

# OVER DE BEREKENING VAN KRAANRAILCONSTRUCTIES

## II

*Als vervolg op een reeds eerder verschenen artikel over dit onderwerp wordt thans een grafiek gepubliceerd, waarin is weergegeven het buigend moment in rail en onderlegplaat en de tussendruk op de elastisch ondersteunende laag als functie van de beddingconstante, voor verschillende waarden van het traagheidsmoment van rail en onderlegplaat, welke grafiek zich thans ook uitstrekt over het gebied met lagere waarden van de beddingconstante. Het gebruik van de grafiek wordt nogmaals toegelicht, ditmaal met een rekenvoorbeeld, hetwelk in het bijzonder is gericht op de toepassing van een materiaal met lage beddingconstante.*

Het artikel over de berekening van kraanrailconstructies (I.B.C.-Mededelingen **3** (1955) no 2, p. 56) heeft de belangstelling getrokken, zoals uit verscheidene reacties en vragen om advies is gebleken.

Prof. Dr. Ir. W. L. H. SCHMID wees er echter op, dat in de beide rekenvoorbeelden, welke waren opgenomen om het gebruik van de grafiek van fig. 2 toe te lichten, de gekozen kraanrail wel erg licht is voor de aangenomen wioldruk en dat men om voldoende levensduur te verkrijgen in dat geval zeer grote wioldiameters zou moeten kiezen. Zou een meer gangbare verhouding tussen wioldruk, wioldiameter en railprofiel zijn gekozen, dan zou een lagere beddingconstante ook hebben voldaan.

De beide rekenvoorbeelden, welke slechts illustratieve betekenis hadden, zouden wat hun getalwaarden betreft, inderdaad misleidend kunnen werken, omdat niet vermeld is, dat bij de keuze van het kraanrailprofiel ook andere criteria een rol spelen, o.a. de grootte van de contactdruk tussen wiel en rail.

Van andere zijde werd betreurd, dat de grafiek slechts geldig was voor materialen met een beddingconstante  $k$  groter dan  $500 \text{ kg/cm}^3$ , waardoor de grafiek bij toepassing van zachtere materialen niet bruikbaar is.

We geven derhalve in het volgende een aanvulling op het bovengenoemde artikel, welke bestaat uit:

- a. Een grafiek van het buigend moment in rail en onderlegplaat en de tussendruk op de elastisch ondersteunende laag als functie van de beddingconstante voor verschillende waarden van het traagheidsmoment van rail en onderlegplaat, welke zich thans ook uitstrekt over het gebied met lagere waarden voor de beddingconstanten.
- b. Een rekenvoorbeeld, ditmaal in het bijzonder gericht op de toepassing van een materiaal met lage beddingconstante.

Voor de wijze waarop de grafiek is samengesteld en de onderstellingen, die hieraan ten grondslag liggen, zij verwezen naar het reeds genoemde gelijk-

namige artikel. Hier dient nog te worden vermeld, dat in de berekening van de uitdrukking voor  $y_{\max}$  (p. 60) een fout is geslopen<sup>1)</sup>. Deze uitdrukking moet zijn  $y_{\max} = 1,713 y$  in plaats van  $y_{\max} = 1,65 y$ . De daaropvolgende getalwaarden ondergaan daardoor overeenkomstige wijzigingen. De invloed van deze fout in de uitkomsten van de grafiek is echter nauwelijks merkbaar (1% voor  $M_t$  en 3% voor  $\sigma$ ).

De nieuwe grafiek is weergegeven in fig. 1. Deze strekt zich thans dus uit van de waarde  $k = 50 \text{ kg/cm}^3$  tot  $k = 25000 \text{ kg/cm}^3$ .

Als *rekenvoorbeeld* kiezen we thans een railprofiel KS 75 ( $I_{\text{rail}} = 888 \text{ cm}^4$ ), belast met een puntlast, groot 35 ton en opgelegd op een stalen onderlegplaat met afmeting  $23 \times 2,5 \text{ cm}^2$ .

De toelaatbare wielbelasting  $P$  op een gegeven railprofiel kan worden bepaald met behulp van de formule  $P = \sigma_a \cdot b \cdot D$ . Hierin is  $b$  de breedte van de railkop minus de beide afrondingsstralen van de kop en  $D$  de wieldiameter. De toelaatbare waarde van  $\sigma_a$ , welke de dimensie van een spanning heeft, hangt af van de aard van de toegepaste materialen voor wiel en rail. Een bruikbare gemiddelde waarde verkrijgt men met  $\sigma_a = 50 \text{ kg/cm}^2$ <sup>2)</sup>.

Stel dat in het onderhavige geval een wieldiameter van 100 cm wordt toegepast, dan bedraagt dus de toelaatbare wielbelasting:

$$P = 50 \cdot 8 \cdot 100 \text{ kg} = 40000 \text{ kg}.$$

Het traagheidsmoment van rail en onderlegplaat tezamen bedraagt:

$$I_t = (888 + \frac{1}{12} \cdot 23 \cdot 2,5^3) \text{ cm}^4 = 918 \text{ cm}^4.$$

Bij een waarde van de beddingconstante  $k$  van b.v.  $200 \text{ kg/cm}^3$  vinden we dus in het samenstel van rail en onderlegplaat een buigend moment:

$$M_t = \frac{35 \text{ t}}{10 \text{ t}} \cdot 86 \text{ tcm} = 301 \text{ tcm}.$$

De extreme spanning in de rail bedraagt dan:

$$\sigma_y = \frac{I_{\text{rail}}}{I_t} \cdot \frac{M_t}{W_{\text{rail}}} = \frac{888}{918} \cdot \frac{301000 \text{ kgcm}}{170 \text{ cm}^3} = 1715 \text{ kg/cm}^2.$$

De grootste drukspanning op de elastisch ondersteunende laag (onder het lijf) bedraagt dan:

$$\sigma = \frac{35 \text{ t}}{10 \text{ t}} \cdot 5,2 \text{ kg/cm}^2 = 18 \text{ kg/cm}^2.$$

<sup>1)</sup> Hierop werd eveneens gewezen door Prof. Dr. Ir. W. L. H. SCHMID.

<sup>2)</sup> Men zie b.v.: VRIES, J. E. DE, *Hijswerktuigen*, I, p. 156. 3e druk. Stam, Haarlem 1941; ITERSON, F. K. TH., *Rad en rail in de kraanbouw*. Voordrachten Kon. Inst. v. Ing. 2 (1950) no 3 p. 489-504 en: *Stahl im Hochbau*, p. 70. 12e druk. Stahleisen, Düsseldorf 1953.

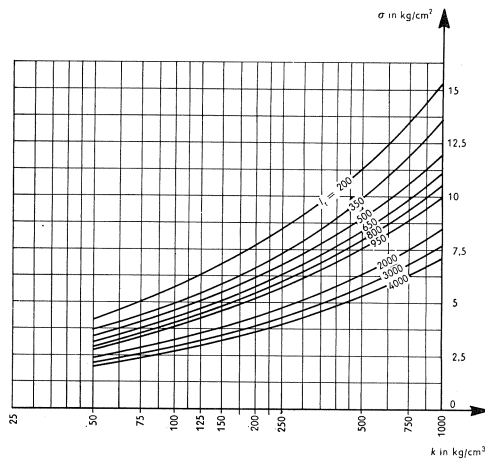
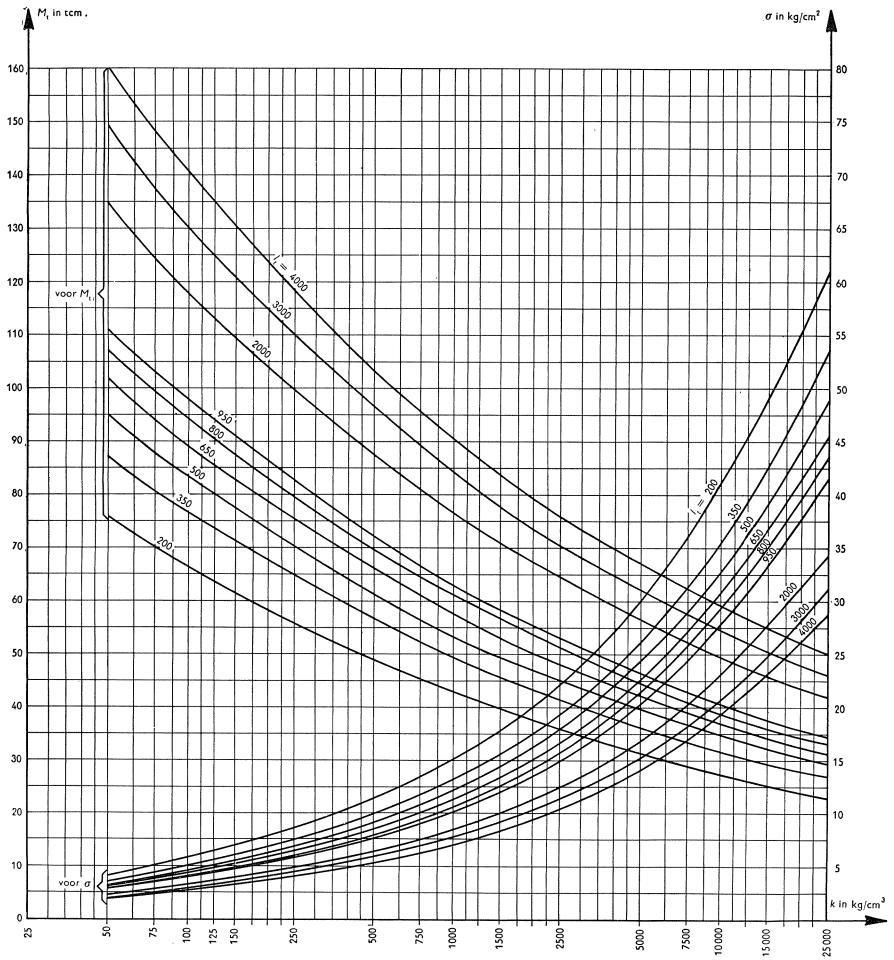


Fig. 1 Het totale buigend moment  $M_t$  in railprofiel en onderlegplaat en de tussendruk  $\sigma$  op de elastisch ondersteunende laag voor verschillende waarden van het totale traagheidsmoment  $I_t$  als functie van de beddingconstante  $k$ , voor een belasting  $P = 10$  ton.

Zijn omgekeerd de toelaatbare spanningen in de rail en op de elastisch ondersteunende laag gegeven, dan kunnen we met behulp van de grafiek de waarden bepalen waartussen  $k$  moet liggen.

Laten we in de rail b.v. een spanning  $\bar{\sigma}_y = 2000 \text{ kg/cm}^2$  toe, dan volgt hieruit bij het beschouwde profiel een totaal toelaatbaar buigend moment:

$$M_t = \frac{I_t}{I_{\text{rail}}} \cdot W_{\text{rail}} \cdot \bar{\sigma}_y = \frac{918}{888} \cdot 170 \cdot 2000 \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{kg/cm}^2 = 352 \text{ tcm}.$$

In de grafiek, die gegeven is voor een belasting  $P = 10 \text{ ton}$ , correspondeert deze waarde met een buigend moment:

$$M_t = \frac{10 \text{ t}}{35 \text{ t}} \cdot 352 \text{ tcm} = 100,5 \text{ tcm}.$$

Het snijpunt van de horizontale lijn door deze waarde met de *bijbehorende* lijn  $I_t = 918 \text{ cm}^4$  bepaalt de waarde  $k = 87,5 \text{ kg/cm}^3$ . Is voorts op de elastisch ondersteunende laag b.v. een drukspanning  $\sigma = 40 \text{ kg/cm}^2$  toelaatbaar, dan correspondeert deze waarde in de grafiek met een drukspanning

$$\sigma = \frac{10 \text{ t}}{35 \text{ t}} \cdot 40 \text{ kg/cm}^2 = 11,5 \text{ kg/cm}^2.$$

De horizontale lijn door deze waarde snijdt de *bijbehorende* lijn voor  $I_t = 918 \text{ cm}^4$  in het punt met waarde  $k = 1350 \text{ kg/cm}^3$ . Zullen bij de gegeven belasting en het gegeven railprofiel de toelaatbare spanningen noch in het railprofiel, noch in de elastisch ondersteunende laag worden overschreden, dan moet  $k$  tussen de hier berekende waarden gelegen zijn.

### Summary

In continuation of the article in I.B.C.-Transactions **3** (1955) no 2, p. 56 on this subject a graph is now published in which the bending moment in the rail and in the under-layer and the contactstress on the elastic foundation is given as a function of the foundation-modulus. This graph has been extended with the area of the lower values of the foundation-modulus. The application of the graph is again explained, this time with a calculation specimen which is specially in view of the use of a material with a low foundationmodulus.