fås:}$$

$$d = 1500 \cdot \frac{L}{R},$$

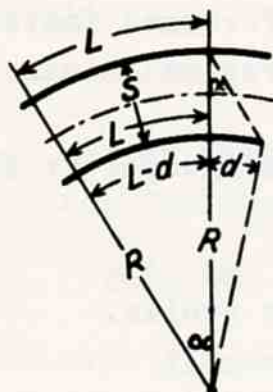


Fig. 21: Inderskinnes for-
kortelse i kurve.

idet afstanden mellem skinnemidter-
ne s sættes til 1500 mm.

Indpassere. En indpasser er
en skinne af unormal længde, som
anvendes ved sammenbygning af spor
og sporskifter på stationer og på
fri bane, hvor sporlægningsarbejder
fra to sider mødes. Af hensyn til
den rolige kørsel fastsættes i reg-
len et mindstemål for indpasserens

længde. Ved D.S.B. f.eks. 10 m på fri bane og 5 m på stationer. Nu
gøres indpassere ofte længere end normalskinnelængden, idet indpas-
seren da fremstilles ved at svejse et kortere stykke til en normal-
skinne.