NIEUWE REKENLINIAAL
VOOR GEWAPEND BETONVLOEREN

geconstrueerd volgens de Gewapend Beton Voorschriften (G.B.V.)
door J. L. H. STRACKEE

Deze nieuwe rekenschuif is bijzonder geconstrueerd voor het maken van berekeningen van gewapend betonvloeren met gelijkmatig verdeelde belasting.

Alle tusschenbewerkingen worden bij het gebruik van de liniaal uitgeschakeld.

Betondikten en ijzerhoeveelheden worden direct van de schuif afgelezen.

Men verkrijgt nauwkeurige uitkomsten, daar geen benaderingsformules gebruikt zijn.

Max. betonspanning 60 KG/cm^2
Max. ijzerspanning 1200 KG/cm^2

Uitvoering als „Vedergewicht" rekenliniaal van het fijnste ivoorcarton geheel in transparant celluloid

Eenvoudig — licht — sterk — buigzaam — onbreekbaar

Lang 22 cm., breed 4$^1/_2$ cm. gewicht 30 gram

Prijs f 6.— met lederen foudraal.

UITGAVE VAN P. RYNJA - AMSTERDAM-C.

GEBRUIKSAANWIJZING

De betonschuif is geconstrueerd voor het berekenen van gewapend beton vloeren met gelijkmatig verdeelde belasting. Alle tussenbewerkingen zijn hierbij uitgeschakeld; de nuttige betondikte (h-a) en de ijzerhoeveelheid (f_y) worden direct van de schuif afgelezen.

Voor de samenstelling van deze betonschuif zijn geen benaderingsformules gebruikt, zodat de uitkomsten nauwkeurig de waarden van (h-a) en (f_y) aangeven.

De max. betonspanning is gesteld op 60 kg/cm^2 en wordt natuurlijk dan alleen bereikt, wanneer we de kleinste h-a kiezen, welke voor het betreffende doorbuigend moment vereist wordt. De max. ijzerspanning is voor alle gevallen aangenomen op 1200 kg/cm^2.

De betonschuif bestaat uit 2 vaste en 2 verschuifbare schalen, die in deze beschrijving in de volgorde van boven naar beneden aangeduid zijn met de letters A. B. C en D.

Op de schaal A zijn links aangegeven de belastingen per M^2 vanaf 200 tot 2000 kg. Bovendien staan hiertussen de waarden van verschillende momenten, welke, in combinatie met schaal C, bestemd zijn om f_y te berekenen indien h-a gegeven is. In het midden zijn wederom momenten aangegeven, thans in 2 groepen. De ene groep aangeduid door gebogen pijltjes dient om de minimum h-a aan te wijzen en de andere groep. rechte pijltjes, geeft de hierbij behoorende f_y aan. Beide groepen moeten gebruikt worden te samen met schaal B. Rechts op schaal A is verder een verdeling aangebracht. die alleen gebruikt wordt voor vloeren aan 4 zijden opgelegd, indien men hiervan de kleinste h-a wil berekenen.

Op schaal B is aan de bovenzijde een verdeling aangegeven, die een drievoudige taak te verrichten heeft. Men vindt erop:

1. de overspanning in meters.
2. de kleinste h-a in centimers.
3. de bij deze h-a behorende f_y in cm^2.

Aan de onderzijde zijn 2 pijlen geplaatst, waarvan de met P gemerkte dient om de ijzerhoeveelheid f_y op schaal C aan te wijzen, wanneer h-a gegeven is. De niet gemerkte pijl is alleen een hulpmiddel; de betekenis ervan zal aan de hand van een voorbeeld duidelijk gemaakt worden.

Op schaal C zijn aan de linkerzijde waarden van h-a vermeld, indien deze van te voren gegeven zijn. Aan de rechterzijde is de ijzerhoeveelheid aangegeven in $^0/_0$ van b x (h-a); aangezien b = 100 kunnen we direct h-a met de gevonden uitkomst vermenigvuldigen,

Tenslotte schaal D, waarop nogmaals aangegeven zijn de waarden van a en ß, voor vloeren aan 4 zijden opgelegd. Voor het gebruik hiervan zie voorbeeld No. 4.

Aan de hand van enige voorbeelden zal thans de werking van de schuif duidelijk gemaakt worden.

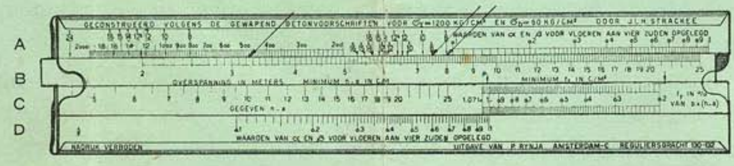
VOORBEELD No. 1

Gegeven een aan beide zijden vrij opgelegde vloer met een overspanning van 3.25 m. en een nuttige belasting van 250 kg/m.

Gevraagd worden de kleinste h-a en f_y.

Schat de vloerdikte op 9 cm. dan bedraagt het eigen gewicht 9 x 24 = 216 kg/m^2.

En het totaal gewicht 216 + 250 = 466 kg./m^2,



Het maximum moment in het midden van het veld bedraagt 1/8 ql^2.

Plaats de overspanning 3.25 m., aangegeven op schaal B, onder de belasting 466 kg., aangegeven op schaal A. Zoek nu in het midden van schaal A het gebogen pijltje waarbij geschreven staat 1/8. Deze pijl staat boven het getal 7.49 van de schaal B; dit is niets anders dan gevraagde h-a, uitgedrukt in cm. Wanneer we rekenen op een normale betondekking van 1 cm., dan is dus de schatting van 9 cm. voor de vloerdikte juist geweest.

Zonder iets aan de stand van de schuif te veranderen lezen we meteen de rechte pijl waar ook bijgeschreven staat $^1/_8$, dat de ijzerhoeveelheid f_y behorende bij de gevonden h-a 7,99 cm^2 bedraagt.

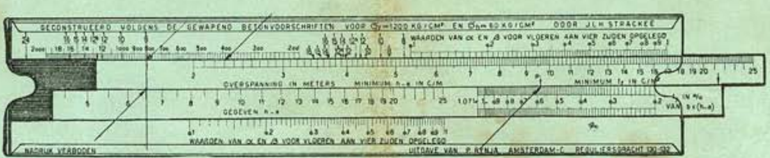
VOORBEELD No. 2

Vrij opgelegde vloer overspanning 2.30 m., nuttige belasting 200 kg/m.

Schat de vloerdikte op 8 cm., dan wordt de totaal belasting 8 $\times$ 24 + 200 = 392 kg/m^2.

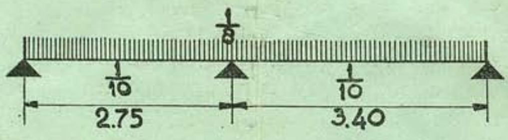
Gaan we op dezelfde wijze als bij het 1e voorbeeld te werk, dan vinden we voor M = 1/8 ql^2 een minimum waarde van h-a = 4.85 cm. Wanneer de betondekking 1 cm., genomen werd, zou de vloerdikte niet groter behoeven te zijn dan 4,85 + 1,5 = 6,35 cm.

Volgens de betonvoorschriften mag voor vloeren nooit een geringere dikte gekozen worden dan 8 cm. Van deze vloer bedraagt de h-a echter 6,5 cm. Willen we de ijzerspanning nu tot aan de uiterst toelaatbare grens (1200 kg/cm^2) opvoeren of, wat op hetzelfde neerkomt, zo economisch mogelijk construeren, dan zijn we genoodzaakt voor de gegeven h-a (6,5 cm.) de bijbehorende f_y op te sporen.



Daartoe laten we de schaal B in de eenmaal aangenomen stand (oversp. 2,30 onder bel. 3,92) staan. Vervolgens schuiven we de streep van de loper boven de pijl op het linker gedeelte van schaal A, waarboven geschreven staat 1/8. Daarna plaatsen we het cijfer 6,5 (d.i. de gegeven h-a), aangegeven op schaal C, ook onder de streep van de loper. De pijl gemerkt met P, staande aan de onderzijde van schaal B, komt thans te staan tegenover de ijzerhoeveelheden aangegeven op schaal C, in dit geval dus boven het cijfer 0,573, omdat de ijzerhoeveelheden hier uitgedrukt zijn in $^0/_0$ van b $\times$ (h-a) en omdat we voor de berekening van vloeren steeds een breedte b van 100 cm. aannemen bedraagt de gezochte f_y 0,573 $\times$ 6,5 = 3,73 cm^2.

VOORBEELD No. 3



Een vloer op 3 steunpunten, waarvan hierboven het schema gegeven is, wordt belast met 300 kg/m^2 nuttige belasting.

We beginnen weer met de vloerdikte te schatten. Neem deze aan op 10 cm. dan wordt de totaalbelasting $10 \times 24 + 300 = 540$ kg/m^2. De grootste h-a wordt bepaald door het maximum moment; dit bevindt zich boven het middensteunpunt en bedraagt: $1/8 \times 540 \times 3{,}40^2$ kg.m.

De grootte hiervan interesseert ons niet omdat, zoals gezegd, alle tussenbewerkingen worden uitgeschakeld.

We plaatsen weer de overspanning (3,40) op schaal B onder de belasting (540 kg.) op schaal A en vinden dat voor M = 1/8 ql^2 boven het middensteunpunt een h-a vereist wordt van 8,43 cm., en een f_y van 9,02 cm.

Het moment in het midden van het rechterveld bedraagt $1/10 \times 540 \times 3{,}40$ kg/m.

De h-a hier ter plaatse is reeds vastgelegd door het moment boven het middensteunpunt en we moeten dus bij deze gegevens h-a (8.43 cm. afgerond op 8,50 cm) de benodigde f_y zoeken.

We handelen geheel als bij het 2e voorbeeld, laten schaal B in zijn oorspronkelijke stand staan en schuiven de streep van de loper boven de pijl gemerkt met 1/10 links op schaal A. Vervolgens plaatsen we het cijfer 8,5 (is de gegeven h-a) op schaal C eveneens onder de streep van de loper en lezen onder de pijl P het getal 0,83. Voor het midden van het rechter veld is dus nodig een f_y 0,83 $\times$ 8,5 = 7,06 cm^2.

Tenslotte het moment in het midden van het linkerveld. Dit bedraagt $1/10 \times 540 \times 2{,}75^2$ kg/m.

Plaats de overspanning 2,75 van schaal B onder de belasting van schaal A. Schaal C is reeds gesteld, zodat we meteen onder P vinden dat de benodigde f_y bedraagt 0,53 $\times$ 8,5 = 4,50 cm^2.

VOORBEELD No. 4

Voor de berekening van vloeren aan 4 zijden opgelegd is een vloer gekozen met l = 5,10 m, en b = 4,20 m.

Verondersteld wordt, dat deze vloer aan alle zijden is ingeklemd. Volgens de G.B.V. moet resp, voor de momenten in het midden en boven de steunpunten worden aangehouden: in de breedte $1/15 \times a \times qb^2$ en $1/12^1/_2 \times a \times qb^2$ en in de lengte $1/15 \times ß \times ql^2$ en $1/12^1/_2 \times ß \times ql^2$ waarbij = $\frac{l^4}{l^4+b^4}$ en $ß = \frac{b^4}{l^4+b^4}$ In ons geval is $\frac{l}{b}$ = 1,21, waarmee uit bijgaande tabel gevonden wordt dat a = 0,682 en ß = 0,318.

Nemen we de nuttige belasting aan op 250 kg. en schatten we het eigen gewicht van de vloer op 192 kg. (vloerdikte 8 cm.) dan wordt de totaal belasting groot 442 kg/m.

De grootste h-a wordt weer bepaald door het maximum doorbuigend moment $1/12^1/_2 \times 0{,}682 \times 442 \times 4{,}20$ kg/m.

We gaan nu geheel overeenkomstig de andere voorbeelden te werk en plaatsen de breedteoverspanning 4,20 en de belasting 442 onder elkaar en vinden onder de gebogen pijl met de aanduiding $1/12^1/_2$ op schaal A het getal 7.55 op schaal B.

Schuif daarna de schaal B naar rechts en plaats deze gevonden waarde 7,55 onder het cijfer 1 geheel rechts op schaal A. De gevraagde h-a is ten slotte te vinden op schaal B onder het getal 0,682 (de factor a) rechts op schaal A en bedraagt 6,25 cm.

Op dezelfde wijze vindt men de bijbehorende f_y; plaats overspanning en belasting boven elkaar, lees onder de rechte pijl (waarbij staat $1/12^1/_2$) het getal 8,06 af. Schuif vervolgens dit getal onder de 1 van schaal A en lees onder 0,682 af, dat de bijbehorende f_y bedraagt 6,67 cm².

Thans gaan we over naar het moment $1/15 \times a \times qb^2$ in het midden. De a-h is hiervan reeds vastgesteld (6,25 cm., die we echter niet minder mogen nemen dan 6,5 cm.). We zetten daartoe weer overspanning en belasting onder elkaar en plaatsen de streep van de loper, juist als bij het tweede voorbeeld boven de pijl gemerkt met 1/15 op het linker gedeelte van schaal A en schuiven het getal 6,5 (gegeven h-a) op schaal C onder de streep van de loper. Tot zover is de bewerking geheel overeenkomstig aan de reeds gegeven voorbeelden. Het zou verder eenvoudig geweest zijn om de gevraagde f_y te vinden, want daarvoor hadden we slechts schaal D zoodanig te verplaatsen dat het getal 0,682 precies onder de pijl P kwam te staan en dan zou het cijfer 1 van schaal D de f_y aanwijzen op schaal C.

Om technische redenen is dit niet mogelijk, en daarom is een omweg gekozen om de gevraagde f_y op te sporen.

Rechts onder op schaal B staat een ongemerkte pijl getekend, die op schaal C het getal 0,225 aanwijst. Dit hulpgetal onthouden we. Vervolgens plaatsen we de streep van de loper boven het getal 0,682, verschuiven daarna schaal B zoodanig, dat ook de met P gemerkte pijl onder de streep valt, en verplaatsen tenslotte schaal C zo dat de ongemerkte pijl op schaal B wederom boven het hulpgetal 0,255 van schaal C komt te staan.

In plaats van schaal D hebben we dus niets anders gedaan dan het verschuiven der schalen B en C in onderling ongewijzigden stand.

Het kan ook voorkomen, dat de ongemerkte pijl buiten de getallenreeks van schaal C valt. In dat geval komt de pijl met P gemerkt boven de getallen en moet men hiervan gebruik maken voor het op de juiste plaats brengen der schalen B en C.

We vinden nu boven het cijfer 1 van schaal D het getal 0,8 op schaal C. Dit betekent dat $f_y = 0{,}8 \times (h\text{-}a) = 0{,}8 \times 6{,}5 = 5{,}20 \text{ cm}^2$.

De berekening van de ijzerhoeveelheden voor de lengterichting levert nu geen moeilijkheden meer op. De momenten bedragen:
bij de oplegpunten $1/12^1/_2 \times 0{,}318 \times 442 \times 5{,}10$ kg/m.
en in het midden $1/15 \times 0{,}318 \times 442 \times 5{,}10$ kg/m.

De h-a is bekend en bedraagt 5,5 cm. (bovenste net).

Met gebruikmaking van alle vier schalen vinden we dat voor:
$M = 1/12^1/_2 : f_y = 0{,}920 \times 5{,}5 = 5{,}06 \text{ cm}^2$
$M = 1/15 : f_y = 0{,}765 \times 5{,}5 = 4{,}21 \text{ cm}^2$

Voor vloeren aan 4 zijden opgelegd

$$\alpha = \frac{l^4}{l^4 + b^4} \qquad \beta = l - a$$

$\frac{l}{b}$	$\frac{l^4}{l^4+b^4}$	$\frac{l}{b}$	$\frac{l^4}{l^4+b^4}$	$\frac{l}{b}$	$\frac{l^4}{l^4+b^4}$
1.—	0.500	1.20	0.675	1.40	0.793
1.01	0.510	1.21	0.682	1.41	0.798
1.02	0.520	1.22	0.689	1.42	0.803
1.03	0.529	1.23	0.696	1.43	0.807
1.04	0.539	1.24	0.703	1.44	0.811
1.05	0.549	1.25	0.709	1.45	0.815
1.06	0.558	1.26	0.716	1.46	0.820
1.07	0.567	1.27	0.722	1.47	0.824
1.08	0.576	1.28	0.729	1.48	0.827
1.09	0.585	1.29	0.735	1.49	0.831
1.10	0.594	1.30	0.741	1.50	0.835
1.11	0.603	1.31	0.746	1.51	0.839
1.12	0.611	1.32	0.752	1.52	0.842
1.13	0.620	1.33	0.758	1.53	0.846
1.14	0.628	1.34	0.763	1.54	0.849
1.15	0.636	1.35	0.769	1.55	0.852
1.16	0.644	1.36	0.774	1.56	0.855
1.17	0.652	1.37	0.779	1.57	0.859
1.18	0.660	1.38	0.784	1.58	0.862
1.19	0.667	1.39	0.789	1.59	0.865
1.20	0,675	1.40	0.793	1.60	0.868

Grootste overspanning bij een nuttige belasting van:

Vloerdikten	Momenten	200 kg.	250 kg.	300 kg.	350 kg.	400 kg.	450 kg.	500 kg.
	1/8	3.05	2.90	2.75	2.60	2.50	2.40	2.30
8 cm.	1/10	3.40	3.20	3.05	2.90	2.80	2.70	2.60
	1/12	3.75	3.55	3.35	3.20	3.05	2.90	2.80
	1/8	3.45	3.25	3.10	2.95	2.80	2.70	2.60
9 cm.	1/10	3.85	3.65	3.45	3.30	3.15	3.00	2.90
	1/12	4.20	3.95	3.75	3.60	3.45	3.30	3.20
	1/8	3.75	3.55	3.40	3.25	3.10	3.00	2.90
10 cm.	1/10	4.20	4.00	3.80	3.65	3.50	3.35	3.25
	1/12	4.60	4.40	4.20	4.00	3.80	3.70	3.55
	1/8	4.10	3.90	3.70	3.55	3.45	3.30	3.20
11 cm.	1/10	4.60	4.35	4.15	4.00	3.85	3.70	3.55
	1/12	5.05	4.80	4.55	4.35	4.20	4.05	3.90
	1/8	4.40	4.20	4.05	3.85	3.70	3.60	3.50
12 cm.	1/10	4.95	4.70	4.50	4.35	4.15	4.00	3.90
	1/12	5.40	5.15	4.95	4.75	4.55	4.40	4.25