

N 1009

NED. MIJ. VOOR NIJVERHEID EN HANDEL

KON. INSTITUUT VAN INGENIEURS

HOOFDCOMMISSIE VOOR DE NORMALISATIE IN NEDERLAND (H. C. N. N.)

*H. S. Reele*

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS  
AFDELING VOOR BOUW- EN WATERBOUWKUNDE

SECRETARIAAT: CENTRAAL NORMALISATIEBUREAU (C.N.B.), GRAVENHAGE, LANGE HOUTSTRAAT 13. TELEFOON 111409 en 111426

# GEWAPEND-BETON- VOORSCHRIFTEN

G.B.V. 1950

1962

+ paddestrelleven



N 1009

F.I.D. : 69

AUTEURSRECHTEN VOORBEHOUDEN H. C. N. N.

UITGEVERIJ WALTMAN — HIPPOLYTUSBUURT 4 — DELFT

191  
#11000  
KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS  
AFDELING VOOR BOUW- EN WATERBOUWKUNDE



TH.A.PEELEN

GEWAPEND-BETON-  
VOORSCHRIFTEN

Vloss  
T.S. 1950

G.B.V. 1950

W

N 1009  
F.I.D. : 69

**INHOUD**

Word vooraf . . . . .	7
Blz.	1

**AFDELING I  
ALGEMENE BEPALINGEN**

Art. 1. Aanduiding van de voorschriften . . . . .	9
2. Tekeningen . . . . .	9
3. Ontwerp . . . . .	9

**AFDELING II  
MATERIALEN**

Art. 4. Cement . . . . .	10
5. Zand . . . . .	10
6. Grind en steenslag . . . . .	10
7. Water . . . . .	11
8. Samenstelling van het beton . . . . .	11
9. Staal . . . . .	11

**AFDELING III  
UITVOERING EN CONSTRUCTIE**

Art. 10. Personeel . . . . .	13
11. Opslag van materialen . . . . .	13
12. Bekisting. Werkvloer . . . . .	13
13. Aanbrengen van de wapening. Betondekking . . . . .	14
14. Bereiden en verwerken van beton . . . . .	15
15. Aansluiten van vlakken . . . . .	17
16. Afdekken en vochtig houden. In gebruik nemen . . . . .	17
17. Vriezend weer . . . . .	17
18. Wegnemen van de bekisting. Grindnesten . . . . .	18
19. Gaten. Klossen. Latten. enz. . . . .	19
20. Wapening van platen . . . . .	19
21. Wapening van balken . . . . .	20
22. Wapening van kolommen . . . . .	22
23. Hakken, ombuigen en lassen van wapeningsstaven . . . . .	22
24. Minimum vloerdikten . . . . .	24
25. Beproefing . . . . .	24
26. Vooraf klaargemaakte constructiedelen . . . . .	25

**AFDELING IV  
BEREKENINGEN**

Art. 27. Berekening . . . . .	26
28. Grondslagen voor de berekening . . . . .	26
a. Definities . . . . .	26
b. Lengte van overspanningen en opleggingen . . . . .	26
c. Eigengewicht . . . . .	27
d. Belastingen . . . . .	27
e. Stoottcoëfficiënt . . . . .	31
f. T-balken . . . . .	31
29. Statisch onbepaalde constructies . . . . .	32
30. Momenten. Dwarskrachten. Steunpuntreacties . . . . .	33

Art. 31.	Inwendige spanningen . . . . .	41
	a. Buijsspanningen (trek- en drukspanningen) . . . . .	41
	b. Spanningen door dwarskrachten (schuine trekspanning) . . . . .	41
,	c. Schuine trekspanningen in platen rondom geconcentreerde lasten . . . . .	41
, , 32.	Kolommen . . . . .	41
	a. Centrisch belaste kolommen . . . . .	42
	b. Excentrisch belaste kolommen . . . . .	44
	c. Knik . . . . .	45

#### AFDELING V TOELAATBARE SPANNINGEN

Art. 33.	Toelaatbare spanningen, indien geen bouwcontrole wordt uitgeoefend volgens Afd. VI . . . . .	49
	A. Drukspanningen in het beton . . . . .	49
	B. Spanningen in de wapening . . . . .	49
,	C. Schuine trekspanningen in het beton . . . . .	50
, , 34.	Toelaatbare spanningen en daarmede samenhangende bijzondere voorwaarden, indien wel bouwcontrole wordt uitgeoefend volgens Afd. VI . . . . .	50
	A. Drukspanningen in het beton . . . . .	50
	B. Spanningen in de wapening . . . . .	51
	C. Schuine trekspanningen in het beton . . . . .	53

Art. 45.	Paddestoelvloeren opgevat als doorgaande raamwerken . . . . .	66
"	Paddestoelvloeren berekend met momentcoëfficiënten . . . . .	69
"	Coëfficiënten voor de buigende momenten . . . . .	70
"	Slepen en maatgevende doorsneden . . . . .	73
"	46. Vloerdijken en kolomplaten . . . . .	74
"	47. Koppen en consoles . . . . .	74
"	Wapening . . . . .	75
"	Openingen . . . . .	76
"	52. Schuine trekspanningen . . . . .	76
"	53. Nadere bepalingen . . . . .	77
"	A. Schema's van wapening . . . . .	77
"	B. Buigende momenten in de kolommen . . . . .	80

#### AFDELING VI BOUWCONTROLE

Art. 35.	Toezicht en uitvoering . . . . .	54
," 36.	Materialen . . . . .	54
	a. Zand . . . . .	54
	b. Grind . . . . .	55
	c. Zand-grindmengsel . . . . .	55
," 37.	Fijnheidsmodulus . . . . .	55
," 38.	Plasticiteit . . . . .	55
	a. Zetproef . . . . .	56
	b. Schudproef . . . . .	57
," 39.	Geschiktheidsproef, controleproef en verhardingsproef . . . . .	57
	a. Geschiktheidsproef . . . . .	58
	b. Controleproef . . . . .	59
	c. Verhardingsproef . . . . .	59
," 40.	Kubussterkte . . . . .	59

#### AFDELING VII AFWIJKINGEN

Art. 41.	Afwijkingen van de voorschriften . . . . .	61
----------	--	----

#### AFDELING VIII PADDESTOELVLOEREN MET VIERKANTE OF RECHTHOEKIGE VELDEN

Inleiding . . . . .	62	
Art. 42.	Uitvoering . . . . .	63
" 43.	Definities, Notaties . . . . .	63
" 44.	Omschrijving van paddestoelvloeren . . . . .	66

## WOORD VOORAF

---

De Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs besloot in de ledengadering van 28 November 1914 tot het instellen van een commissie voor de herziening van de in 1912 voor de eerste maal uitgegeven gewapend-betonvoorschriften.

De voorstellen van die commissie hebben geleid tot de vaststelling van achtereenvolgens de G.B.V. 1918, de G.B.V. 1930 en de G.B.V. 1940.

Sedert 1946 heeft de commissie gewerkt aan de herziening van de laatstgenoemde uitgave. Zij heeft een ontwerp opgesteld dat, naar aanleiding van de door de leden der Afdeling gemaakte opmerkingen, is herzien en ten slotte is behandeld in de ledengvergadering der Afdeling van 10 November 1950, waarin de nieuwe voorschriften als G.B.V. 1950 zijn vastgesteld.

Nieuw is Afdeling VIII „Paddestoelvloeren“. Deze Afdeling is een aan de Nederlandse betontechniek aangepaste vertaling van de „Building Code Requirements for Reinforced Concrete“ (A.C.I. 318-47) voorzover zij betrekking hebben op „flat slabs“. De voorschriften van het A.C.I. zijn gekozen, omdat zij leiden tot zuinige constructies en in de Verenigde Staten van Amerika een uitgebreide toepassing hebben gevonden, waaruit hun bruikbaarheid voor de praktijk ruimschoots is bewezen. De inpassing van dit gedeelte van de Amerikaanse voorschriften in de G.B.V. maakte een aantal wijzigingen in de vertaling noodzakelijk. De commissie geeft de voorkeur aan de aldus bewerkte vertaling van een erkend buitenlands voorschrift boven het thans opstellen van Nederlandse voorschriften. Dit laatste zal worden overwogen, zodra het door de Nijverheidsorganisatie T.N.O. ter hand genomen experimenteel onderzoek van paddestoelvloeren is afgesloten.

Het bestuur van de Afdeling is grote dank verschuldigd aan dr. ir. A. M. Haas, die op verzoek van de commissie zo bereidwillig was zijn theoretische kennis en praktische ervaring van paddestoelvloeren ten dienste te stellen. Het leeuwendeel van de arbeid, verbonden aan de bewerking, is ongetwijfeld door hem verricht.

De toepassing van de gewapend-betonvoorschriften, zoals deze achtereenvolgens waren vastgesteld, heeft in de praktijk naast vele goede resultaten toch ook bezwaren medegebracht, in het bijzonder wat betreft de daarin opgenomen berekenings- en constructievoorschriften. Meermalen is daarvan

het gevolg geweest, dat het construeren van werken in gewapend beton door personen, die niet tegen deze taak opgewassen bleken, in de hand werd gewerkt.  
Anderzijds bleken voor bevoegde constructeurs de voorschriften dikwijls te beperkend, zodat zij hierdoor zelfs naar veler mening aan een vrije ontwikkeling van de betontechniek in de weg stonden.

De gewapend-betoncommissie wenst er dan ook, evenals zij dit reeds bij de toelichting op de G.B.V. 1930 en in de inleiding van de G.B.V. 1940 heeft gedaan, de aandacht op te vestigen, dat de hierachter gegeven voorschriften zijn bedoeld voor normaal voorkomende constructies.  
Tenende de techniek van het gewapend beton niet in haar ontwikkeling te belemmeren geeft het bepaalde in Afdeling VII de mogelijkheid van afwijkingen.

Evenals vorige uitgaven wordt ook die van de G.B.V. 1950 verzorgd door de Hoofdcommissie voor de Normalisatie in Nederland met dien verstande, dat de zeggenschap van de Afdeling over de inhoud of over wijziging daarvan in geen enkel opzicht wordt prijs gegeven.

De samenstelling van de gewapend-betoncommissie was op 10 November 1950 als volgt:

- prof. ir. J. A. Bakker, Voorzitter
- ir. C. J. Louw, Secretaris
- ir. C. F. van Bergen
- ir. H. A. Dicke
- ir. C. Franx
- ir. E. Maas Geesteranus
- ir. R. C. Ophorst
- ir. B. Peiser
- ir. N. J. Rengers

Het Bestuur van de Afdeling:

- prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh, Voorzitter
- ir. J. C. le Nobel, Secretaris

## ALGEMENE BEPALINGEN

### Art. 1. Aanduiding van de voorschriften

In bestekken en andere overeenkomsten alsmede in alle daarop betrekking hebbende beschieden worden deze gewapend-betonvoorschriften verkort aangeduid met G.B.V. 1950.  
Indien in deze voorschriften wordt verwiesen naar normbladen worden steeds bedoeld de laast verschenen desbetreffende normbladen, vastgesteld door de Hoofdcommissie voor de Normalisatie in Nederland.

### Art. 2. Tekeningen

1. Gewapend-betonconstructies moeten worden uitgevoerd naar werktekeningen, die een volledig beeld van de te maken constructie geven.  
Op de werktekeningen moet duidelijk zijn aangegeven welke kwaliteit staal moet worden gebruikt, hoeveel cement per  $m^3$  beton moet worden genomen en hoe groot de betondekking moet zijn.
2. Voor de afmetingen en de inrichting van de tekeningen met bijbehorende buigstaten wordt verwezen naar de desbetreffende normbladen. Het verdient aantekening dat deze normbladen zoveel mogelijk te volgen.

### Art. 3. Ontwerp

1. De ontwerper van gewapend-betonconstructies moet deskundig zijn zowel wat betreft de theorie als de praktische uitvoering van de werken.
2. De tekeningen en de berekeningen moeten door de ontwerper zijn ondertekend.

## MATERIALEN

**Art. 4. Cement**

1. Voor gewapend-betonwerken worden toegelaten:
  - a. portlandcement,
  - b. ijzerportlandcement,
  - c. hoogoven cement,
  - d. aluminiumcement.
2. Cement mag alleen worden betrokken van een fabriek, waar de vervaardiging onder grondige en deskundige controle op wetenschappelijke wijze geschiedt.
3. Het gebruik van de onder b, c en d genoemde soorten is alleen toegelaten voor werken, waarbij dit van te voren is of nader wordt overeengekomen.
4. Voor de definities en keuringsseisen alsmede voor de voorschriften voor de uitvoering van keuringsproeven gelden de desbetreffende normbladen.

**Art. 5. Zand**

1. Het zand moet zijn zuiver en grof (d.i. scherp). Het mag niet in noemenswaardige mate zijn verontreinigd door slib of klei en het mag geen voor het beton schadelijke stoffen bevatten.
2. Van het zand mag ten hoogste 5% blijven liggen op de zeef N 480-d-5,6<sup>1)</sup>. Indien meer dan 15% van het gewicht op de zeef N 480-d-2,8 blijft liggen, moet het meerdere tot het grind worden gerekend. Van het tot het zand te rekenen gedeelte moet ten minste 3% en mag ten hoogste 30% van het gewicht gaan door de zeef N 480-d-0,300 en mag ten hoogste 10% van het gewicht gaan door de zeef N 480-d-0,150. Het is toegestaan verschillende zandsorten door een te mengen, teneinde aan voornoemde eisen te voldoen.

**Art. 6. Grind en steenslag**

1. Het grind en het steenslag mogen niet in noemenswaardige mate zijn verontreinigd door slib of klei
- 1) De hier genoemde zeven zijn aangeduid overeenkomstig normblad N 480.

en mogen geen voor het beton schadelijke stoffen bevatten.

2. In verband met de bestemming moeten het grind en het steenslag van voldoende hardheid en van doelmanige grootte en korrelverhouding zijn. Ten hoogste 5% van het gewicht mag gaan door de zeef N 480-d-5,6<sup>1)</sup>, terwijl op de zeef N 480-d-32 ten hoogste 5% van het gewicht mag blijven liggen. Het geheel moet gaan door de zeef N 480-d-46.

**Art. 7. Water**

Het water voor de bereiding en voor het nat houden van beton moet behoorlijk zuiver en zoet zijn.

**Art. 8. Samenstelling van het beton**

1. De in beton aanwezige mortel moet ten minste 125 kg cement op 2 hl zand bevatten.
2. De verhouding in maatdelen tussen de te verwerken hoeveelheden zand en grind of zand en steenslag moet zijn gelegen tussen de grenzen 1 op 1 en 1 op 1½. Deze verhouding kan worden gebracht op ten hoogste 1 op 2, indien ten minste 250 kg cement op 3 hl zand wordt verwerkt.
3. Voor werken, die met zeewater of ander agressief water in aanraking komen of daardoor kunnen worden bevochtigd, moet de verhouding tussen de hoeveelheden cement en zand ten minste 250 kg cement op 3 hl zand. Deze verhouding kan echter alleen worden verlangd, indien daaromtrent van te voren overeenstemming is bereikt.

**Art. 9. Staal<sup>2)</sup>**

1. Het te verwerken staal moet ten minste zijn van de kwaliteit gewoon betonstaal QR 22 volgens V 1035 Deel IV Hoofdstuk IV. Toepassing van keurloos betonstaal (z.g. handelskwaliteit) is niet toegestaan.

<sup>1)</sup> Materiaal, waarbij dit percentage wordt overschreden, doch waarbij het zand-grindmengsel wel voldoet aan het gestelde in art. 36 onder c, mag eveneens als geschikt worden beschouwd.

<sup>2)</sup> De normale diameters van ronde staven zijn vastgelegd in V 1035. D. Deze diameters zijn 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45 en 50 mm.

2. De leverancier moet aantonen, dat het staal bij de walserij ten minste in de voorgeschreven kwaliteit is besteld.
3. Op de keuring zijn van toepassing de voorschriften, vervat in V 1035 en V 1031, met dien verstande, dat bij de bepaling van de treksterkte voor alle staaf-dikten de staven vooraf niet mogen worden afgdraaid, uitgesmeed of gewalst. De staven moeten dus steeds worden beproefd met de dikte en in de toestand waarin zij zijn geleverd.

## UITVOERING EN CONSTRUCTIE

**Art. 10. Personnel**

De leiding van de uitvoering van werken in gewapend beton moet berusten bij personen, die hiermede volkommen bekend zijn. De uitvoering moet zoveel mogelijk geschieden door goed geschoold arbeiders, die onder voortdurend toezicht staan van betrouwbare, in de uitvoering van gewapend beton ervaren personen.

**Art. 11. Opslag van materialen**

1. Tijdens het transport naar de opslag op het bouwwerk moet het cement worden beschermd tegen vochtig worden. Wanden, vloer en dak van de cementloods moeten behoorlijk water- en winddicht zijn. De vloer moet ten minste 0,30 m boven de grond liggen en met asfaltpapier of soortgelijk materiaal worden bedekt. De zakken mogen niet worden opgestapeld tot een hoogte groter dan 2 m.
2. Verschillende cementsoorten moeten zodanig gescheiden worden opgeslagen, dat onderlinge verwisseling is uitgesloten. Gekeurd cement moet duidelijk worden onderscheiden van niet gekeurd cement.
3. Nieuw aangevoerd cement mag niet worden opgestapeld op reeds voorradig cement en mag in de regel niet vóór dit laatste worden verwerkt.
4. Alvorens cement dat geruime tijd opgeslagen is geweest, mag worden gebruikt, moet worden aange- toond dat het nog aan de gestelde eisen voldoet.
5. Zand, grind en steenslag moeten op het werk zodanig worden opgeslagen, dat verontreiniging daarvan wordt voorkomen.

**Art. 12. Bekisting. Werkvloer**

1. De bekisting moet van deugdelijk materiaal worden samengesteld en op behoorlijke wijze naar de aard van het werk worden aangebracht; zij moet zodanig zijn geconstrueerd en gefundeerd, dat geen schadelijke trilling, verzakking of uitbuiging tijdens het storten van het beton kan optreden; zij moet op gemakkelijke wijze kunnen worden verwijderd zonder de constructie geweld aan te doen.

2. De bekisting moet kunnen worden afgesteld door middel van dubbele wiggen.
3. Bij hoogconstructies moet door toepassing van vijzels, zandpotten of daarmede gelijk te stellen inrichtingen worden zorg gedragen, dat de bekisting zonder schokken kan worden verwijderd.
4. Bij de bekisting van kolommen, wanden en hoge balken moeten voorzieningen worden getroffen om vuil en zaagsel te kunnen verwijderen.
5. Indien een gewapend-betonconstructie onmiddellijk op de grond komt te rusten, moet, alvorens met het stellen van de wapening wordt begonnen, een bruikbare werkvlloer zijn aangebracht.  
Indien daarvoor beton wordt gebezigt, mag de samenstelling daarvan niet schraker zijn dan 125 kg cement op 3 hl zand en 5 hl grind, terwijl de dikte van de vloer ten minste 5 cm moet bedragen.

#### **Art. 13. Aanbrengen van de wapening. Betondekking<sup>1)</sup>**

1. De wapening moet vrij zijn van vuil, vet, losse roest en andere voor de aanhechting schadelijke stoffen.
2. De wapening moet zodanig worden gesteld, dat zij gedurende het storten van het beton niet kan verschuiven. Maatregelen moeten worden getroffen, dat de wapening voldoende vrij blijft van de bekisting en van de werkvlloer, waarvoor geen stalen afstandhouders mogen worden gebruikt.
3. Bij platen met dubbele wapening moeten de twee netwerken op afstand worden gehouden door steunen van staal.
4. De beugels moeten worden verankerd om de staven van de hoofdwapening.
5. Voordat met het storten van het beton wordt begonnen, moet de waepning op de juiste plaats zijn aangebracht.
6. De betondekking van de buitenste wapening (dus b.v. ook van beugels) moet bedragen:  
bij platen en wanden tot en met 12 cm dikte ten minste 1 cm  
bij platen en wanden dikker dan 12 cm ten minste  $1\frac{1}{2}$  cm

<sup>1)</sup> Zie ook art. 34 B lid 5.

2. bij balken ten minste 2 cm bij kolommen ten minste 3 cm.  
Bij vlakken, die aan weer en wind zijn blootgesteld, moet de dekking van de buitenste wapening bedragen: bij platen en wanden ten minste  $1\frac{1}{2}$  cm  
" kolommen "  $2\frac{1}{2}$  "  
" "  $3\frac{1}{2}$  "  
Indien de buitenkant van een constructie na het storten niet kan worden gecontroleerd, moet de dekking van de buitenste wapening bedragen: bij platen en wanden ten minste 2 cm  
" balken en kolommen " 4 "  
De onder 6 genoemde maten voor de dekking moeten met ten minste 1 cm worden vergroot, wanneer door omstandigheden schadelijke werkingen kunnen optreden.  
Deze omstandigheden zijn o.m.: gevaaar voor blootstelling aan zeer hoge temperaturen bij brand<sup>1)</sup>, aanraking met of bevochtiging door zee- of ander agressief water, blootstelling aan schadelijke gassen, dampen, e.d. Van te voren moet worden vastgelegd of en zo ja voor welke onderdelen van het werk het bepaalde in deze alinea wordt verlangd.
8. Indien na voltooiing van het bouwwerk met de buitenlucht in aanraking blijvende betonoppervlakken na het ontkisten zodanig moeten worden bewerkt, dat de cementhuid wordt beschadigd, moeten de onder 6 genoemde maten met ten minste 1 cm worden vergroot.
9. Een pleisterlaag mag nimmer als betondekking worden meegerekend.

#### **Art. 14. Bereiden en verwerken van beton**

1. De menging van beton moet bij voorkeur machinaal geschieden.  
De mengmachines moeten een grondige dooreenmenging verzekeren en beton van gelijkmatige kleur en samenstelling geven.

---

<sup>1)</sup> De aandacht wordt er op gevistigd, dat het in dit geval wenselijk is, de afstand van de beugels hart op hart te beperken tot 15 cm, dus in afwijking van het bepaalde in art. 21 onder 2 en in art. 22 onder 1.

De mengtijd moet ten minste 1 minuut bedragen. B  
De watertoevoeging moet zodanig geschieden, dat de per vulling toe te voegen hoeveelheid water nauwkeurig kan worden geregeld en gemakkelijk kan worden gecontroleerd.

2. De menging uit de hand moet geschieden op een harde, zoveel mogelijk waterdichte vloer.  
Allereerst worden cement en zand, dat in zo droog mogelijke toestand moet zijn, gemengd, totdat een mengsel van gelijkmataige kleur is verkregen.  
Hier toe moet de massa ten minste 3 maal geheel worden omgezet. Vervolgens wordt grind of steenslag toegevoegd en het geheel ten minste 1 maal omgezet; daarna wordt de menging onder geleidelijk toevoeging van water voortgezet, totdat een brij van gelijkmataige samenstelling is verkregen. Hier toe moet de massa ten minste 2 maal worden omgezet. Alvorens een bed wordt aangemaakt, moeten versteende mortelresten worden verwijderd.

3. Het beton moet van zodanige consistente zijn, dat alle wapeningsstaven goed kunnen worden omhuld. Er mag niet meer water worden toegevoegd dan voor een goede verwerking van het beton noodzakelijk is.  
Het vervoer en het storten moeten zodanig geschieden, dat het beton in goed gemengde toestand in het werk komt.  
Het ontstaan van holten, zowel in het beton als tegen de bekisting moet zoveel mogelijk worden vermeden door stampen en porren, door kloppen tegen de bekisting, enz.

Indien dit vooraf is of nader wordt overeengekomen, mag van verdichtingswerktuigen gebruik worden gemaakt, mits de consistentie van het beton daarvan wordt aangepast.

4. Vóór het inbrengen van het beton moeten de bekistingen zijn schoongemaakt, zodat zich daarin geen vuil, zaagsel of andere hinderlijke stoffen bevinden; zij moeten vervolgens voldoende worden natgemaakt.
5. Schuim dat op het beton ontstaat gedurende het storten, moet worden verwijderd, zodra het storten wordt onderbroken.
6. Beton dat na het aanmaken langer dan  $\frac{1}{2}$  uur heeft gelegen, mag niet meer worden verwerkt.

#### **Art. 15. Aansluiten van vlakken**

1. Indien het storten van een onderdeel wordt onderbroken (hetgeen zoveel mogelijk dient te worden vermieden) of indien nog te maken werk moet aansluiten aan reeds voltooide delen, moeten de vlakken waartegen wordt aangesloten, voordat het verse beton er tegen wordt gestort, van alle losse delen worden ontdaan en flink worden gereinigd, eventueel ruw worden gemaakt en daarna zodanig worden bevochtigd, dat zij met water verzadigd doch niet drifnat zijn.

Bedoelde vlakken moeten worden ingewassen met mortel van geen slappere samenstelling dan die van de in het beton aanwezige mortel.

2. Bij aansluiting van nieuw aan bestaand werk moet dit laatste boven dien voldoende ruw worden gehakt.

#### **Art. 16. Afdekken en vochtig houden. In gebruik nemen**

1. Betonvlakken, die na het storten niet door bekistingen zijn gedekt, moeten afhankelijk van de weerstandhouding vochtig worden gehouden.  
Bij droog weer moet dit gedurende 1 week geschieden en moeten bedoelde vlakken zo nodig met een daarvoor geschikt hulpmiddel worden afgedekt.  
Vers gestort beton moet zo nodig door afdekking met zeilen of anderszins worden beschermd tegen de nadelige invloeden van zware regenbuien, hagel, enz.  
Gedurende de eerste 2 dagen na het storten moet het beton rustig verharden.

Het is verboden het verhardingsproces gedurende genoemd tijdvak op enigerlei wijze te verstören.  
Verder is het verboden vloeren, die onvoldoende zijn verhard, te gebruiken als opslagplaats voor materialen of daarover lasten te vervoeren.

#### **Art. 17. Vriezend weer**

1. Bij vriezend weer of sneeuwval mag geen beton worden verwerkt, tenzij maatregelen worden genomen om de hinderlijke invloeden daarvan op te heffen.  
Bevroren materialen mogen niet worden verwerkt.
2. Indien tijdens het werk de vorst invalt, moet het vers gestorte beton zorgvuldig worden beschermd tegen de inwerking van de koude.

3. Na afloop van de vorst moeten de delen, die hebben geleden, voor zover nodig worden afgebroken en verwijderd alvorens de werkzaamheden worden hervat.

#### **Art. 18. Wegenmen van de bekisting. Grindnesten**

1. De bekisting mag niet worden verwijderd, voordat het beton voldoende vastheid heeft.
2. In het algemeen mag de bekisting niet worden verwijderd binnen 3 weken na het storten van het betrokken constructiedeel en binnen 1 week na het storten van de eventueel onmiddellijk daarop rustende constructiedelen, tenzij eerstgenoemd constructiedeel daarop is berekend en voldoende is verhard.
3. In afwijking van het bepaalde in het vorige lid mag bij verharding onder gunstige weersgesteldheid de bekisting onder vloeren van minder dan 3 m overspanning 1 week en mag de zijdelingse bekisting van balken en kolommen 3 dagen na het storten worden verwijderd.
4. Indien gedurende het verharden vorst intreedt, moeten de bovengenoemde termijnen worden verlengd met ten minste zoveel dagen als de vorst heeft geduurd.
5. De bovengenoemde termijnen moeten worden verlengd met ten minste de helft van het aantal dagen, waarop gedurende het verharden, zonder dat vorst intreedt, een gemiddelde dagtemperatuur (zie art. 39 onder 4) wordt gemeten, die is gelegen tussen 0 en 5 °C.
6. Indien in enig constructiedeel door het wegnemen van de bekisting een hogere spanning zou worden opgewekt dan die, waarop dit constructiedeel is berekend, mag de bekisting niet worden verwijderd, zolang deze toestand voortduurt. Bijzondere voorzichtigheid moet worden in acht genomen bij het ontkisten van bogen, alsmede van daken en andere constructies, die reeds dadelijk na genoeg de volle belasting te dragen krijgen.
7. Bij het ontkisten van op kolommen dragende vloeren moet eerst de bekisting van de kolommen worden verwijderd, zodat deze aan alle zijden goed kunnen worden gecontroleerd.
8. Wanneer verhardingsproeven (zie art. 39 onder c) aantonen, dat het beton een kubussterkte heeft be-

reikt van ten minste 2 maal de in het betreffende constructiedeel toegelaten betonbuigdrukspanning met een minimum van 120 kg/cm<sup>2</sup>, mag in afwijking van het gestelde in de leden 2 en 3 tot ontkisten worden overgegaan.

Voor afmetingen, vervaardiging, verharding en beproeving van de proefkubben wordt verwezen naar Afd. VI.

9. Indien de onder 8 bedoelde druksterkte op een andere wijze wordt bepaald, moet deze een waarde hebben, die gelijke veiligheid geeft als de hiervoor genoemde kubussterkte<sup>1)</sup>.
10. Constructiedelen, waarin grindnesten en andere gebreken voorkomen, moeten vakkundig worden hersteld.

#### **Art. 19. Gaten. Klossen. Latten enz.**

Het hakken of sparen van gaten en het blijvend in een betonconstructie opennem van klossen, proppen, latten of richels enz. is verboden, tenzij bij het ontwerpen van de constructie daarop is gerekend of door berekening is aangegeven, dat de nodige sterkte van het constructiedeel behouden blijft.

#### **Art. 20. Wapening van platen**

- Het hakken of sparen van gaten en het blijvend in een betonconstructie opennem van klossen, proppen, latten of richels enz. is verboden, tenzij bij het ontwerpen van de constructie daarop is gerekend of door berekening is aangegeven, dat de nodige sterkte van het constructiedeel behouden blijft.
1. In platen mag de ruimte tussen de staven niet kleiner zijn dan 2,5 cm; bovendien voor de hoofdwapening ter plaats van de grootste steunpunts- en veldmomenten niet groter dan 20 cm en niet groter dan 2 maal de plaatdikte.
  2. In platen moet een verdeelwapening worden aangebracht, waarvan de doorsnede ten minste 20% van die van de bijbehorende hoofdwapening en het aantal staven ten minste 4 per strekkende meter bedraagt.
  3. De wapeningsstaven in platen moeten een middellijn hebben van ten minste 6 mm.
  4. Hoofdwapeningsslagen, die eindigen aan de buitenrand van een plaat, moeten daar ter plaatse van haken worden voorzien (zie ook art. 34 B lid 6).
  5. In platen, waarop verticaal omlaag gerichte krachten werken, moet steeds een onderwapening aanwezig zijn.

---

<sup>1)</sup> Bij het gebruik van proefbalken moet de hiermede bepaalde buigdrukssterkte ten minste 60% meer bedragen dan de vereiste kubussterkte.

zijn. Deze wapening mag niet lichter zijn dan die, welke zou worden vereist voor een aan beide randen volledig ingeklemde plaat met dezelfde vertikale belasting en van dezelfde afmetingen, waarbij eventuele consoles moeten worden verwaarloosd<sup>1)</sup>. Indien de krachtrichting een andere is, moet op overeenkomstige wijze een wapening worden aangebracht.

#### **Art. 21. Wapening van balken**

1. In balken mag de ruimte tussen de staven niet kleiner zijn dan de staafdikte en niet kleiner dan 2,5 cm, behoudens het bepaalde in artikel 23 onder 5; bovendien mag voor de hoofdwapening ter plaatse van de grootste steunpunts- en veldmomenten de afstand tussen de staven niet groter zijn dan 15 cm.
2. In balken moeten altijd buugels worden aangebracht, waarvan de onderlinge afstand ten hoogste 30 cm mag bedragen. Indien de balken hoger zijn dan 60 cm, moeten langs de zijkanten op afstanden van ca 30 cm staven worden aangebracht met een middellijn van ten minste 8 mm.
3. Over die gedeelten van balken, waar de schuine trekspanningen (zie art. 31 onder b) geheel door het staal moeten worden opgenomen, mag de onderlinge afstand van de buugels boven dien ten hoogste  $\frac{2}{3}$  van de balkhoogte bedragen. Voor zover de buugels drukstaven omsluiten, die volgens de berekening nodig zijn, mogen zij ten hoogste 12 maal de kleinste staafdikte van de drukwapening uit elkaar liggen.
4. Buugels in balken moeten een middellijn hebben van ten minste 6 mm.
5. De opgebogen staven moeten ordeelkundig worden verdeeld over dat gedeelte van de balk, waar zij nodig zijn voor het opnemen van de schuine trekspanningen.

<sup>1)</sup> Bij het opstellen van het bepaalde onder 5 is o.a. gedacht aan liggers, doorgaande over meer dan 2 steunpunten en met zeer ongelijke veldlengten. Het geval kan zich daarbij voordoen, dat in een veld met een geringe lengte uitsluitend opbuigende momenten optreden, zodat theoretisch alleen een bovenwapening zou worden vereist. In dit geval moet echter toch een onderwapening worden aangebracht.

6. De onderlinge afstanden van de opgebogen staven en die van de buugels moeten zodanig worden gekozen, dat de schuine trekkracht, die door de opgebogen staven moet worden opgenomen, zoveel mogelijk gelijkelijk over deze staven wordt verdeeld en dat die, welke door de buugels moet worden opgenomen, zoveel mogelijk gelijkelijk over de buugels wordt verdeeld.
7. De onderlinge afstand van de opgebogen staven moet daarbij steeds zodanig zijn, dat  $a_1$  kleiner dan of ten hoogte gelijk is aan  $a_2$  (zie fig. 1). Tevens mag  $a_1$  niet groter zijn dan 50 cm.

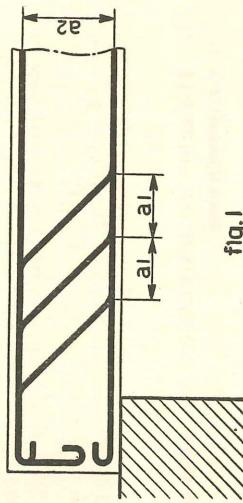


fig. 1

8. Staven, waarin over de gehele, dan wel over een gedeelte van de lengte trekspanning optreedt, moeten aan beide einden van haken worden voorzien, behalve aan de einden, die over een lengte van ten minste 30 maal de staafdikte in een gedrukte zone reiken.
9. Buugels in balken moeten aan beide einden van haken worden voorzien, tenzij de beide buugeleinden elkaar boven in de balk tenminste 15 cm overlappen. Indien buugels krachtens de berekening nodig zijn om de trekspanningen ten gevolge van wringing opte nemen, moet de overlappende voldoen aan het gestelde in art. 23 voor lassen.
10. In balken, waarop verticaal omlaag gerichte krachten werken, moet steeds een onderwapening aanwezig zijn, die op overeenkomstige wijze moet worden berekend als in art. 20 onder 5 is beschreven. Indien de krachtrichting een andere is, moet op overeenkomstige wijze een wapening worden aangebracht.

## Art. 22. Wapening van kolommen

- In kolommen moeten ten minste in alle hoeken staven worden aangebracht, die worden omsloten door beugels, die de kolomstaven behoorlijk tegen uitknikken beveiligen.

De afstanden van de kolomstaven mogen niet groter zijn dan 30 cm en niet kleiner dan 3 cm of de staaf-dikte, behoudens het bepaalde in art. 23 lid 5 en de afstanden van de beugels niet groter dan de kleinste kolomdikte, niet groter dan 12 maal de dikte van de dunste hoofdwapeningsstaaf en niet groter dan 35 cm.

- De middellijn van de staven van de hoofdwapening in kolommen mag niet kleiner zijn dan 12 mm en niet groter dan 50 mm; die van de beugels moet ten minste 8 mm bedragen. De beugels moeten aan beide einden van ronde of schuine haken worden voorzien, die de hoofdstaaf nauw omsluiten en een recht gedeelte hebben van ten minste 5 cm.

## Art. 23. Haken, ombuigingen en lassen van wapeningstaven

### Haken

- Haken aan trekstaven in balken moeten zijn ronde haken of schuine haken met een binnenerke middellijn, ten minste gelijk aan  $2^{1/2}$  maal de staaf-dikte<sup>1)</sup> en met een aansluitend recht gedeelte van tenminste 4 maal de staafdikte. Haken aan beugels in balken moeten zijn ronde of schuine haken, die de hoofdstaaf nauw omsluiten en een recht gedeelte hebben van ten minste 5 cm.

### Ombuigingen

- Het buigen van staven moet geschieden volgens bogen met een binnenerke straal van ten minste 5 maal de staafdikte<sup>1).</sup>

### Lassen

- Lassen moet zoveel mogelijk worden vermeden. De lassen in een constructieel moeten zoveel mogelijk verspringen.

<sup>1)</sup> Voor staven met een andere dan een enkelvoudige ronde doorsnede geldt als staafdikte de middellijn van de omhullende cirkel.

## Aanhechtingsslassen

- Staven mogen uitsluitend worden gelast op de plaatsen, die op de tekening of in de buigstaat zijn aangegeven. In de getrokken staven mogen lassen niet voorkomen bij gevaarlijke doorsneden.
- Indien lassen bepaald nodig zijn, moeten zij tot stand worden gebracht door de einden van de staven voorbij elkaar te laten reiken, waarbij het bepaalde in art. 20 lid 1, art. 21 lid 1 en art. 22 lid 1 niet geldt voor de beide laseilanden onderling.

De lengte van de las, d.i. de lengte waarover de staven langs elkaar reiken, moet bij enkelvoudige ronde staven ten minste  $\frac{1}{20} \sigma_y$  maal de staafdikte bedragen, indien geen haken worden toegepast en ten minste  $\frac{1}{30} \sigma_y$  maal de staafdikte, indien de staaf-einden wel van haken worden voorzien, waarin  $\sigma_y$  voorstelt de berekende spanning in  $\text{kg/cm}^2$  in de te lassen staaf ter plaatse van de las; in geen geval mag de lengte van de las in getrokken staven minder dan 25 maal de kleinste staafdikte bedragen en in kolommen minder dan 30 maal de middellijn van de dunste staaf van de las.

Voor staven met een andere dan een enkelvoudige ronde doorsnede moet voor het bepalen van de lengte van de las worden gerekend met een aanhechtings-spanning van  $5 \text{ kg/cm}^2$  langs de omhullende.

- De laslengte, berekend volgens het bepaalde onder 5, mag met ten hoogste  $\frac{1}{4}$  gedeelte worden verminderd, indien wordt voldaan aan de bepalingen van afd. VI en bovendien wordt aangenoemd, dat de kubussterkte bepaald moet de contrôlepoot, (zie art. 39 en 40) van het beton na 28 dagen verharding ten minste  $200 \text{ kg/cm}^2$  bedraagt.

Ook in dit geval mag evenwel de lengte van de las niet minder dan 25 maal de kleinste staafdikte bedragen.

## Electriche lassen

- Het electricisch lassen van de wapeningsstaven is toegestaan. Bij voorkeur moet dit geschieden volgens de weerstands-stomp-lasmethode (zie N 852 onder B 1), doch ook het lassen met behulp van elektroden is toegelaten, indien omtrent de hiervoor te volgen werkwijze van te voren overeenstemming is verkregen.

De staafassen ter weerszijden van de las moeten in elkanders verlengde liggen. Het materiaal moet een zodanige chemische samenstelling hebben, dat het voor elektrisch lassen geschikt is.  
Bij staalsoorten, die door koud rekken een hogere vloeigrens hebben verkregen, is elektrisch lassen verboden.

Overigens zijn van toepassing de voorschriften, ver- vat in N 540, N 541 en N 542.

8. Voor de lasmethoden, bedoeld onder 7, moet met een tweetal proefstaven van elke diameter worden aangezoond, dat de staaf ter plaatse van de las ten minste dezelfde trekkracht kan opnemen als de oorspronkelijke staaf.
9. Het op andere wijze aaneenwelen of het in elkaar haken van de staven is verboden.

#### **Art. 24. Minimum vloerdikten**

De dikte van de vloeren mag niet kleiner zijn dan 8 cm, die van dakkvloeren niet kleiner dan 7 cm.

#### **Art. 25. Beproeving**

1. Indien een beproeving nodig wordt geacht, mag de proefbelasting niet worden aangebracht binnen 42 dagen na het storten van het te belasten constructie-deel of van enig ander onderdeel, waarin door proefbelasting spanningen kunnen worden opgewekt.

De proefbelasting mag niet groter zijn dan 2 maal de nuttige belasting, waarop het constructie-deel is berekend of 1,25 maal de som van het eigen gewicht en de nuttige belasting.

2. Bij gebruik van cement met hoge aanvangssterkte en van aluminiumcement mag eerder tot proefbelasting worden overgegaan, indien verhardingsproeven (zie art. 39 onder c) aantonen, dat het beton een kubussterkte heeft bereikt van ten minste 3 maal de in het betreffende constructie-deel toegelaten betondrukspanning met een minimum van 180 kg/cm<sup>2</sup>.

Voor afmetingen, verharding, verharding en beproeving van de kuben wordt verwezen naar Afd. VI.

3. Indien de onder 2 bedoelde druksterkte op een andere wijze wordt bepaald, moet deze een waarde hebben,

die gelijke veiligheid geeft als de hiervóór genoemde kubussterkte 1).

#### **Art. 26. Vooraf klaargemaakte constructiedelen**

Van vooraf klaargemaakte constructiedelen, die voor-namelijk op buiging worden belast<sup>2)</sup>, zullen, indien dit van te voren is bepaald, ter controé van de berekening van de uitvoering één of meer stuks tot aan de breuk worden belast onder omstandigheden, die zoveel mogelijk gelijk zijn aan die, waarin zij in het bouwwerk zullen verkeren.

Alsdan moet de breukbelasting met inbegrip van het eigen gewicht ten minste 2½ maal de som van het eigen gewicht en de nuttige belasting dragen.  
Als breukbelasting van een proefstuk geldt de hoogste belasting, die de beproevingsinstallatie tijdens de proef aangeeft.

<sup>1)</sup> Bij het gebruik van proefbalken moet de hiermede bepaalde buig-druksterkte ten minste 60% meer bedragen dan de vereiste kubus-sterkte.

<sup>2)</sup> Daar de proefbelasting van voornamelijk centrisch belaste constructiedelen in den regel niet goed uitvoerbaar is, zijn dienaangaande geen eisen opgesteld.

AFDELING IV  
BEREKENINGEN

**Art. 27. Berekening**

De berekening moet geschieden volgens de leer van de mechanica. Zij mag, behoudens het in deze voorschriften bepaalde, niet worden uitgevoerd volgens empirische regels.

**Art. 28. Grondslagen voor de berekening**

a. *Definities*

Waar in deze voorschriften wordt gesproken van een ligger, wordt daaronder in hoofdzaak verstaan een plaat, een balk met een rechthoekige dwarsdoorsnede of een T-balk met dien verstande, dat een plaat is een rechthoekige ligger, waarvan de breedte groter is dan de hoogte, een balk is een rechthoekige ligger, waarvan de breedte gelijk of kleiner is dan de hoogte en een T-balk is een ligger, samengesteld uit flens en rib, waarvan de breedte van dat gedeelte van de dwarsdoorsnede van de balk, waarin drukspanningen voorkomen (flens) groter is dan de breedte van het gedeelte van bovenbedoelde doorsnede, waarin de trekwaping voorkomt (rib).

b. *Lengte van overspanningen en opleggingen*

1. Bij liggers, aan de einden vrij opgelegd, gedeeltelijk ingeklemd of doorgaand, moet voor de lengte van de theoretische overspanning  $l$  ten minste worden gerekend de wijde in de dag, aan elke zijde vermeerderd met de helft van de daar vereiste lengte van de oplegging.

Waar platen één geheel vormen met balken, mag voor de vereiste lengte van oplegging worden genomen 5 cm.

2. Voor zuiver scharnierend opgelegde liggers is  $l$  de afstand van de scharnierpunten.

3. Voor op een gemetselde muur opgelegde platen is de vereiste lengte van de oplegging gelijk aan de plaatdikte met een minimum van 11 cm.

4. De vereiste lengte van de oplegging van balken moet zodanig worden berekend, dat de toe te laten druk op het oplegvlak niet wordt overschreden.

Het vereiste oppervlak voor de oplegging wordt gevonden door de oplegdruk te delen door de toe te laten drukspanning.

Bij de eindoplegging van balken mag echter slechts een gemiddelde drukspanning gelijk aan  $\frac{2}{3}$  van de toe te laten drukspanning in rekening worden gebracht.

Op een gemetselde muur mag de lengte van de oplegging niet kleiner zijn dan 22 cm, behalve wanneer de breedte  $b$  van de balk in de muur wordt vergroot tot ten minste  $\frac{3}{2}b$ .

In dat geval mag de lengte van de oplegging, gemeten in de lengterichting van de balk, niet kleiner zijn dan 16 cm.

Klamplagen e.d. mogen voor de bepaling van de lengte van de oplegging niet worden meegerekend.

c. *Eigengewicht*

Het eigengewicht van 1  $m^3$  gewapend beton wordt aangenomen op ten minste 2400 kg.

d. *Belastingen*

1. De belastingen, die op constructies van gewapend beton aangrijpen, moeten in overeenstemming met het eerste hoofdstuk van het normblad N 1055 „Technische grondslagen voor bouwvoorschriften“ (T.G.B. 1949) worden vastgesteld met dien verstande, dat voor artikel 2 van dat normblad moet worden gelezen:

I. Constructies van gewapend beton moeten worden berekend op:

- a. eigen gewicht (zie art. 3 en 4)
- b. nuttige belasting (zie art. 5 . . . 11)
- c. sneeuwbelasting (zie art. 12)
- d. matige windbelasting (zie art. 13, 14, 16, 17, 18)
- e. hoge windbelasting (zie art. 13, 15, 16, 17, 18)
- f. bijzondere invloeden (zie art. 19).

II. De berekening moet, behoudens het bepaalde in art. 18, worden uitgevoerd voor de belasting-combinaties:

- A :  $a + b + c$
- B :  $a + b + d \quad \} \quad$  zo nodig gecombineerd met f.
- C :  $a + b + e$

De berekening volgens combinatie C behoeft slechts te worden uitgevoerd, indien de windbelasting naar verhouding een grote rol speelt. De inwendige momenten en krachten, waarnaar de afmetingen van de doorsneden en de wapeningen worden bepaald mogen bij de berekening volgens combinatie C met de factor 0,87 worden vermenigvuldigd.

Op gelijktijdig voorkomen van wind en sneeuw behoeft niet te worden gerekend.

III. Indien windbelasting, sneeuwbelasting en hele of gedeeltelijke nuttige belasting in enig bouwdeel een gunstige werking uitoefenen, mogen zij daarvoor niet in rekening worden gebracht. In gevallen, waarbij de belasting veranderlijk is, moet de constructie worden berekend voor de meest ongunstige belastingwijzen.

2. Indien een plaat met een overspanning  $l$  wordt belast door een geconcentreerde last, mag worden gerekend, dat deze last zich in de richting van de overspanning verspreidt over een lengte  $a$  en in de richting loodrecht op de overspanning naar weerszijden over een medewerkende plaatbreedte van ten hoogste  $1/2 B$ , waarbij

$$B = \sqrt{(0,75 l)^2 + b^2}$$

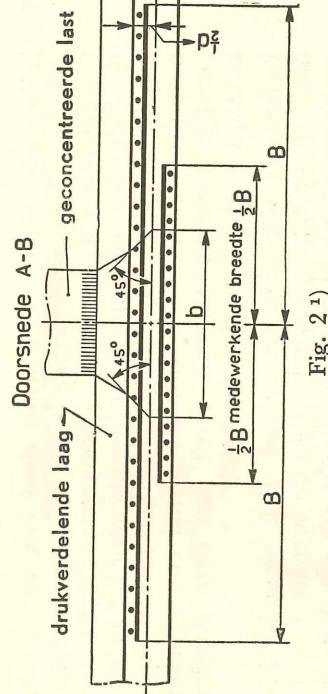
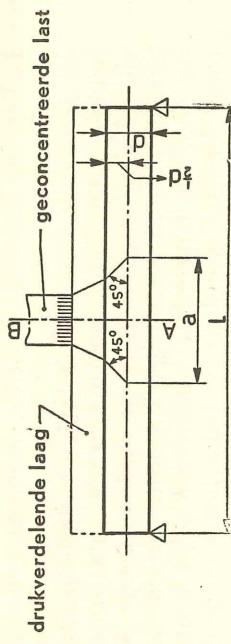
Voor de waarde van  $b$  zie fig. 2.

Hierbij moet er echter op worden gelet, dat de plaatbreedte  $B$  inderdaad aanwezig is en medewerkend kan zijn.

3. Heeft het gedeelte van de hoofdwapening, dat nodig is voor het opnemen van de uitsluitend door de geconcentreerde lasten veroorzaakte momenten, een doorsnede per m plaatbreedte gelijk aan  $F_{y,c}$ , dan is een verdeelwapening nodig over een breedte  $1/2 B$  naar weerszijden, die per m niet minder mag dragen dan:

$$F_{y,c} \left( 0,8 - 0,5 \frac{b}{l} \right)$$

In geen geval mag de totale dwarswapening minder zijn dan 20% van de totale in de richting van de overspanning aangebrachte hoofdwapening (zie art. 20 onder 2).



4. Boven in de plaat moet een kruiswapening worden aangebracht.  
In de richting loodrecht op de overspanning moet deze wapening zich uitstrekken over een breedte  $B$  naar weerszijden.  
De doorsnede van de kruiswapening moet voor iedere richting ten minste  $0,2 F_{y,c}$  bedragen.  
Het aanbrengen van deze kruiswapening is niet noodzakelijk, indien de geconcentreerde lasten niet verplaatsbaar zijn en geen trillingen kunnen veroorzaken, en ook niet, indien om andere redenen reeds een voldoende bovenwapening wordt aangebracht.
5. Indien de onder 2 genoemde medewerkende plaatbreedte  $B$  niet aanwezig is, dan wel op een kleinere waarde wordt aangenomen, mag de onder 3 genoemde formule worden vermenigvuldigd met de factor

$$\frac{B'}{B} \times \frac{B' - b}{B - b}$$

waarin  $B'$  gelijk is aan de werkelijk aanwezige, dan wel aan de aangenomen breedte.

<sup>1)</sup> In deze figuur is alleen wapening aangegeven, nodig ten gevolge van de geconcentreerde last.

6. Indien een plaat wordt belast door een stelsel van 2 geconcentreerde lasten, die in de richting loodrecht op de overspanning een zodanige onderlinge afstand hebben, dat hun medewerkende plaatbreedten elkaar overlappen, mag de medewerkende plaatbreedte van dit stelsel gelijk worden genomen aan die voor één enkele last, waarvoor  $b$  gelijk is aan de totale breedte, die door de beide lasten en de daar tussen gelegen ruimte wordt ingenomen.
7. Indien een plaat wordt belast door een stelsel van meer dan 2 geconcentreerde lasten, mag op de onder 6 aangegeven wijze worden voortgegaan, totdat ten slotte de medewerkende plaatbreedte voor het gehele lastenstelsel is bepaald. Indien door het niet in rekening brengen van één of meer lasten een minder gunstige toestand ontstaat, moet met deze minder gunstige toestand worden gerekend.
8. Indien de geconcentreerde last zich onmiddellijk naast de oplegging bevindt, mag de breedte van de spreiding in de richting loodrecht op die van de overspanning op niet meer dan  $b$  worden aangenomen.

Naarmate de geconcentreerde last verder van de oplegging afstaat mag voor de breedte van de spreiding een geleidelijk groter wordende waarde worden gehouden.

Is de afstand van de geconcentreerde last tot de oplegging  $\frac{B-b}{2}$  of meer, dan mag voor  $B$  de waarde uit de formule onder 2 worden gehouden (zie fig. 3) <sup>1)</sup>.

9. In daartoe aanleiding gevallen, waarbij de geconcentreerde lasten in verhouding tot het vloergewicht en de aangenomen mobiele belasting rondom deze lasten betrekkelijk gering zijn (zoals bij lastingen, veroorzaakt door niet dragende scheidingsmuren, wanden, enz.) mag met terzijdestelling van het bepaalde onder  $2 \dots 8$  worden volstaan met een berekening, waarbij op doordachte wijze de geconcentreerde lasten worden vervangen door een gelijkmatig verdeelde belasting.

#### e. Stootcoëfficiënt

Voor bruggen en andere constructies, die aan sterke trillingen of stoten onderhevig kunnen zijn, moet de invloed van deze trillingen of stoten in rekening worden gebracht door vermenigvuldiging van de mobiele belasting met een stootcoëfficiënt <sup>1)</sup>.

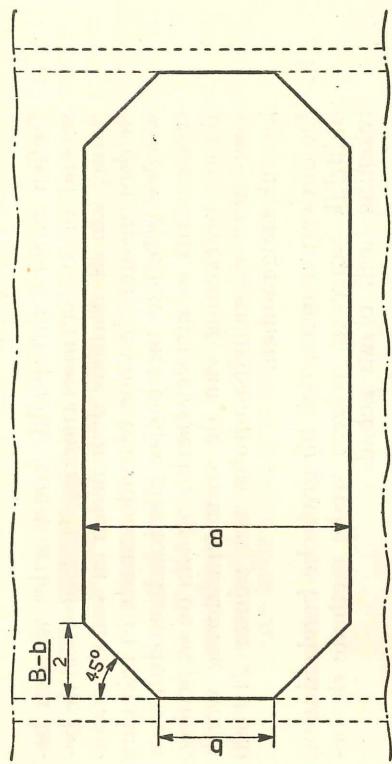


fig. 3

#### f. T-balken

1. Bij de berekening van T-balken moet voor de flensbreedte ter weerszijden van het hart van de balk ten hoogste de kleinste van de navolgende waarden in rekening worden gebracht: de halve breedte van het aangrenzende veld,  $\frac{1}{6}$  van de overspanning, 8 maal de plaatdikte, 4 maal de ribbreedte, 2 maal de balkhoogte.

2. Indien de flens slechts aan één zijde voorkomt, blijft het bepaalde in het vorige lid van toepassing met wijziging in zoverre, dat de laatste 3 daarin genoemde waarden moeten worden verminderd achtereenvolgens tot 6 maal de plaatdikte, 3 maal de ribbreedte en  $1\frac{1}{2}$  maal de balkhoogte.

<sup>1)</sup> Als stootcoëfficiënt voor betonplaten, rustende op stalen liggers, wordt aanbevolen het getal 1,4 (zie verder N 1008, V.O.S.B. 1938 art. 34). Als stootcoëfficiënt voor betonconstructies wordt aanbevolen  $S = 1 + \frac{3}{10 + l^7}$ , waarin  $S$  de stootcoëfficiënt en  $l$  de overspanning in meters van het beschouwde constructieel is.

<sup>1)</sup> Het bepaalde onder 8 is van belang bij de bepaling van de grootte van de schuine trekspanningen.

3. Bij moerbalken, die als T-balken worden berekend, mag de flens wederzijds het hart van de ligger boven-dien niet groter worden aangenomen dan  $\frac{1}{4}$  van de afstand hart op hart van de kinderbalken, ver-meerdert met de halve ribbreedte van de moerbalk.

#### Art. 29. Statisch onbepaalde constructies

- Indien statisch onbepaalde constructies worden berekend uit de vormverandering 1), kan voor de be-paling van de normale doorsneden en van de traag-heidsmomenten de volle betondoorsnede in rekening worden gebracht met gelijke elasticiteitsmoduli voor trek en druk en met verwaarlozing van de wapening. Bij de berekening van de vormverandering wordt voor deze elasticiteitsmodulus ten minste 210 000 kg/cm<sup>2</sup> aangenomen.
- De ontwerper moet, ook bij grafische berekeningen, duidelijk aangeven, volgens welke methode de be-rekening heeft plaats gehad.
- Bij gewone bouwwerken behoeft niet met tempera-tuurwisselingen en krimp rekening te worden ge-houden. Tenzij maatregelen zijn getroffen, die het ontstaan van scheuren tegengaan, moeten echter op afstanden van 30 tot 40 m krimpyogen worden aangebracht.
- Bij belangrijke werken zoals grote boog- en raam-constructies, moet, voor zover deze aan aanmerke-lijke temperatuurverschillen onderhevig zijn, met een temperatuurdaling van 20 °C en een temperatuurstijging van 10 °C rekening worden gehouden. De invloed van de krimp moet bij dergelijke belang-rijke constructies steeds in rekening worden gebracht als een temperatuurdaling van 15 °C, die in voor-komende gevallen gecombineerd moet worden met de temperatuurdaling van 20 °C.
- Als uitzettingscoëfficiënt voor beton en staal moet worden aangehouden  $1 \times 10^{-5}$ .

#### Art. 30<sup>1)</sup>. Momenten. Dwarskrachten. Steunpunt-reacties

- Indien de berekening van statisch onbepaalde con-structies met rechte as op 2 of meer steunpunten niet uit de vormverandering wordt afgeleid, moet zij worden uitgevoerd met inachtneming van de na-volgende bepalingen.
- Een plaat wordt als gedeeltelijk ingeklemd be-schouwd, indien deze aan het einde één geheel uit-maakt met een balk van gewapend beton of met een draagwand van gewapend beton, die gerecht kunnen worden het vereiste inklemmingsmoment te leveren. Een balk wordt als gedeeltelijk ingeklemd beschouwd, indien deze aan het einde één geheel uitmaakt met een draagbalk, een kolom of een draagwand van gewapend beton, die gerecht kunnen worden het ver-eiste inklemmingsmoment te leveren.

#### Momenten

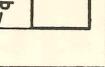
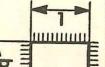
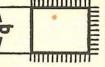
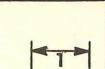
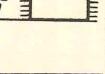
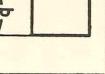
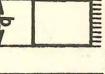
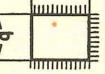
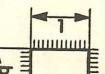
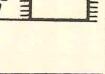
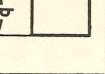
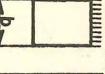
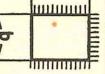
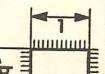
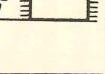
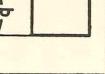
- Bij een ligger, die aan de einden vrij is opgelegd of in een muur is ingekast of ingemetseld, moet het moment worden aangehouden, dat bij vrije op-legging zou kunnen optreden.
- Voor de berekening van de doorsnede nabij de op-legging moet bij liggers als onder 3 genoemd bij balken een toevallig inklemmingsmoment van ten minste  $\frac{1}{3}$  van het maximum positieve moment en bij platen een toevallig inklemmingsmoment van ten minste  $\frac{1}{2}$  van het maximum positieve moment in rekening worden gebracht.
- Bij aan beide einden gedeeltelijk ingeklemd liggers op 2 steunpunten met een lengte  $l$  en een gelijk-matig verdeelde belasting  $q$  per eenheid van lengte moet het moment in het midden worden aangenomen op  $\frac{1}{16} ql^2$ , terwijl bij de inklemmingen op ten minste  $-\frac{1}{16} ql^2$  moet worden gerekend.
- Bij liggers met een lengte  $l$  en een gelijkmatig ver-deelde belasting  $q$  per eenheid van lengte, die aan het ene uiteinde vrij opgelegd en aan het andere uit-einde gedeeltelijk zijn ingeklemd, moet het grootste positieve moment worden aangenomen op  $\frac{1}{10} ql^2$ ,

<sup>1)</sup> Opgemerkt zij, dat liggers met rechte as op 3 of meer steunpunten alleen dan mogen worden berekend met behulp van de driemomenten-stelling, indien bij de uitvoering maatregelen zullen worden genomen om de wijze van oplegging zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met de eisen daarvan bij de berekening gesteld.

<sup>1)</sup> Ter verkrijging van een eenvoudig overzicht zijn de momenten en de dwarskrachten volgens art. 30 schematisch op een tekening achter in dit boekje opgenomen.

- terwijl voor het inklemmingsmoment  $-\frac{1}{10}ql^2$  in rekening moet worden gebracht; aan het vrij opgelegde einde moet op een toevallig inklemmingsmoment van ten minste  $-\frac{1}{30}ql^2$  worden gerekend.
7. Bij een liggerdragende op 3 steunpunten met een lengte  $l$  per veld en een gelijkmataig verdeelde belasting  $q$  per eenheid van lengte, die op alle of alleen op de eindsteunpunten vrij is opgelegd, moet voor het moment boven het tussenseunpunt worden aangenomen  $-\frac{1}{8}ql^2$  en voor het grootste positieve moment in de velden  $\frac{1}{10}ql^2$ . Aan de einden moet op een toevallig inklemmingsmoment van ten minste  $-\frac{1}{30}ql^2$  worden gerekend.
8. Indien een dergelijke ligger op alle of alleen op de eindsteunpunten één geheel uitmaakt met een draagbalk, een kolom of een draagwand van gewapend beton, mag het moment  $-\frac{1}{8}ql^2$  worden verminderd tot  $-\frac{1}{10}ql^2$  en het moment van  $\frac{1}{10}ql^2$  tot  $\frac{1}{12}ql^2$ . Voor het inklemmingsmoment aan de uiteinden moet ten minste  $-\frac{1}{24}ql^2$  worden gerekend.
9. Bij een ligger vrij op 4 of meer steunpunten opgelegd, met een lengte  $l$  per veld en een gelijkmataig verdeelde belasting  $q$  per eenheid van lengte, moet voor het moment boven de eerste tussenseunpunten,  $-\frac{1}{10}ql^2$ , voor het moment boven de volgende tussensteunpunten  $-\frac{1}{12}ql^2$ , voor het maximum positieve moment in de eindvelden  $\frac{1}{10}ql^2$  en voor dat moment in de overige velden  $\frac{1}{12}ql^2$ . Aan de einden moet op een toevallig inklemmingsmoment van ten minste  $-\frac{1}{30}ql^2$  worden gerekend.
10. Indien een dergelijke ligger alleen op de tussensteunpunten één geheel uitmaakt met een draagbalk, een kolom of een draagwand van gewapend beton, mag het moment van  $-\frac{1}{10}ql^2$  worden verminderd tot  $-\frac{1}{12}ql^2$ , het moment van  $\frac{1}{10}ql^2$  tot  $\frac{1}{12}ql^2$ . Voor het inklemmingsmoment aan de uiteinden moet op ten minste  $-\frac{1}{24}ql^2$  worden gerekend.

12. Indien liggers door een laststelsel worden belast en  $M$  het maximum moment is, dat door deze belasting bij vrije oplegging aan de uiteinden in een veld zou kunnen optreden, moet in rekening worden gebracht:
- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| $M$ in plaats van $\frac{1}{8}ql^2$ | $M$ in plaats van $-\frac{1}{8}ql^2$ |
| $\frac{5}{6}M$ ,                    | $\frac{4}{10}M$ ,                    |
| $\frac{4}{5}M$ ,                    | $\frac{2}{11}M$ ,                    |
| $\frac{3}{4}M$ ,                    | $\frac{1}{12}M$ ,                    |
| $\frac{5}{8}M$ ,                    | $\frac{1}{14}M$ ,                    |
|                                     | $-\frac{1}{4}M$ ,                    |
|                                     | $-\frac{1}{30}ql^2$                  |
13. Indien bij een ligger, vrij op de steunpunten opgelegd en met gelijke velden, ontlasting van één of meer ligervelden niet is uitgesloten, moet in het midden van die velden worden gerekend op een opbuigend moment van ten minste  $\frac{1}{20}(\rho - \frac{1}{2}g)l^2$ ; hierin stelt  $\rho$  voor de opbuiging gevende belasting en  $g$  het eigengewicht per eenheid van lengte.
14. Indien een dergelijke ligger op de steunpunten één geheel uitmaakt met een draagbalk, een kolom of een draagwand van gewapend beton, moet worden gerekend op een opbuigend moment van ten minste  $\frac{1}{20}(\rho - 2g)l^2$ .
15. Deze opbuigende momenten behoeven alleen in rekening te worden gebracht, indien de nuttige belasting op één of meer van de omiddellijk aan de ligger grenzende vloervelden groter dan  $800 \text{ kg/m}^2$  is. Plaatselijke belastingen worden voor dit geval herleid tot een equivalentegelijkmatig verdeelde belasting.
16. Bij de onder 7, 8, 9, 10, 11 en 12 bedoelde liggers mogen de opgegeven waarden voor de momenten ook worden aangehouden bij ongelijke veldlengten zo lang de kleinste veldlengte niet kleiner is dan 0,8 maal de grootste veldlengte.
17. Bij liggers dragende op meer dan 2 steunpunten, waarbij het product  $ql^2$  van aangrenzende velden ongelijk is, wordt voor de waarde van dit product, benodigd voor de berekening van het moment boven het gemeenschappelijk steunpunt, de grootste waarde van beide producten aangehouden.
18. Bij rechthoekige, aan 4 zijden ondersteunde platen met gelijkmatig verdeelde belasting, waarvan de zijden vrij zijn opgelegd of doorgaan, moet worden gerekend op de momenten, die in de op blz. 36 en 37

$t/b =$	1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,5 3,0	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	38 45 53 60 66 72 78 83 88 92 96 110 119	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	40 42 43 43 43 42 41 41 40 39 38 34 30	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 57 50	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	40 46 53 58 62 66 69 72 75 78 80 88 92	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	38 38 37 36 35 33 32 31 29 28 27 22 20	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	65 70 76 80 84 87 90 92 93 94 95 96	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	32 38 44 50 55 60 65 69 73 76 79 87 92	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	32 34 34 34 34 33 31 30 29 28 27 23 21	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	48 56 63 69 75 80 84 88 92 94 95 96	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	48 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	32 38 44 49 53 57 61 64 67 70 71 76 81	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	VI A			
	32 32 31 30 29 27 26 25 24 23 20 18 18	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	48 52 56 60 62 64 64 64 64 64 64 64 64	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48	$M_a = 0,001qb^2 \times$	$M_{ii} = -0,001qb^2 \times$	
	VI B			

voorkomende tabel zijn opgenomen. Voor tussenliggende waarden mag rechtlijnig worden geïnterpoeld.  $M_a$  en  $M_b$  zijn de momenten per eenheid van breedte in het midden van de plaat in een strook in de lengte, onderscheidenlijk de breedterichting. Gaat de plaat over een oplegging door, dan zijn  $M_{a0}$  en  $M_{b0}$  de inklemmingsmomenten per eenheid van breedte langs de korte, onderscheidenlijk de lange zijden. Zijn een of meer zijden gedeeltelijk ingeklemd, dan moeten voor de veldmomenten dezelfde waarden worden genomen als wanneer de plaat over de gedeeltelijk ingeklemd zijden doorging. Voor de inklemmingsmomenten langs de gedeeltelijk ingeklemd zijden moet  $\frac{2}{3}$  worden genomen van de waarden, die zouden gelden, wanneer de plaat over de onderhavige zijden doorging.

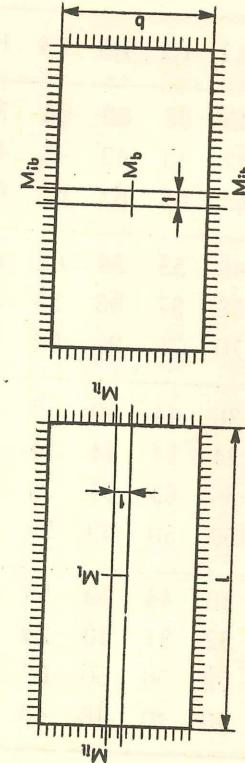


Fig. 4

19. Op gedeeltelijke inklemming van een zijde van een rechthoekige plaat mag worden gerekend, wanneer deze zijde verbonden is met een balk of dragende wand van zodanige stijfheid, sterke en bevestiging, dat redelijkerwijze mag worden aangenomen, dat de ondersteuning van de beschouwde plaatrand het in rekening gebrachte moment levert.
20. Voor de zijden, die bij de berekening als vrije oplegging worden beschouwd, moet op een toevallig inklemmingsmoment worden gerekend van ten minste  $-\frac{1}{2} M_a$ , wanneer het een korte, en ten minste  $-\frac{1}{2} M_b$ , wanneer het een lange zijde betreft.
21. Indien een plaat niet als aan 4 zijden opgelegd of ingeklemd wordt berekend, moet voor een toevallig inklemmingsmoment aan de korte zijde worden aangenomen:

- a. bij platen, doorgaande over het steunpunt:  $-\frac{1}{24}qb^2$ ,
- b. bij platen, die gedeeltelijk zijn ingeklemd of die in een muur zijn ingekast of ingemetseld:  $-\frac{1}{30}qb^2$ . De wapening, die uit de momenten onder a en b volgt, moet zich uitstrekken over een lengte ten minste gelijk aan  $\frac{1}{6}b$ , gemeten uit de dagzijden van de ondersteuning.
22. In rechthoekige platen mag de veldwapening nodig voor het opnemen van  $M_a$  en  $M_b$ , in stroken ter breedte van  $\frac{1}{5}b$  langs de doorgaande of gedeeltelijk ingeklemd zijden verminderd worden tot de helft van de in dezelfde richting in het midden van het veld gelegen wapening.
23. In de hoeken tussen vrij opgelegde zijden van rechthoekige platen moet, zowel aan de boven- als aan de onderkant, in beide richtingen een wapening aanwezig zijn, die ten minste gelijk is aan de grootste veldwapening in het midden van de plaat. Deze kruisnetten moeten zich in beide richtingen uitstrekken tot ten minste  $\frac{1}{5}b$  uit de dagzijden van de ondersteuning.

#### Dwarskrachten

24. Bij een ligger op 2 steunpunten of bij een liggerdragende op 3 of meer steunpunten, met een lengte  $l$  per veld en een gelijkmatig verdeelde belasting  $q$  per eenheid van lengte, moet voor de dwarskracht naast elk steunpunt worden aangenomen:
  - a. Indien beide opleggingen van de ligger in het beschouwde veld gelijksoortig<sup>1)</sup> zijn:  $\frac{1}{2}ql$ .
  - b. Indien beide opleggingen van de ligger in het beschouwde veld ongelijksoortig zijn:  $\frac{1}{2}ql$  nabij de vrije oplegging,  $\frac{5}{8}ql$  nabij de andere oplegging.
25. Bij een ligger op 2 steunpunten of bij een liggerdragende op 3 of meer steunpunten, belast door een laststelsel, moet voor de dwarskracht naast elk steunpunt worden aangenomen:
  - a. Indien beide opleggingen van de ligger in het beschouwde veld gelijksoortig zijn: <sup>1)</sup>)
  - b. Indien een steunpunt over het steunpunt doorloopt,

<sup>1)</sup> Een gedeeltelijke inklemming is in dit verband gelijksoortig met de inklemming, die ontstaat, wanneer de plaat over het steunpunt doorloopt.

- dat laststelsel zou ontstaan bij een ligger van gelijke lengte, aan beide einden vrij opelegd.
- b. Indien beide opleggingen van de ligger in het beschouwde veld ongelijksoortig zijn:
- bij de vrije oplegging de maximum dwarskracht als hierboven onder a bedoeld,
- nabij de andere oplegging 1,25 maal de hierboven genoemde maximum dwarskracht.

#### Steunpuntreacties

26. Bij een ligger dragende op 3 of meer steunpunten, met een lengte  $l$  per veld en een gelijkmatig verdeelde belasting  $q$  per eenheid van lengte, moet voor de steunpuntreacties in de tussensteinsteunpunten  $q'$  en voor die in de eindsteunpunten  $1/2 q'$  worden aangenomen.

27. Bij een plaat als onder 18 genoemd, moet de oplegreactie aan de zijde in het midden van de breedte  $b$  worden aangenomen op  $1/2 qb$  per eenheid van lengte en vandaar rechtlijnig afnemend tot nul bij de hoekpunten en aan de zijde van de lengte  $l$  op  $1/2 qb$  per eenheid van lengte op het gedeelte gelegen tussen de punten op  $1/2 b$  van de hoekpunten en vandaar rechtlijnig afnemend tot nul bij de hoekpunten. Onder  $q$  wordt verstaan het eigen gewicht plus de gelijkmatig verdeeld gedachte nuttige belasting per eenheid van oppervlak op het veld. In onderstaande figuur is de verdeling van de oplegreactie aangegeven:

#### Art. 31. Inwendige spanningen

- a. *Buigspanningen (trek- en drukspanningen)*

Bij de berekening van trek- en drukspanningen moet worden aangenomen, dat:

- 1° de trekspanningen uitsluitend door het staal worden opgenomen, behoudens het bepaalde in art. 32 onder b,
- 2° de verlengingen en verkortingen, die de vezels door buiging ondergaan, recht evenredig zijn aan de afstand tot de neutrale as,
- 3° het verhoudingsgetal van de elasticiteitsmoduli van het staal en van het beton ten hoogste 15 is.<sup>1)</sup>

- b.

#### Spanningen door dwarskrachten (scheune trekspanningen)

Indien de schuine trekspanningen niet op grond van de onder a aangegeven aannamen worden berekend, moeten deze spanningen in het beton voor platen, balken en T-balken worden berekend volgens de formule

$$\varrho = \frac{3}{2} \frac{D}{F_b}$$

Hierin wordt onder  $\varrho$  de schuine trekspanning, onder  $D$  dedwarskrachten onder  $F_b$  de betondoorzneudeverstaan. Bij platen en rechthoekige balken wordt onder  $F_b$  verstaan het product van de breedte en van de hoogte van de ligger, bij T-balken en andere balken van niet rechthoekige doorsnede wordt onder  $F_b$  verstaan het product van de kleinste in aanmerking komende breedte en de hoogte der doorsnede.

- c. *Scheune trekspanningen in platen rondom geconcentreerde lasten*  
Behoudens het bepaalde in art. 28 d lid 8 moeten de schuine trekspanningen in platen, die ontstaan door geconcentreerde lasten zoals kolommen, worden berekend met de formule:

$$\varrho = \frac{3}{2} \cdot \frac{\bullet P}{2(a+b) \times d}$$

waarin  $a$ ,  $b$  en  $d$  de betekenis hebben, die deze symbolen in figuur 2 in artikel 28 is toegekend.  
Heeft het belaste vlak een andere dan rechthoekige vorm, dan moet op overeenkomstige wijze worden gehandeld.

<sup>1)</sup> Opgemerkt zij, dat in het algemeen het getal 15 kan worden aangenomen. Voor speciale gevallen kan dit getal kleiner worden genomen.

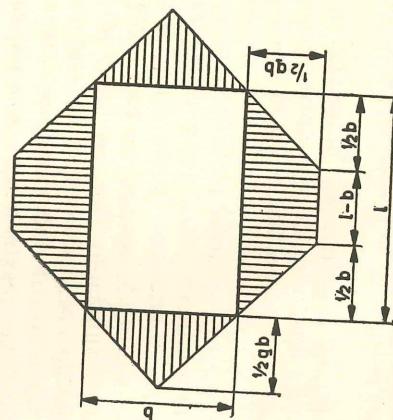


Fig. 5

## Art. 32. Kolommen

### a. Centrisch belaste kolommen

- Van centrisch belaste kolommen moet de toelaathbare belasting met inachtneming van het bepaalde onder c worden berekend volgens de formule:

$$P = \bar{\sigma}_{b-a} (F_b + n F_y).$$

Hierin betekent:

$P$  de toelaathbare belasting,

$\bar{\sigma}_{b-a}$  de toelaathbare drukspanning in het beton,

$F_b$  het totale oppervlak van de beschouwde kolomdoorsnede,

$F_y$  het gezamenlijk oppervlak van de doorsnede van de langswapening in de beschouwde doorsnede,  $n$  het verhoudingsgetal van de elasticiteitsmoduli van het staal en van het beton.

- In deze formule mag, behoudens het bepaalde onder  $3$ ,  $F_y$  niet kleiner zijn dan  $1\%$  van  $F_b$  en voor niet meer dan  $3\%$  van  $F_b$  in rekening worden gebracht. Het percentage van  $3\%$  mag worden verhoogd tot ten hoogste  $4\%$ , indien zal worden voldaan aan de bepalingen van Afd. VI en bovendien wordt gewaarborgd, dat de kubussterkte bepaald met de controleproef (zie art. 39 en 40) van het beton na 28 dagen verharding ten minste  $200 \text{ kg/cm}^2$  bedraagt.

- Indien de doorsnede groter is dan de vereiste, moet  $F_y$  ten minste  $1\%$  van de vereiste doorsnede bedragen. Onder de vereiste doorsnede  $F$  wordt verstaan de doorsnede, berekend uit de formule:

$$P_1 = \bar{\sigma}_{b-a} F (1 + 0,01 n)$$

waarin  $P_1$  = de aanwezige belasting.

- De wapening, die nodig is voor de meest gevraaglijke doorsnede, moet over de gehele verdiepingshoogte van de kolom worden doorgevoerd. Ook in kolommen, waarvan de doorsnede groter is dan de vereiste, moet de doorsnede van de langswapening over de gehele hoogte dezelfde zijn.
- Van centrisch belaste kolommen, die worden uitgevoerd in omwikkelde beton, moet de toelaathare belasting met inachtneming van het bepaalde onder c worden berekend volgens de formule:

$$P = F_k \bar{\sigma}_{b-a} + F_y \bar{\sigma}_{y-a} + 2 F_o \bar{\sigma}_{y-o}.$$

Hierin betekent:

$P$  de toelaathbare belasting,

$F_k$  het oppervlak van de kern van de beschouwde doorsnede, d.i.  $\frac{\pi D^2}{4}$ ,

$F_y$  het gezamenlijk oppervlak van de doorsnede van de langswapening in de beschouwde doorsnede,

$$F_o = \frac{\pi D F_s}{s},$$

$D$  de middellijn van de cilinder, volgens welke de as van de omwikkeling is gebogen,

$F_s$  het oppervlak van de normale doorsnede van de omwikkelingsdraad,

$s$  de spoed van de omwikkeling,

$\bar{\sigma}_{b-a}$  de toelaathbare drukspanning in het beton,  $\bar{\sigma}_{y-a}$  de toelaathbare drukspanning in de langswapening, waarvoor genomen moet worden  $0,65 \bar{\sigma}_{y-t}$ ,

$\bar{\sigma}_{y-o}$  de toelaathbare trekspanning in de ontwikkeling, waarvoor genomen moet worden  $0,8 \bar{\sigma}_{y-t}$ ,  $\bar{\sigma}_{y-t}$  de toelaathbare staaltrekspanning volgens art. 33 B, resp. art. 34 B.

- Indien de waarde van

$$F_k + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-a}}{\bar{\sigma}_{b-a}} + 2 F_o \frac{\bar{\sigma}_{y-o}}{\bar{\sigma}_{b-a}}$$

wordt, mag niet meer dan  $2 \left( F_b + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-a}}{\bar{\sigma}_{b-a}} \right)$

in rekening worden gebracht.

Hierin heeft  $F_b$  dezelfde betekenis als in 1.

- De plattegrond van de omwikkeling moet een cirkel zijn. De spoed van de schroefwinding van de omwikkeling mag niet meer bedragen dan  $\frac{1}{5}$  van de middellijn van de kern van de kolom. Deze spoed mag bovendien niet groter zijn dan  $7,5 \text{ cm}$  en niet kleiner zijn dan de middellijn van de omwikkelingsdraad, vermeerderd met  $2,5 \text{ cm}$ .

- De omwikkeling moet gepaard gaan met een tegen de binnenzijde daarvan aan te brengen langswapening, waarvan de doorsnede ten minste  $0,8\%$  van  $F_k$

moet bedragen en voor niet meer dan 3% van  $F_b$  in rekening mag worden gebracht.  
Het volume van de langswapening moet bovendien ten minste  $\frac{1}{3}$  van het volume van de omwikkeling bedragen.

Het percentage van 3% mag worden verhoogd tot ten hoogste 6%, indien zal worden voldaan aan de bepalingen van Afd. VI en bovendien wordt gewaarborgd, dat de kubussterkte bepaald met de contrôlerep (zie art. 39 en 40) van het beton na 28 dagen verharding ten minste 200 kg/cm<sup>2</sup> bedraagt.

9. De afstand van de staven van de langswapening van kolommen in omwikkeld beton mag niet meer bedragen dan 15 cm en niet minder dan 10 cm hart op hart.

10. Lassen in de omwikkeling moeten worden gevormd door de staven ten minste een halve schroefwinding tegen elkaar te leggen en de uiteinden over ten minste 90° naar binnen te buigen ter lengte van  $\frac{1}{2}D$ .

#### b. *Excentrisch belaste kolommen*

1. Voor excentrisch belaste kolommen mag de berekenende drukspanning in het beton niet groter worden dan in Afd. V voor constructiedelen, belast op buiging en normaalkracht, is bepaald.  
Voor vereenvoudiging van de berekening mag de drukspanning in het beton worden berekend uit de volle doorsnede, indien de trekspanning in het beton lager blijft dan  $\frac{1}{4}$  gedeelte van de grootste gelijktijdig in een punt van dezelfde doorsnede optredende drukspanning.

Indien dit niet het geval is, moet de trekzone van het beton bij de berekening buiten beschouwing worden gelaten.  
De doorsnede van de wapening moet echter steeds zo groot zijn, dat deze zonder medewerking van het beton alle trekspanningen alleen kan opnemen.  
De drukspanning in het beton mag, indien de belasting centrisch aangrijpend wordt gedacht, niet groter zijn dan in Afd. V voor centrisch belaste constructiedelen is bepaald.

2. Excentrisch belaste kolommen, die worden uitgevoerd in omwikkeld beton, moeten voldoen aan ten minste een van de beide volgende voorwaarden:

$$\frac{N}{\bar{\sigma}_{b-a}(F_b + nF_y)} + \frac{M}{W\bar{\sigma}_{b-a}} \leq 1$$

$$\frac{N}{F_k\bar{\sigma}_{b-a} + F_y\bar{\sigma}_{y-a} + 2F_o\bar{\sigma}_{y-o}} + \frac{M}{W_i\bar{\sigma}_{b-a}} \leq 1$$

Hierin betekent:

$N$  de normaalkracht in de kolom,

$M$  het buigend moment in de kolom,

$W_i$  het weerstands moment van de kern met de langs-wapening,

$W$  het weerstands moment van de gehele betondoor-snede met de langswapening.

De overige symbolen hebben dezelfde betekenis als in artikel 32 a.

Is de excentriciteit  $e = \frac{M}{N}$  van de drukkracht in de kolom groter dan  $\frac{1}{8}D$ , dan moet de kolom onder verwaarlozing van de omsnoering berekend worden als een normaal gewapende kolom, die excentrisch wordt gedrukt.

3. De wapening mag nimmer kleiner zijn dan die, welke op grond van het bepaalde onder a nodig is, indien de belasting centrisch aangrijpend wordt gedacht.  
De wapening, die met het oog op de buigende momennten moet worden aangebracht, mag plaatselijk voorkomen.
4. In eindkolommen moet steeds op het optreden van een buigend moment worden gerekend.
5. Indien omtrent dit moment geen berekening wordt opgesteld, moet het worden bepaald volgens art. 30.
6. Indien een eindkolom zowel onder als boven de bijbehorende ligger voorkomt, moet het onder 4 bedoelde moment oordeelkundig over beide kolomgedeelten worden verdeeld.

#### c. *Knik*

1. Bij centrisch belaste kolommen moet de drukkracht in verband met knikgevaar worden vernenigvuldigd met een knikfactor.  
Bij excentrisch belaste kolommen moet, nadat de berekening als aangegeven onder b is voltooid, de belasting centrisch aangrijpend worden gedacht en

- de kolom op knik worden berekend als een centrisch belaste kolom.
2. De grootte van de knikfactor hangt af van de verhouding van de hoogte ( $h$ ) tot de kleinste dwarsafmeting ( $d$ ) van de kolom.  
Onder de hoogte  $h$  wordt verstaan de afstand van bovenkant vloer tot bovenkant vloer.  
In de volgende leden worden voor verschillende mogelijkheden de knikfactoren  $\omega$  gegeven in tabelvorm, waarbij voor tussenwaarden rechthoekig moet worden geïnterpoloerd.
  3. Voor vierkante en rechthoekige kolommen met langswapening en beugels volgt de grootte van de knikfactor uit de onderstaande tabel:

$\frac{h}{d}$	$\omega$
17	1,0
20	1,23
25	1,66
30	2,10
35	2,53
40	2,97

4. Voor kolommen met langswapening en beugels doch een andere dan vierkante of rechthoekige doorsnede volgt de grootte van de knikfactor uit de onderstaande tabel:

$\lambda$	$\omega$
60	1,0
80	1,5
100	2,0
120	2,5
140	3,0

Hierbij is  $\lambda = \frac{h}{i} =$  slankheid van de kolom, waarin

$$i = \sqrt{\frac{I_b}{F_b}}$$

$I_b$  is het kleinste hoofdträgheidsmoment van de betondoorsnede en  $F_b$  de oppervlakte van de betondoorsnede.

5. Voor kolommen, uitgevoerd in omwikkelde beton, is de knikfactor afhankelijk van de hoeveelheid omwikkeling.  
Indien  $F_o$  zo groot is dat overeenkomstig art. 32a lid 6 de waarde van

$$F_k + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-d}}{\bar{\sigma}_{b-d}} + 2 F_o \frac{\bar{\sigma}_{y-o}}{\bar{\sigma}_{b-d}} = 2 \left( F_b + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-d}}{\bar{\sigma}_{b-d}} \right),$$

volgt de grootte van de knikfactor uit onderstaande tabel:

$\frac{h}{d}$	$\omega$
10	1,0
15	2,0
20	3,0
25	4,0

Indien  $F_o$  zo groot is, dat

$$F_k + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-d}}{\bar{\sigma}_{b-d}} + 2 F_o \frac{\bar{\sigma}_{y-o}}{\bar{\sigma}_{b-d}} = F_b + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-d}}{\bar{\sigma}_{b-d}}$$

volgt de grootte van de knikfactor uit de onderstaande tabel:

$\frac{h}{d}$	$\omega$
10	1,0
15	1,0
20	1,5
25	2,0

Indien  $F_o$  zo groot is, dat de waarde van  $F_k + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-d}}{\bar{\sigma}_{b-d}} + 2 F_o \frac{\bar{\sigma}_{y-o}}{\bar{\sigma}_{b-d}}$  gelegen is tussen éénmaal

en tweemaal  $\left( F_b + F_y \frac{\bar{\sigma}_{y-d}}{\bar{\sigma}_{b-d}} \right)$ , kan de grootte van de

- knikfactor gevonden worden uit rechtlijnige interpolatie van de laatste 2 tabellen.
- De knikfactoren volgens lid 3...5 mogen alleen dan worden toegepast, indien de zekerheid bestaat, dat de uiteinden van de kolom niet zijdelings ten opzichte van elkaar kunnen verschuiven.
6. Indien het uitklinken in de richting van de kleinste dwarsafmeting is uitgesloten (b.v. door de aanwezigheid van een verstijving) moet in plaats van deze de grootste dwarsafmeting worden genomen.
  - 7.

AFDELING V  
TOELAATBARE SPANNINGEN

- Art. 33. Toelaatbare spanningen indien geen bouwcontrole wordt uitgeoefend volgens Afd. VI
- A. Drukspanningen in het beton
  1. Voor centrisch belaste constructiedelen bedraagt de toelaatbare drukspanning in het beton

$$\bar{\sigma}_{b-a} = 40 \text{ kg/cm}^2$$

behalve wanneer de betondoorsnede kleiner is dan  $400 \text{ cm}^2$ , in welk geval de toelaatbare drukspanning moet worden bepaald met de formule

$$\bar{\sigma}_{b-a} = 0,1 F_b \text{ kg/cm}^2.$$

2. Voor constructiedelen, belast op buiging of op buiging en normaalkracht, bedraagt de toelaatbare drukspanning in het beton  $60 \text{ kg/cm}^2$ .

3. Voor balken, die plaatselijk in theoretische zin een rechthoekige doorsnede hebben, mag nabij de steunpunten de drukspanning in het beton worden verhoogd tot:

$$\bar{\sigma}_{b-a} + 1/20 (\bar{\sigma}_{y-t} - \sigma_{y-t}),$$

evenwel ten hoogste tot  $70 \text{ kg/cm}^2$ .  
In deze formule is  $\bar{\sigma}_{b-a}$  de onder 2 genoemde toelaatbare betondrukspanning van  $60 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\bar{\sigma}_{y-t}$  de onder B van dit art. genoemde toelaatbare trekspanning van  $1200 \text{ kg/cm}^2$  in het staal en  $\sigma_{y-t}$  de berekende maximum trekspanning in het staal boven het beschouwde steunpunt, eveneens uitgedrukt in  $\text{kg/cm}^2$ .

4. Bij platen met  $d \geq 25 \text{ cm}$  en tevens  $b \geq 4d$  mag de toelaatbare drukspanning in het beton worden verhoogd tot  $70 \text{ kg/cm}^2$ .

B. Spanningen in de wapening

1. Voor constructiedelen, belast op buiging of op buiging en normaalkracht, bedraagt de toelaatbare trekspanning in de wapening  $1200 \text{ kg/cm}^2$ .

### C. Schuine trekspanningen in het beton

De schuine trekspanningen in het beton, berekend onder verwaarlozing van de buiging en de opgebogen staven, mogen niet groter zijn dan  $15 \text{ kg/cm}^2$ ; indien de schuine trekspanningen met dezelfde verwaarlozing meer bedragen dan  $5 \text{ kg/cm}^2$ , moeten zij daar, waar deze grens wordt overschreden, geheel door de wapening kunnen worden opgenomen.

### Art. 34. Toelaatbare spanningen en daarmede samenhangende bijzondere voorwaarden, indien wel bouwcontrole wordt uitgeoefend volgens Afd. VI

#### A. Drukspanning in het beton

- Voor centrisch belaste constructiedelen bedraagt de toelaatbare drukspanning in het beton

$$\bar{\sigma}_{b-a} = 50 \text{ onderscheidenlijk } 60 \text{ kg/cm}^2,$$

indien wordt gewaarborgd dat de kubussterkte, bepaald met de controleprijs (zie art. 39 en 40), van het beton na 28 dagen verharding ten minste 200, onderscheidenlijk  $250 \text{ kg/cm}^2$  bedraagt. Is echter de betondoorsnede kleiner dan 500, onderscheidenlijk  $600 \text{ cm}^2$ , dan bedraagt de toelaatbare drukspanning in het beton

$$\bar{\sigma}_{b-a} = 0,1 F_b \text{ kg/cm}^2$$

- Voor constructiedelen, belast op buiging of op drukspanning en normaalkracht, bedraagt de toelaatbare drukspanning in het beton 70, onderscheidenlijk  $80 \text{ kg/cm}^2$ , indien wordt gewaarborgd dat de kubussterkte, bepaald met de controleprijs (zie art. 39 en 40), van het beton na 28 dagen verharding ten minste 200, onderscheidenlijk  $250 \text{ kg/cm}^2$  bedraagt.
- In balken, die plaatselijk in theoretische zin een rechthoekige doorsnede hebben, mag nabij de steunpunten de drukspanning in het beton worden verhoogd tot:

$$\bar{\sigma}_{b-a} + \frac{1}{20} (\bar{\sigma}_{y-t} - \sigma_{y-t}),$$

evenwel ten hoogste tot 80, onderscheidenlijk  $90 \text{ kg/cm}^2$ . In deze formule is  $\bar{\sigma}_{b-a}$  de onder 2 genoemde toelaatbare betondrukspanning,  $\sigma_{y-t}$  de onder B lid 1 van

- dit artikel genoemde toelaatbare trekspanning in het staal en  $\sigma_{y-t}$  de berekende maximum trekspanning in het staal boven het beschouwde steunpunt, alle spanningen uitgedrukt in  $\text{kg/cm}^2$ .
- In dakvloeren met een dikte kleiner dan 8 cm mag geen drukspanning groter dan  $70 \text{ kg/cm}^2$  worden toegelaten.
  - Bij platen met  $d \geq 25 \text{ cm}$  en tevens  $b \geq 4d$  mag de toelaatbare drukspanning in het beton worden verhoogd tot 80 onderscheidenlijk  $90 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Bij platen met  $d \geq 25 \text{ cm}$  en tevens  $b \geq 4d$  mag de toelaatbare drukspanning in het beton worden verhoogd tot 80 onderscheidenlijk  $90 \text{ kg/cm}^2$ .

- B. Spanningen in de wapening**
- Voor constructiedelen, belast op buiging of op buiging en normaalkracht zijn de toelaatbare trekspanningen in de wapening aangegeven in de volgende tabel:

Staalsoort	Toelaatbare trekspanning in $\text{kg/cm}^2$
a) Betonstaal QR 22	1300
b) " QR 24	1400
c) " QR 30	1600
" QR 36 en QRn36	volgens V 1035
" QR 42 en QRn42	2000
" QRn48	2200
" QRn54	2400

- Voor constructiedelen, belast op buiging of op buiging en normaalkracht zijn de toelaatbare trekspanningen in de wapening aangegeven in de volgende tabel:
- In platen met  $b \geq 4d$  en tevens  $d \geq 12 \text{ cm}$  mogen de bovengenoemde toelaatbare trekspanningen verhoogd worden met  $100 \text{ kg/cm}^2$ . Dit is evenwel niet toegestaan voor paddestoelvloeren.
- De in de tabel genoemde staalsoorten moeten voldoen aan de eisen van V 1035 met dien verstande, dat:
  - bij de buigproef van niet-ronde staafdoorsneden als staafdikte wordt aangehouden de middellijn van de omhullende cirkel.
  - voor staalsoorten met een niet duidelijk waarneembare vloeigrens (b.v. koud gediformerd staal) hiervoor die spanning wordt aangehouden, waarbij de blijvende verlenging 0,2% bedraagt.

4. Indien in een doorsnede bij in dezelfde richting lopende staven bij uitzondering 2 verschillende staalsoorten in de trekzone voorkomen, is de toelaatbare spanning gelijk aan die van het staal van de laagste kwaliteit.
5. Indien de toelaatbare staalspanning hoger wordt dan  $1700 \text{ kg/cm}^2$  (resp.  $1800 \text{ kg/cm}^2$  in platen met  $b \geq 4d$  en tevens  $d \geq 12 \text{ cm}$ ) moet het staal door zijn bijzondere vorm waarborgen geven voor een grotere aanhechting aan het beton en moeten de dekkingen van art. 13 worden verhoogd met  $0,5 \text{ cm}$ . Tevens moet aan de hand van proefstukken onder herhaalde belasting gebleken zijn, dat bij de toelaatbare staalspanning de wijden van de buigingscheuren in het beton binnen redelijke grenzen blijven.<sup>1)</sup>
6. In afwijking van art. 20 lid 4 moeten in platen alle staven, waarin over de gehele lengte of een gedeelte daarvan trek optreedt, van haken volgens art. 23 lid 1 worden voorzien. Indien de bijzondere vorm waarborgen geeft voor een grotere aanhechting, behoeven in platen geen haken te worden toegepast.

7. Enkelvoudige of samengestelde staven mogen in de drukzone van constructies niet in rekening worden gebracht, indien de as van de enkelvoudige of van één van de samenstellende staven afwijkt van de rechte lijn.

8. Verschillende staalsoorten moeten zodanig worden gekenmerkt en gescheiden opgeslagen, dat onderlinge verwisseling is uitgesloten.

Indien de vorm geen duidelijk onderscheid geeft, moeten de staalsoorten genoemd onder c) in de tabel, voorzien zijn van een ingewalst kenteken op onderlinge afstanden van ten hoogste 1 meter.

9. De in de ledens 1 en 2 genoemde toelaatbare spanningen mogen alleen worden toegelezen, indien — behalve aan het bovenstaande — wordt voldaan aan de volgende voorwaarden:

- a. alvorens met de verwerking van het staal wordt begonnen, moet gebleken zijn, dat het voldoet

aan de keuringseisen, zoals deze zijn genoemd in V 1035.

- b. het beton moet na 28 dagen verharding een kubussterkte, bepaald met de contrôlepoot (zie art. 39 en 40), hebben van ten minste  $200 \text{ kg/cm}^2$ .

C. *Schuine trekspanningen in het beton.*

De schuine trekspanningen in het beton, waarvan de kubussterkte bepaald met de contrôlepoot (zie art. 39 en 40) na 28 dagen verharding ten minste  $200 \text{ kg/cm}^2$  bedraagt, berekend onder verwaarlozing van de invloed van de beugels en de opgebogen staven, mogen niet groter zijn dan  $17 \text{ kg/cm}^2$ . Indien de schuine trekspanningen met dezelfde verwaarlozing meer bedragen dan  $7 \text{ kg/cm}^2$ , moeten zij daar, waar deze grens wordt overschreden, geheel door de wapening kunnen worden opgenomen.

<sup>1)</sup> Exacte maatstaven hiervoor kunnen moeilijk worden gegeven, daar de toelaatbare scheurwijdte afhankelijk is van omstandigheden b.v. binnen- of buitenwerk, waterdicht werk, gevaar voor agressieve dampen enz.

**Art. 35. Toezicht en uitvoering**

1. De uitvoering geschiedt onder voortdurend toezicht vanwege de ontwerper. Deze moet de bij het ontwerp behorende tekeningen en berekeningen hebben ondertekend.
2. De ontwerper moet zich ervan overtuigen, dat de bepalingen van dit artikel worden nageleefd en dat de te verwerken materialen voldoen aan de in art. 34 en art. 36 gestelde eisen, ten bewijze waarvan hij de daarop betrekking hebbende rapporten moet waarmaken.
3. Op de tekeningen moet worden vermeld de minimum kubussterkte bepaald met de controleprouf, die van het beton wordt vereist en welke staalsort voor de wapening moet worden gebruikt.

**Art. 36. Materialen**

De materialen moeten, behalve aan het bepaalde in Afd. II, voldoen aan de volgende eisen:

**a. Zand**

Van het tot zand te rekenen gedeelte als bedoeld in artikel 5 moet ten minste  $7\frac{1}{2}\%$  en mag ten hoogste 20% van het gewicht gaan door de zeef N 480-d-0,300 en mag ten hoogste 5% van het gewicht gaan door de zeef N 480-d-0,150.

De fijnheidsmodus van het tot het zand gerekende gedeelte als bedoeld in artikel 5 moet liggen tussen 2,10 en 3,00. De korrelgrootte van het zand moet geregeld worden gecontroleerd.

Het is toegestaan verschillende zandsorten dooreen te mengen, teneinde aan voren genoemde eisen te voldoen. Indien het zand aan bovengenoemde eisen voldoet, doch bovendien een gedeelte bevat dat overeenkomstig het bepaalde in artikel 5 tot het grind moet worden gerekend, dan moet bij de berekening van de fijnheidsmodus van het zand-grindmengsel worden gerekend met de fijnheidsmodus van het zand met inbegrip van dit tot het grind te rekenen gedeelte.

Deze fijnheidsmodus mag groter zijn dan 3,00, doch mag 3,40 niet overschrijden.

- b. *Grind*  
De fijnheidsmodus moet liggen tussen 6,30 en 7,00. De korrelgrootte van het grind moet geregeld worden gecontroleerd.
- c. *Zand-grindmengsel*  
De fijnheidsmodus van het zand-grindmengsel moet bij gebruik van 325 kg cement per m<sup>3</sup> beton liggen tussen 4,80 en 5,40.

Deze grenzen stijgen met 0,1 voor elke 25 kg cement, waarmee deze hoeveelheid van 325 kg cement wordt overschreden, evenwel met ten hoogste 0,2 tot 5,00 en 5,60.  
Afgeweken mag worden van het in artikel 8 onder lid 1 en 2 bepaalde, mits het beton niet minder cement bevat dan 325 kg per m<sup>3</sup>, in het werk gemeten. Indien de volumegewichten niet door weging worden bepaald, moet bij het omrekenen van gewichtsdelen in volumedelen voor de volumegewichten worden aangehouden:

- 1e cement: 1,25,
- 2e zand,  
met vochtgehalte kleiner dan 3% (droog)<sup>1)</sup>: 1,45,  
met vochtgehalte van 3% tot 7% (van natuurlijke vochtigheid): 1,35,  
met vochtgehalte groter dan 7% (vochtig)<sup>2)</sup>: 1,40.
- 3e grind: 1,60.

**Art. 37. Fijnheidsmodus**

Voor het bepalen van de fijnheidsmodus wordt gebruik gemaakt van de Nederlandse normaalzeeven N 480-d-46, d-23, d-11,2, d-5,6, d-2,8, d-1,4, d-0,60, d-0,300, d-0,150. De som van de totale gewichtshoevelheden van het materiaal op elk van de genoemde zeven, uitgedrukt in gewichtsprocenten en gedeeld door 100, is de fijnheidsmodus van het materiaal.

**Art. 38. Plasticiteit**

1. De plasticiteit (lijvighed of smijdigheid) van het beton moet zo gelijkmatig mogelijk zijn en moet in verband met de aard van de uit te voeren constructies zo doelmatig mogelijk worden gekozen.

---

<sup>1)</sup> Van gedroogd zand kan het volumegewicht stijgen tot 1,65.  
<sup>2)</sup> Van vochtig gemaakt zand kan het volumegewicht stijgen tot 1,60.

2. De plasticiteit moet regelmatig met de „zetproef” of met de „schudproef” worden gecontroleerd<sup>1)</sup>.
3. Het beton voor deze proeven wordt rechtstreeks uit de betonmolen overgebracht in een niet waterafzuigende emmer of ander vaatwerk en wordt voor het vullen van de kegelmantels zo nodig goed omgeroerd.
- a. *Zetproef*
4. De proef wordt uitgevoerd met de z.g. kegelmantel van Abrams.
- Deze kegelmantel, vervaardigd van verzinkt staal, dik 2 mm, heeft de vorm van een afgeknote kegel met een bovenmiddellijn van 10 cm, een ondermiddellijn van 20 cm en een hoogte van 30 cm.
5. De kegelmantel moet op een effen niet waterafzuigend grondvlak worden geplaatst en daarop tijdens het vullen met beton door middel van voetsteunen stevig worden aangedrukt. Met een stalen staaf, lang 60 cm, dik 16 mm, voorzien van een bolvormig afgeronde punt, wordt het beton, dat in drie lagen van gelijke hoogte in de kegel wordt gebracht, telkemale 10 maal gesprakt.
- Nadat de bovenkant is afgestreken en de rondom de kegelmantel gemorste specie is verwijderd, wordt  $\frac{1}{2}$  minuut gewacht en daarna de mantel voorzichtig rechtstaand naar boven verwijderd. Onmiddellijk daarna wordt de inzakking van de top van de betonkegel ten opzichte van zijn oorspronkelijke hoogte gemeten. Deze zetting (zetmaat) is een aanwijzing voor de plasticiteit van het beton.

<sup>1)</sup> De plasticiteit van beton is behalve van de hoeveelheid aanmaakwater o.m. afhankelijk van de hoeveelheid en de soort van het cement, van de soort en de korrelverdeling van de toeslagstoffen en van de toepassing van bijnemengselen.  
De eisen die aan de plasticiteit worden gesteld, houden verband met de wijze van transport van de betonspecie, met de aard van het constructieonderdeel waarvoor het beton wordt gebruikt en met de dichtheid van de wapening in dit onderdeel.  
Al deze factoren maken het praktisch onmogelijk algemeen geldende normen op te stellen voor de plasticiteit.  
De omschrijving van de proeven is desnietteminstaande in de voorschriften opgenomen, omdat op een bepaald bouwwerk deze veelvuldigheid van wisselende factoren niet aanwezig is en de proeven aan de bij een bepaald werk betrokken personen de gelegenheid bieden te controleren, dat de als doelmatig gekozen plasticiteit regeld wordt gehandhaafd.

- b. *Schudproef*
6. Deze proef wordt uitgevoerd met de kegelmantel van Abrams als beschreven onder 4).
7. De kegelmantel wordt geplaatst in het hart van een vierkant blad, groot 70 cm  $\times$  70 cm, bestaande uit een raamwerk met beschieting. Dit raamwerk is langs één van de zijden draaibaar bevestigd aan een daaronder liggend raamwerk van dezelfde afmeting.
8. Het bovenraamwerk moet een gewicht hebben van ongeveer 16 kg en zijn voorzien van een beschieting, waarop een stalen plaat, dik 2 mm, is aangebracht. De raamwerken moeten zodanig van een aanslag worden voorzien, dat het bovenraam aan de zijden tegenover de scharnieren 4 cm kan worden gelicht.
9. Het hart van de stalen plaat wordt aangegeven door middel van twee onderling loodrechte lijnen, die evenwijdig lopen met de zijkanten.  
Met het hart als middelpunt wordt een cirkel getrokken met een middellijn van 20 cm.  
Tijdens het vullen met beton wordt de kegelmantel door middel van voetsteunen stevig aangedrukt.
10. De vulling van de kegelmantel met beton en de verwijdering van de kegelmantel geschieden als is aangegeven onder 5).  
Het bovenraam wordt nu voorzichtig tegen de aanslag opgetild en dan losgelaten.  
Dit moet 10 maal geschieden.  
Onmiddellijk daarna wordt de middellijn van de betonkoek gemeten volgens de 2 onder 9 aangegeven lijnen.  
Het gemiddelde van deze beide opmetingen (schuimat) geeft een aanwijzing omtrent de plasticiteit van het beton.

### Art. 39. Geschiktheidsproef, contrôlereproef en verhardingsproef

1. Alvorens met het storten van beton wordt aangevangen moet op grond van een *gewithheldsproef* worden beoordeeld, of met de te gebruiken materialen de vereiste kubussterkte kan worden bereikt.
2. Tijdens de bouw moet met geregelde genomen *controleproeven* worden nagegaan, of de vereiste kubussterkte zal worden bereikt, behoudens het bepaalde onder 3.

3. Tijdens de bouw moet met geregeld genomen *verhardingsproeven* worden nagegaan, of het beton in het werk op een bepaald tijdstip de vereiste kubussterkte heeft bereikt. Zolang dit niet het geval is, mag het betreffende deel van het werk niet in gebruik worden genomen. Tevens kunnen in dit geval aan de voortzetting van het werk bepaalde eisen worden verbonden, of kan goedkeuring worden onthouden om het werk voort te zetten.
- Indien de vereiste kubussterkten na 28 dagen worden bereikt met verhardingsproeven, mogen de in lid 2 bedoelde controëleprouven achterwege blijven.
4. Indien tijdens de verhardingsproef vorst intreedt, mag de termijn van 28 dagen, waarbij de vereiste sterkte moet zijn bereikt, met zoveel dagen worden verlengd als de vorstperiode heeft geduurde. Bovendien mag bij gemiddelde dagtemperaturen, gelegen tussen 0 en 5 °C, bovengenoemde termijn worden verlengd met de helft van het aantal dagen, waarop zich deze omstandigheid heeft voorgedaan. De gemiddelde dagtemperatuur wordt bepaald als gemiddelde van de dagelijkse maximum- en minimumtemperatuur.
- De thermometer moet in de buitenlucht worden opgehangen op zodanige wijze, dat deze niet direct door de zon kan worden beschermen.

- a. *Geschiktheidsproef*
5. Op grond van deze proef wordt, avores met het storten van het beton wordt begonnen, beoordeeld, of de vereiste kubussterkte met de te gebruiken materialen kan worden bereikt.
6. De uitvoering van deze proef moet zoveel mogelijk geschieden onder gelijke omstandigheden als in de praktijk zullen voorkomen (plasticiteit van de specie, wijze van mengen en verwerken van de specie, enz.).
7. Voor beton, dat zal worden verwerkt tussen 1 November en 1 April, moeten bij deze proef het cement, de toeslagstoffen en het aanmaalkwater vooraf worden gebracht op een temperatuur, gelegen tussen 3 en 5 °C en moeten de daarmee verhardige proefkuben in lucht van dezelfde temperatuur verharden. De op deze wijze verkregen sterkten moeten tenminste 80% bedragen van de vereiste.

8. Voor beton, dat zal worden verwerkt tussen 1 April en 1 November, moet bij deze proef de temperatuur van 3 à 5 °C worden verhoogd tot 12 à 25 °C.
9. In het laatste geval wordt aanbevolen, in verband met eventuele in de praktijk te verwachten tegenslag, te trachten ten minste 10 à 20% hogere sterkte te bereiken dan de vereiste.

10. De proefstukken worden in beide gevallen tot en met de zevende dag afgedeekt met vochtige doeken of met vochtig zand. In het laatste geval moeten de kuben ongeveer 5 cm onder het zand zijn bedolven.

b. *Controleproef*

11. Met deze proef wordt nagegaan of met de gekozen materialen de vereiste kubussterkten in het werk inderdaad praktisch zullen worden bereikt.
12. Na vervaardiging moeten de proefstukken gedurende 2 dagen op het werk verharden onder dezelfde omstandigheden als de te controleren betonconstructie en daarna in lucht met een temperatuur van 12 à 25 °C.
13. De proefstukken moeten tot en met de zevende dag worden afgedeekt met vochtige doeken of zodanig onder vochtig zand worden bewaard, dat de kuben ongeveer 5 cm onder het zand zijn bedolven. Indien de proefstukken tijdens deze periode worden vervoerd, verdient het aanbeveling maatregelen te nemen tegen uitdrogen.

c. *Verhardingsproef*

14. Met deze proef wordt nagegaan, welke kubussterkte het beton van het bouwwerk op een bepaald tijdstip waarschijnlijk bezit.
15. Na vervaardiging moeten de proefstukken gedurende de gehele verhardingstijd op het werk verbleven onder dezelfde omstandigheden (zoals afdekken en nabehandeling van het beton, enz.) als de betonconstructie, waarop de proefstukken betrekking hebben.

**Art. 40. Kubussterkte**

1. Als kubussterkte wordt aangehouden het gemiddelde resultaat, verkregen met drie proefkubem, met zijden

van 20 cm, na 28 dagen verharding (zie uitzondering in art. 39 onder 4).

2. Ter voorlopige beoordeling kan dienen de sterkte na 7 dagen verharding (zie uitzondering in art. 39 onder 4), in welk geval ten minste 70% van de eerste sterkte moet zijn bereikt.
- Beslissend is evenwel de sterkte na 28 dagen verharding.

3. Per 100 m<sup>3</sup> (of gedeelten daarvan) te verwerken beton moeten voor elke controleprouf ten minste 3 proefkubusen en voor elke verhardingsproef ten minste 6 proefkubusen worden gemaakt, evenwel met een maximum van onderscheidenlijk 6 en 12 proefkubusen per week.

De vervaardiging van de kubus moet met zoveel mogelijk gelijke tussenpozen geschieden.

4. De proefkubusen worden vervaardigd in mallen, waarvan ten minste 2 tegenover elkaar staande wanden worden gevormd door zuiver vlakke staelen platen; de mallen, die vooraf niet het oog op gemakkelijk lossen licht met vaseline of consistentvet worden ingewreven, worden geplaatst op een effen en niet afzuigend grondvlak.
5. Het beton voor de proefkubus wordt rechtstreeks uit de betonmolen overgebracht in een niet waterafzuigende emmer of ander vatwerk en vóór het vullen van de mallen zo nodig goed omgeroerd.
6. Het vullen van de mallen geschiedt in 2 lagen van ongeveer gelijke dikte; elke laag wordt 30 maal gespat met een 16 mm dikke staaf, voorzien van een bolvormig afgronde punt.
7. Twee tot vier uren na het vullen, wanneer het beton enigszins is opgestijfd, worden de proefkubusen aan de bovenzijde zuiver vlak afgewerkt met een laagje stijf cementdeeg.
8. De proefkubusen worden bij gebruik van cement klasse A na 2 etmalen en van cement klasse B na 1 etmaal voorzichtig gelost.
- Deze termijnen worden verlengd, indien het beton niet voldoende is verhard.
9. Vóór het beproeven worden de afmetingen van de kubusen in mm nauwkeurig en het gewicht in 100 grammen nauwkeurig vastgesteld.

10. Bij het beproeven wordt de druk rechtstreeks uitgeoefend op de zijvlakken van de kubus, die in de mallen tegen de vlakke staelen platen hebben gerust. Indien bij de beproeving onder en boven de kubus een tussenlaag wordt toegepast, mag daarvoor alleen worden gebezigd carton van 3 mm dikte.
11. De druk wordt langzaam verhoogd met een snelheid van ongeveer 2 à 3 kg/cm<sup>2</sup> per seconde.
12. Als breukbelasting van een kubus geldt de hoogste belasting, die de beproevingssinstallatie tijdens de proef aangeeft.

#### AFWIJKINGEN

##### **Art. 41. Afwijkingen van de voorschriften**

Indien ontwerp, berekening, constructie, bewerking en uitvoering plaats hebben onder leiding van een op het gebied van de betreffende constructie deskundige, kan toestemming worden verleend om van deze voorschriften af te wijken, mits uit berekeningen, zonodig gestaafd door proefnemingen, blijkt, dat de constructie voldoende veilig is.  
De deskundige dient op de tekeningen en berekeningen te vermelden, dat van deze voorschriften is afgeweken en dat hij de volle verantwoordelijkheid voor de constructie op zich neemt.

AFDELING VIII  
PADDESTOELVLOEREN MET VIERKANTE  
OF RECHTHOEKIGE VELDEN

INLEIDING

De definitie van paddestoelvloeren komt geheel overeen met wat in het Engels onder „flat slabs” wordt verstaan (in het Frans: „dalles champignons” en in het Duits: „Pilzdecken”).

De gekozen Amerikaanse voorschriften bieden meer mogelijkheden van toepassing dan andere voorschriften (ook vloeren zonder uitwendige kolomkop vallen er onder). Zij leiden in het algemeen tot economische constructies, in 't bijzonder ten gevolge van de betrekkelijk lage momentensom.

In de artikelen 43 . . . 53 wordt de Amerikaanse tekst, wat inhoud en indeling betrft, zoveel mogelijk op de voet gevolgd.

Artikel 54 bevat o.a. voor de wapening een aanvulling en toelichting. Een dergelijke toelichting komt in de Amerikaanse voorschriften niet meer voor en kan blijkbaar aan gene zijde van de Atlantische oceaan gemist worden.

Eveneens zijn een 5 tal schematekeningen opgenomen, die beogen de tekst te verduidelijken.

Het aantal definities is ten opzichte van de oorspronkelijke voorschriften met 5 uitgebreid.

Het streven is er in de eerste plaats op gericht geweest om de Amerikaanse tekst zoveel mogelijk letterlijk en in goed leesbaar Nederlands weer te geven. Daarbij moet echter worden aangesloten aan de terminologie, zoals die in de Gewapend-betonvoorschriften wordt gebezigd of in de Nederlandse betonpraktijk gangbaar is.

Zowel de Nederlandse G.B.V. als de Amerikaanse A.C.I.-voorschriften zijn historisch gegroeid. Zij hebben derhalve hun eigen van elkaar verschillende specifieke bepalingen en rekenconventies.

De toe te laten spanningen komen niet overeen.

De Amerikanen baseren zich op cilindersterkte, terwijl in Nederland de kubussterkte als norm geldt.

Ook spreken de Amerikaanse voorschriften van aanhechtingsspanningen en reducties voor de belasting bij verdiepingsbouw, die in de G.B.V. niet zijn opgenomen.

Uit deze enkele voorbeelden moge blijken, dat intensief overleg nodig is geweest om de vertaalde voorschriften zo aan de bestaande G.B.V. aan te passen, dat terzamen één geheel werd verkregen, zonder dat aan de bedoeling en de technische interpretatie van de A.C.I. 1947 afbreuk werd gedaan.

De toelaatbare spanningen zijn in overeenstemming gebracht met hetgeen in Afdeling V wordt bepaald, hetgeen voor de staalspanningen in het algemeen een verhoging betekent ten opzichte van de spanningen, toegelaten in de Amerikaanse voorschriften ( $1400 \text{ kg/cm}^2$  in plaats van  $1265 \text{ kg/cm}^2$ ). In verband hiermede is een artikel 42, dat bouwcontrole voorschrijft, toegevoegd.

De vloerwapingen wordt gelegd in 2 of 4 richtingen (two-of four-way-system). De breedte van de wapeningsbanen komt in het tweerichtingssysteem overeen met de strookbreedte. Bij toepassing van het vier-richtingssysteem is het niet economisch om de baanbreedte gelijk te houden aan de voorgeschreven strookbreedte van  $\frac{1}{3} L$ . De wenselijke breedte voor de verschillende banen is in fig. 10 aangegeven.

Toepassing zal economisch verantwoord zijn, indien een ongeveer regelmatige indeling van de kolommen mogelijk is en de puntlasten in het belastingschema niet domineren. Grote openingen, vooral in de nabijheid van de kolommen, maken de toepassing minder aantrekkelijk.

Wanneer aan deze criteria wordt voldaan, zullen ten opzichte van andere vloerconstructies besparingen in de hoeveelheid wapeningsstaal en bekistingshout kunnen worden bereikt.

**Art. 42. Uitvoering**

De uitvoering van paddestoelvloeren moet geschieden onder toepassing van bouwcontrole volgens Afdeling VI.

**Art. 43. Definities<sup>1)</sup>. Notaties**

*Definities.*

Kolomkop: een vergroting van het einde van een gewapend betonkolom, ontworpen en gemaakt om als één geheel te werken met de kolom en de paddestoelvloer.

Kolomplaat: het constructieve gedeelte van een paddestoelvloer, verdikt in het gebied rondom de kolom of de kolomkop.

<sup>1)</sup> Zie voor verdere definities artikel 48.

Console: een vergroting van het einde van een gewapend betonkolen of balk, ontworpen en gemaakt om als één geheel te werken met de kolom of balk en bestemd voor krachtsoverbrenging in het vlak door balk en/of kolom.

Veld: gedeelte van een paddestoelvloer begrensd door de verbindingslijnen van de kolomassen.

Randbalk: balk langs de rand van een veld<sup>1)</sup>, waarvan de as geheel of nagenoeg geheel samenvalt met de verbindingsslijn van de kolomassen.

Strook: gedeelte van een veld, nader gedefinieerd in artikel 48.

Baan: bundel van wapeningsstaven, in één richting lopende.

Notaties (zie fig. 6 en 7).

$A$  = de afstand van de kolomas af gemeten in de richting van enige overspanning, tot aan het snijpunt met een lijn onder  $45^\circ$ , lopende van de kolomas tot aan de onderkant van de paddestoelvloer of de kolomplaat, zodat deze lijn geheel binnен de kolom, de kolomkop of de console ligt.

In geen geval mag  $A$  groter zijn dan  $\frac{1}{8}$  van de overspanning, gemeten in de beschouwde richting.  
 $A_{gem}$  = gemiddelde van 2 waarden van  $A$  voor de 2 kolommen aan het einde van een kolomstrook, in de richting van de beschouwde overspanning.

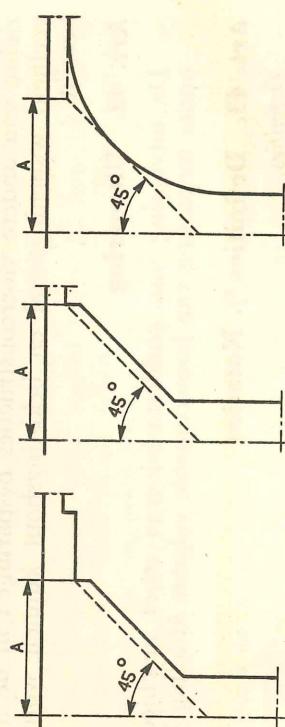


Fig. 6

$c$  = middellijn of breedte van de kolomkop. Slechts het deel van de kolomkop, dat ligt binnen de grootste cirkelvormige kegel met een top hoek van  $90^\circ$ , die binnen de

<sup>1)</sup> Onder veld wordt ook hier zowel binnen- als buitenveld verstaan.

buitenkant van de kolomkop kan worden beschreven, mag in constructieve overwegingen worden betrokken.  $L$  = overspanning van de vloer, gemeten van kolomas tot kolomas in de richting, waarin de buiging wordt beschouwd.

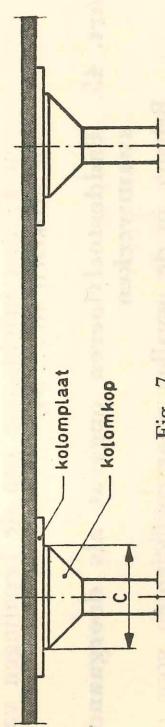
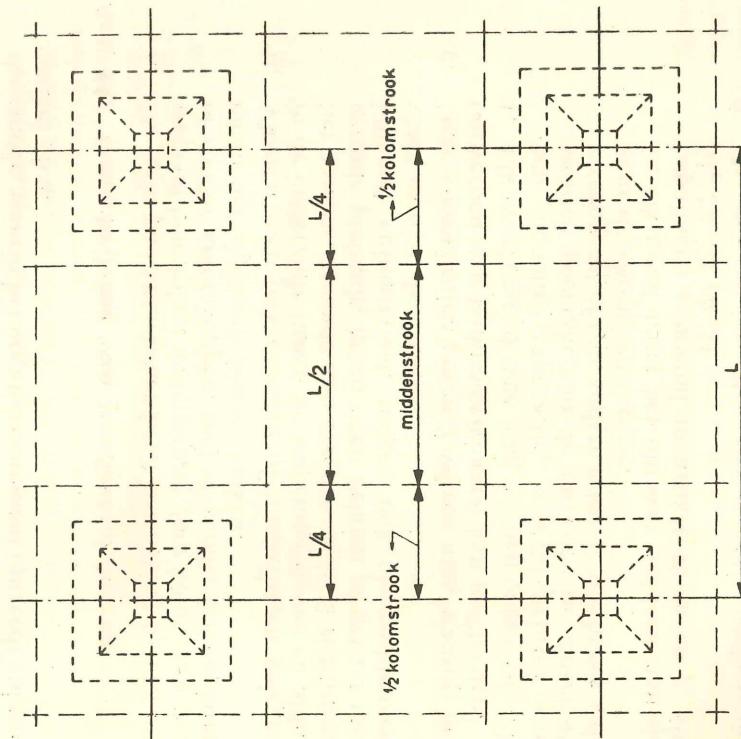


Fig. 7

$M_0$  = de numerieke som van de positieve en de gemiddelde negatieve buigende momenten in de maatgevende ontwerp-doorsneden van een veld van een paddestoelvloer, zie art. 46.

$Q$  = de som per veld van eigen gewicht en belasting, die gelijkmatig verdeeld moet zijn.

$Q_{2m}$  = het gemiddelde van de belasting  $Q$  op 2 aangrenzende velden.

$xL$  = de afstand van de kolomas tot de maatgevende doorsnede, waarin het negatieve moment optreedt volgens artikel 45 a.

#### Art. 44. Omschrijving van paddestoelvloeren

- De term paddestoelvloer heeft betrekking op een gewapend betonplaat ondersteund door kolommen met of zonder kolomkoppen, met of zonder kolomplaten en in het algemeen zonder balken.
- Vloeren met verkenningen of uitsparingen gelegen in de onderzijde tussen de wapeningsstaven en aldus het aanzien gevende aan cassette- of in 2 richtingen geribde plafonds, hetzij open gelaten of gevuld met blijvend vulmateriaal, mogen ook als paddestoelvloer worden beschouwd.
- Deze voorschriften geven 2 wijzen aan, waarop het ontwerp van paddestoelvloeren kan geschieden.
  - Elk voorkomend type mag worden ontworpen als een monoliet-constructie, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de methode in artikel 45 uiteengezet of van andere erkende methodes volgens de elasticiteitstheorie.  
In elk geval moet het ontwerp voldoen aan de bepalingen genoemd in artikel 48 a en c, 49, 51, 52, 53 en 54.
  - De gewone gevallen van paddestoelvloerconstructies omschreven in artikel 46 kunnen worden ontworpen door gebruik te maken van de momentcoëfficiënten aangegeven in de artikelen 46 en 47 met inachtneming van de bepalingen van de artikelen 48 ... 54.

#### Art. 45. Paddestoelvloeren opgevat als doorgaande raamwerken

- Behalve in de gevallen waar coëfficiënten voor de buigende momenten mogen worden toegepast, zoals aangegeven in artikel 46, moeten buiging en afschuiving in paddestoelvloeren worden berekend door de constructie als een doorgaand raamwerk op te vatten. Alle doorsneden zullen zodanig worden bepaald, dat

zij de aldus verkregen momenten en dwarskrachten kunnen opnemen. Hierbij mogen de volgende aannamen worden gedaan.

- Het bouwwerk mag in een aantal travoeën worden verdeeld, elk bestaande uit een rij van kolommen en daardoor ondersteunde plaatstroken, elke strook zijdelings begrensd door de middenverdeelijn van het veld aan elke zijde van de kolommenrij. De travoeën dienen in langs- en dwarsrichting van het bouwwerk te worden genomen.
- De travoe mag als een gehiel worden beschouwd; of verdeeld in de afzonderlijke vloeren en het dak, ieder met de aangrenzende boven- en benedenkolommen, die dan worden verondersteld te zijn ingeklemd in de niet aan de vloer grenzende einden. Indien vloeren aldus afzonderlijk worden beschouwd, mag in travoeën langer dan 4 velden, om de buiging ter plaatse van een gegeven ondersteuning te bepalen, worden verondersteld, dat de vloer ingeklemd is in een ondersteuning, die er 2 velden van verwijderd is.
- Aangenomen mag worden dat kolommen en vloeren stijf verbonden zijn en deze stijfheid zich in de vloeren uitstrekt over een afstand  $A$  vanaf de kolomas en in de kolommen tot aan de snijding van de zijkanten van de kolom met de lijn onder  $45^\circ$ , die  $A$  bepaalt.  
De lengteverandering van kolommen en vloeren tengevolge van de normaalkrachten en de vormveranderingen tengevolge van de afschuiving mogen worden verwaarloosd.  
Bij toepassing van staalconstructie in de ingebetonnerde kolomkoppen mag met haar bijdrage tot de stijfheid en de weerstand tegen buiging en afschuiving rekening worden gehouden.
- De kolommen mogen in het algemeen worden verondersteld te zijn vrij van zakkings of zijdelingse beweging, tenzij redelijkerwijze kan worden verwacht, dat de groote hiervan van betekenis is.
- Als traagheidsmoment van vloer of kolom mag in iedere doorsnede dat van de volle betondoorsnede worden aangenomen.  
Veranderingen in de traagheidsmomenten van de

vloeren en de kolommen moeten in rekening worden gebracht.

6. Als de belasting onveranderlijk en nauwkeurig bekend is, moet de constructie voor deze belasting worden berekend.

Is de nuttige belasting veranderlijk, maar gaat zij  $\frac{3}{4}$  van het eigen gewicht niet te boven of is de aard van de belasting zodanig, dat alle velden tegelijkertijd zullen worden belast, dan kan de maximum buiging worden berekend op te treden voor de volledige belasting.

Zo niet, dan wordt het maximum positieve veldmoment nabij het midden van de overspanning van het veld berekend voor volledige belasting van het veld en van afwisselende velden; het negatieve moment ter plaatse van een ondersteuning voor de volledige belasting van de aangrenzende velden.

7. Tenzij balken worden gebruikt om de vloerbelasting over te brengen naar de ondersteunende kolom, mag de maatgevende doorsnede voor de negatieve buiging op geen grotere afstand dan de afstand  $xL$  van de kolomas worden aangenomen, waarbij

$$x = 0,073 + 0,57 \frac{A}{L}$$

In vloeren, ondersteund door balken of muren, moet de maatgevende doorsnede voor negatieve buiging in de dag van de oplegging worden aangenomen.

8. De numerieke som van het maximum positief en van het gemiddelde maximum negatief buigend moment moet in de richting van elke zijde van een rechthoekig veld op niet minder worden aangenomen dan

$$\frac{1}{10} Q_{gem} L \left( 1 - \frac{4 A_{gem}}{3 L} \right)^2$$

9. De buigende momenten in de maatgevende doorsneden van de platen van elke travée mogen worden verdeeld over de kolomstrook en de midstrook zoals bepaald in artikel 48, in verhouding van de coëfficiënten, die dergelijke verdelingen geven voor de speciale gevallen van

paddestoelvloeren, waarin artikel 46 en volgende voorzien.

10. De maximum buiging in de kolommen kan worden aangenomen op te treden bij volledige belasting van afwisselende velden.  
De kolommen moeten zo worden ontworpen, dat zij zowel de maximum buiging tezamen met de daarbij behorende normalkracht kunnen opnemen, als de maximum normaalkracht gecombineerd met de daarbij behorende buiging onder deze belasting.

Voor de berekening van de momenten in de kolommen van iedere vloer moeten de niet aan de vloer grenzende einden van de kolommen als ingeklemd worden beschouwd.

b. De voorafgaande bepalingen geven de methode aan, die in het algemeen gevuld mag worden om paddestoelvloeren te berekenen en te ontwerpen. In elk geval moet het ontwerp in overeenstemming zijn met de eisen betreffende stroken, maatgevende doorsneden, vloerdikten en kolomplaten, kolomkoppen en consoles, wijze van wapening en openingen in de vloeren, zoals bepaald in artikel 48 a en c, 49, 51, 52, 53 en 54.

#### Art. 46. Paddestoelvloeren berekend met moment-coëfficiënten

- a. In die gevallen, welke voldoen aan de hier volgen-  
de grenzen wat betreft continuïteit en afmetingen,  
mogen de buigende momenten in de maatgevende  
doorsneden worden bepaald door gebruik te maken  
van voorgeschreven coëfficiënten, zoals in artikel 47  
is bepaald.
1. De verhouding van de lengte tot de breedte van het veld mag 1,33 niet overschrijden.  
2. De vloer moet in elke richting doorgaan over ten minste 3 velden.  
3. Achtereenvolgende overspanningen mogen in elke richting niet meer dan 20% van de kleinere overspanning verschillen.
- b. In zulke vloeren mag de numerieke som van de positiieve en negatieve buigende momenten in de richting

van elke zijde van een rechthoekig binnenveld niet minder bedragen dan:

$$M_o = 0,09 QL \left( 1 - \frac{2x}{3L} \right)^2$$

- c. Voor de berekening van de maximum drukspanning tengevolge van buiging<sup>1)</sup> moet in rekening worden gebracht  $\frac{3}{4}$  van de strookbreedte, behoudens voor een doorsnede door een kolomplaat, waar  $\frac{3}{4}$  van de breedte van de kolomplaat moet worden aangenomen.

Daarbij moet rekening worden gehouden met iedere sparing, die de drukzone vermindert.

In de berekeningen moet de over de gehele strookbreedte aanwezige trekwapingen worden begrepen.

- d. Voor het ontwerp van paddestoelvloeren, met inachtneming van het bepaalde onder a, b en c van dit artikel, gelden de bepalingen van de artikelen 47 ... 54.

#### Art. 47.<sup>2)</sup> Coëfficiënten voor de buigende momenten<sup>3)</sup>

- a. De buigende momenten in de maatgevende doorsneden van de midden- en de kolomstroken van een binnenveld moeten worden aangenomen zoals in tabel A aangegeven.
- b. De buigende momenten in de maatgevende doorsneden van stroken van een buitenfeld voor zover die loodrecht staan op de eindrand, moeten, indien de buitenondersteuningen bestaan uit stevig met de vloer verbonden gewapend-betonkolommen of gewapend-betonnen draagmuren en indien de verhouding van de stijfheid van de ondersteuning tot die van de vloer ten minste even groot is als de verhouding van de nuttige belasting tot het eigen gewicht en niet minder bedraagt dan 1, worden aangenomen zoals aangegeven in tabel B.

Indien een paddestoelvloer zo door een muur wordt ondersteund, dat hij aan de rand nagenoeg volledig ingeklemd is, dan moet de coëfficiënt voor het negatieve buigende moment aan die rand voor de kolom-

en middenstroken bijna gelijk worden aangenomen, waarbij de som gelijk blijft aan die in tabel B aangegeven; voor de kolomstrok zal hij echter niet minder zijn dan  $0,30 M_o$ .

Buigende momenten in middenstroken evenwijdig aan de rand moeten behalve in een hoekveld even groot worden aangenomen als in een binnenveld.  $M_o$  zal worden bepaald, zoals voorgeschreven in artikel 46 b voor een binnenveld.

- c. De buigende momenten in maatgevende doorsneden van stroken in een buitenfeld loodrecht op de eindrand waar de buitensteunpunten bestaan uit muren van metselwerk of een andere constructie, die een te verwaarlozen inklemming aan de vloer biedt, moeten worden aangenomen als aangegeven in tabel B met de volgende wijzigingen:
1. In maatgevende doorsneden in de dag van een buitenondersteuning moeten de randmomenten in elke strook worden aangenomen als  $0,05 M_o$ .
  2. De coëfficiënten voor de veldmomenten moeten met 40% worden vermeerdert.
  3. De coëfficiënten voor de overgangsmomenten ter plaatse van de eerste binnenklossen moeten met 30% worden vermeerdert.
- d. De buigende momenten in velden met randbalken<sup>1)</sup> of -muren, moeten in de daaraan evenwijdige en nabijgelegen stroken en in de balken, evenals in de loodrecht daarop staande stroken, worden bepaald op de basis van de aannamen in tabel C.
- e. Desgewenst mag elk van de momentcoëfficiënten voorkomende in de tabellen A, B en C ten hoogste 6% worden gewijzigd, mits de numerieke som van de positieve en negatieve momenten in een veld niet kleiner wordt genomen dan het voorgeschreven bedrag.
- f. Velden, ondersteund door randbalken<sup>1)</sup> aan de tegenover elkaar gelegen randen, moeten worden ontworpen als in 1 of 2 richtingen gewapende platen, die de gehele veldbelasting dragen.
- g. Het wapeningspercentage in een strook mag niet minder zijn dan 0,25.

<sup>1)</sup> Zie definities.

<sup>2)</sup> Bedoeld zijn de negatieve buigende momenten. Ter verklaring van een eenvoudig overzicht zijn de coëfficiënten volgens art. 47 schematisch op een tekening achter in dit boekje opgenomen.

<sup>3)</sup> Zie voor de berekening van de momenten in de kolommen, art. 54 sub B.

Tabel A

Buigende momenten in een binnenveld van een paddestoevlloer

<i>met kolum-plaat</i>	kolum-strook	negatief moment positief moment	0,50 $M_o$ 0,20 $M_o$
	midden-strook	negatief moment positief moment	0,15 $M_o$ 0,15 $M_o$
<i>zonder kolum-plaat</i>	kolum-strook	negatief moment positief moment	0,46 $M_o$ 0,22 $M_o$
	midden-strook	negatief moment positief moment	0,16 $M_o$ 0,16 $M_o$

Tabel B  
Buigende momenten in een buitenveld van een paddestoevlloer

<i>met kolum-plaat</i>	kolum-strook	negatief randmoment positief veldmoment negatief overgangs-moment	0,45 $M_o$ 0,25 $M_o$ 0,55 $M_o$
	midden-strook	negatief randmoment positief veldmoment negatief overgangs-moment	0,10 $M_o$ 0,19 $M_o$ 0,165 $M_o$
<i>zonder kolum-plaat</i>	kolum-strook	negatief randmoment positief veldmoment negatief overgangs-moment	0,41 $M_o$ 0,28 $M_o$ 0,50 $M_o$
	midden-strook	negatief randmoment positief veldmoment negatief overgangs-moment	0,10 $M_o$ 0,20 $M_o$ 0,176 $M_o$

Tabel C

Buigende momenten in velden met randbalken<sup>1)</sup> of muren

<i>met kolum-plaat</i>	kolum-strook	randbalken met een hoogte groter dan $1\frac{1}{2} \times$ de vloerdikte of een draagmuur	randbalken met een hoogte van $1\frac{1}{2} \times$ de vloerdikte of minder
<i>zonder kolum-plaat</i>	kolum-strook	belasting door de randbalk of de muur te dragen	belasting er direct op aangebracht zonder vermeerdeing door veldbelasting en het eigen gewicht van het veld
	midden-strook	belasting door de randbalk of de muur te dragen	belasting er direct op aangebracht zonder vermeerdeing door veldbelasting en het eigen gewicht van het veld
		moment aan te houden bij het ontwerpen van $\frac{1}{2}$ kromstrook grenzend aan een evenwijdig aan een randbalk of muur	moment aan te houden bij het ontwerpen van $\frac{1}{2}$ kromstrook grenzend aan een evenwijdig aan een randbalk of muur

#### Art. 48. Stroken en maatgevende doorsneden

- a. Een veld van een paddestoevlloer moet in beide richtingen worden beschouwd te bestaan uit stroken, als volgt (zie fig. 7).  
Een middenstrook ter breedte van  $\frac{1}{2}$  veld, symmetrisch ten opzichte van de aslijn van het veld en lopende in de richting van de overspanning.

<sup>1)</sup> Zie definities.

Een kolomstrook ter breedte van 2 aansluitende kwartvelden, elk aan één zijde van de kolomhartlijnen gelegen.

- b. De maatgevende doorsneden voor de buiging worden als volgt vastgelegd:  
Doorsneden voor het negatieve moment langs de randen van het veld moeten worden genomen volgens de kolomhartlijnen tussen de koppen en langs de omtrekken van de kolomkoppen.  
Doorsneden voor het positieve buigende moment worden genomen in het midden van de overspanning van de stroken.
- c. Alleen de wapening, die de maatgevende doorsnede van een strook snijdt, mag in beschouwing worden genomen om in die doorsnede de buiging op te nemen.  
Deze wapening mag in rekening worden gebracht voor zijn doorsnede maal de cosinus van de hoek tussen de staafas en de strookas.

#### **Art. 49. Vloerdikten en kolomplaten**

- a. De dikte van een paddestoevlak en de afmetingen en dikte van een eventueel aanwezige kolomplaat moeten zo groot zijn, dat de spanningen tengevolge van de buiging in de maatgevende doorsneden van een strook en van de afschuiving langs de kolomkop en de kolomplaat de toegelaten waarden niet te boven gaan.
- b. De schuifspanning als maat voor de schuine trekspanning in de vloer buiten de kolom of de kolomplaat moet worden berekend zoals bepaald in artikel 53.
- c. De vloerdikte mag bovendien niet kleiner zijn dan  $\frac{1}{40} L$  bij toepassing van kolomplaat, of  $\frac{1}{36} L$  zonder kolomplaten.
- d. De dikte van de kolomplaat onder de vloer mag niet meer bedragen dan  $\frac{1}{4}$  van de afstand van de rand van de kolomkop tot de rand van de kolomplaat.

#### **Art. 50. Koppen en consoles**

- a. Indien geen kolomkop aanwezig is, zal voor de afstand  $c$  de middellijn van de kolom worden genomen.

Geconstrueerd staal, dat in de vloer of de kolomplaat is ingebetonneerd, mag worden beschouwd als bij te dragen in de weerstand tegen buiging en afschuiving.

- b. Waar een gewapend betonbalk loopt in een kolom, die aan de zijde van deze balk geen kop of console heeft, mag voor de berekening van de buiging in stroken evenwijdig aan de balk, de waarde van  $c$  worden aangenomen als de breedte van de kolom vermeerderd met 2 maal de hoogte van de balk boven of beneden de vloer of de kolomplaat.
- c. Consoles, die in staat zijn om de negatieve momenten en de dwarskrachten van de kolomstroken over te brengen naar de kolommen zonder overschrijding van de toelaatbare spanningen, mogen voor de buitenkolommen in de plaats worden gesteld van kolomkoppen.  
Indien consoles worden toegepast, moet voor de waarde van  $c$  worden genomen 2 maal de afstand van de kolomas tot een punt, waar de console 4 cm hoog is, maar niet meer dan de kolomdikte vermeerdert met 2 maal de hoogte van de console onder de plaat.
- d. Het gemiddelde van de middellijnen  $c$  van de kolomkoppen op de 4 hoeken van een veld moet worden gebruikt om de buigende momenten in de middenstroken van het veld te bepalen.  
Het gemiddelde van de middellijnen  $c$  van de 2 kolomkoppen aan het einde van een kolomstrook moet worden aangehouden bij de bepaling van de buigende momenten in de strook.

#### **Art. 51. Wapening**

- a. Vloerwapening moet worden aangebracht om de optredende spanningen niet alleen in de maatgevende doorsneden op te nemen, doch ook in de tussengelegen doorsneden.
- b. De wapeningsstaven moeten in de stroken en wapeningsbanen gelijkmatig worden verdeeld.  
De staafafstand mag niet meer dan 3 maal de plaatdikte bedragen.
- c. In buitenvelden moet de onderwapening, voor zover niet opgebogen, over een lengte van ten minste 15 cm in de lateibalken, wanden of kolommen doorlopen.  
De wapening nodig voor het negatieve moment moet

op doelmatige wijze zijn verankerd in lateibalken, wanden of kolommen.

### Art. 52. Openingen

Openingen, van welke vorm ook, mogen in een paddestoelvloer worden gespaard, mits zodanige voorzieningen zijn getroffen voor het opnemen van de totale positieve en negatieve momenten volgens de artikelen 45 en 46, dat de toelaathbare spanningen niet worden overschreden.

### Art. 53. Schuine trekspanningen (zie fig. 8)

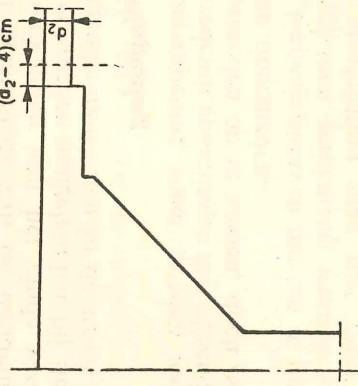
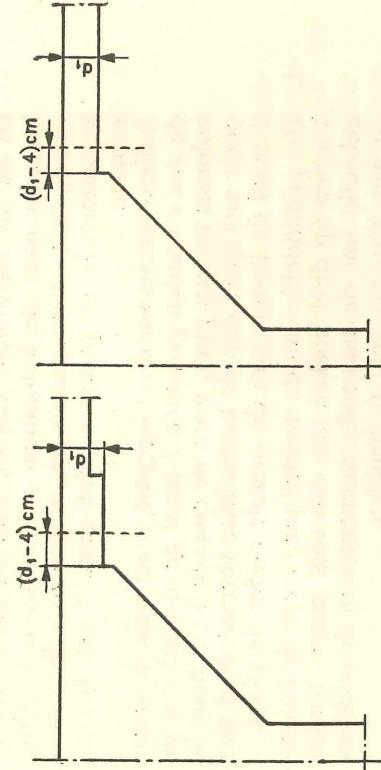


Fig. 8.

- In paddestoelvloeren mag de schuine trekspanning volgens het bepaalde in art. 31 b op een afstand van  $(d_1 - 4)$  cm buiten de kolomkoprand de volgende waarden niet te boven gaan:

- Indien ten minste 50% van de totale wapening voor het negatieve moment in de kolomstrook over de kolomkop loopt:  $7 \text{ kg/cm}^2$ .
- Indien 25% of minder van de totale wapening voor het negatieve moment in de kolomstrook over de kolomkop loopt:  $5 \text{ kg/cm}^2$ .
- Voor tussengelegen percentages moet rechtlijnig worden geïnterpoloerd.
- In paddestoelvloeren mag de schuine trekspanning, indien bepaald volgens art. 31 b, op een afstand van  $(d_2 - 4)$  cm buiten de kolomplaatrand  $7 \text{ kg/cm}^2$  niet te boven gaan.  
Ten minste 50% van de doorsnede van het negatieve wapeningsstaal in de kolomstrook moet binnen de strookbreedte direct boven de kolomplaat liggen. Hierin is:  
 $d_1$  = de dikte van de paddestoelvloer indien geen kolomplaten worden toegepast of de dikte van de vloer met inbegrip van de kolomplaat, indien deze wordt toegepast.  
 $d_2$  = de dikte van de paddestoelvloer (met kolomplaten) buiten de kolomplaat.

### Art. 54. Nadere bepalingen

#### A. Schema's van wapening

Voor het geval de wapening wordt gelegd in 2, onderscheidenlijk 4 richtingen, worden de volgende voorschriften aanbevolen.

##### a. Wapening in 2 richtingen (Zie fig. 9).

- In elke strook moet ten minste 40% van de wapening, nodig om het maximum positieve moment op te nemen, doorlopen in de onderzijde van de plaat en zich ten minste uitstrekken tot een afstand van  $0,125 L$  gemeten vanuit de lijn, die de kolomassen verbindt.
- De wapening, nodig om het negatieve moment op te nemen, moet zich in de bovenzijde van de plaat in de aangrenzende velden uitstrekken over een gemiddelde afstand gemeten vanuit de lijn, die de kolomassen verbindt, van niet minder dan  $0,25 L$  en voor geen enkele staaf minder dan  $0,2 L$ .
- De volledige doorsnede van de wapening, nodig voor het negatieve moment moet aanwezig zijn

over een afstand van niet minder dan  $0,2 L$ , gemeten vanuit de lijn, die de kolomassen verbindt.

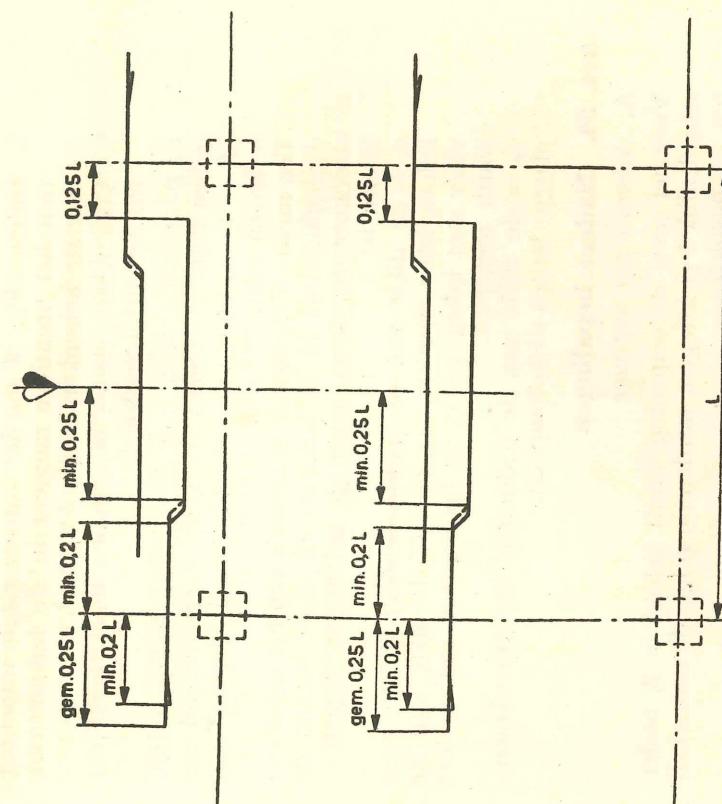


Fig. 9

De volledige doorsnede van de wapening, nodig voor het maximum positieve moment moet aanwezig zijn over een afstand van niet minder dan  $0,25 L$  gemeten uit de middendeellijn van het veld.

#### b. Wapening in 4 richtingen. (Zie fig. 10).

1. Voor de banen evenwijdig aan de zijden van het veld gelden de regels gegeven voor de wapening in 2 richtingen.
2. Van elke diagonaal lopende baan moet 40% van de wapening nodig om het positieve moment op te nemen in de onderzijde van de plaat doorlopen en zich ten minste uitstrekken tot een afstand van  $0,2 L$  gemeten vanuit de lijn, gaande door

de kolomas en loodrecht staande op de baanrichting.

3. Van elke diagonaal lopende baan moet 40% van de wapening, nodig om het negatieve moment op te nemen, in de bovenzijde van de plaat in de aangrenzende velden doorlopen en zich ten minste uitstrekken over een gemiddelde afstand van  $0,4 L$  voorbij de lijn, gaande door de kolomas en loodrecht staande op de baanrichting en voor geen enkele staaf minder dan  $0,35 L$ .

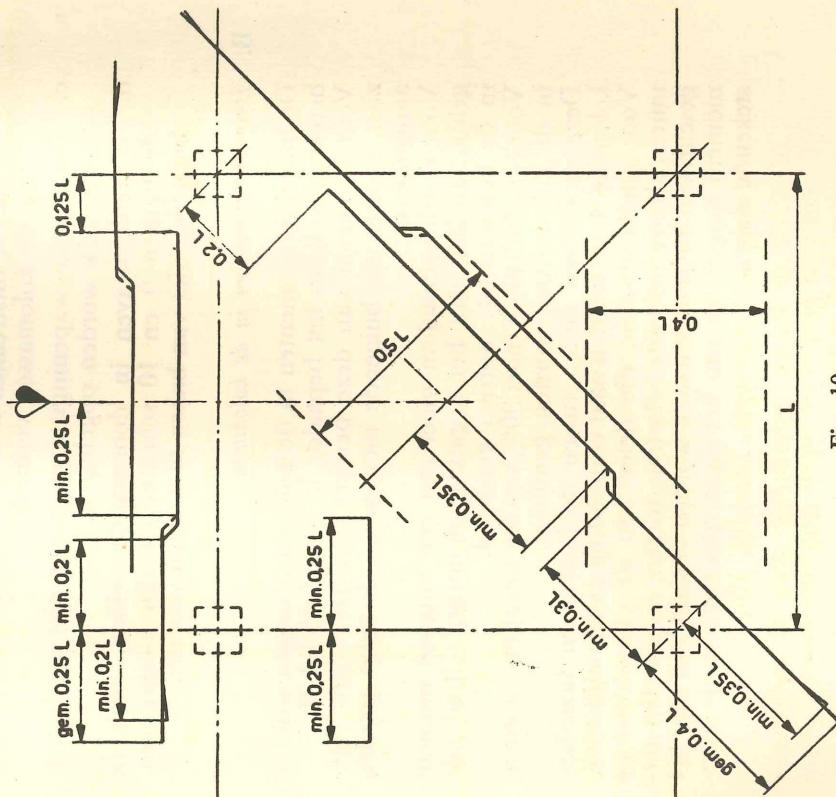


Fig. 10

4. In elke diagonaal lopende baan moet de volledige doorsnede van de wapening, die nodig is voor het negatieve moment, aanwezig zijn over een afstand van ten minste  $0,3 L$  gemeten vanuit

een lijn, gaande door de kolomass en loodrecht staande op de baanrichting.

De volledige doorsnede van de wapening, nodig voor het positieve moment, moet aanwezig zijn over een afstand niet minder dan  $0,35L$ , gemeten vanuit een lijn, gaande door het veldmidden en loodrecht staande op de baanrichting.

5. De wapening, die vereist wordt om het negatieve moment in de middenstrook op te nemen, moet zich over een afstand van niet minder dan  $0,25L$  uitstrekken aan beide zijden van de lijn, die de kolomassen verbindt.

Doorgaande wapeningsstaven mogen niet alle in hetzelfde vlak worden opgebogen.

Wapeningsstaven in doorgaande velden, zoals in de figuren 9 en 10 schematisch zijn aangegeven, behoeven niet van haken te worden voorzien.

#### *geude momenten in de kolommen*

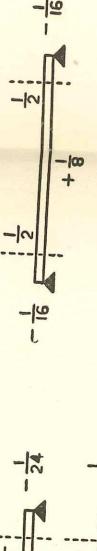
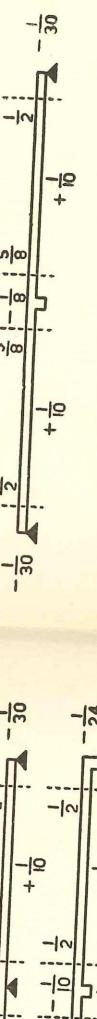
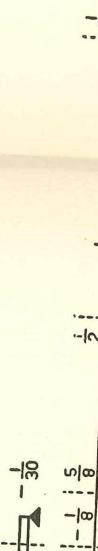
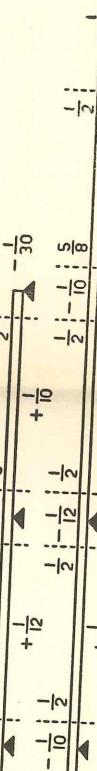
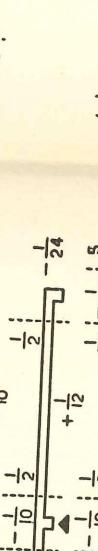
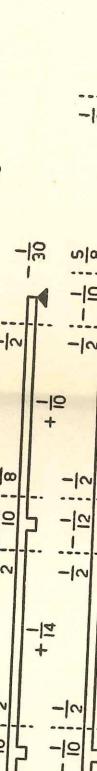
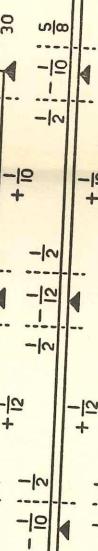
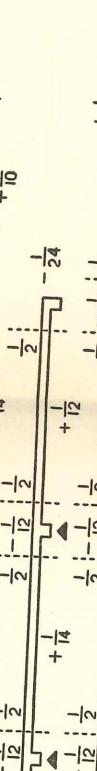
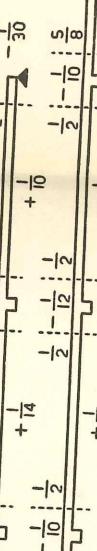
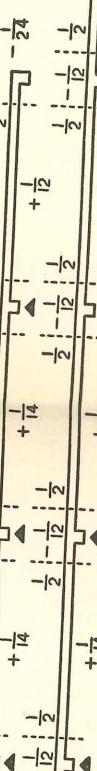
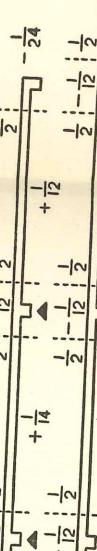
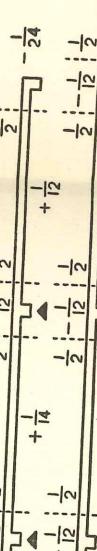
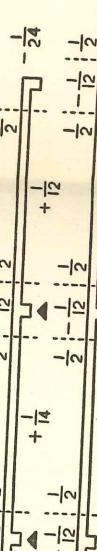
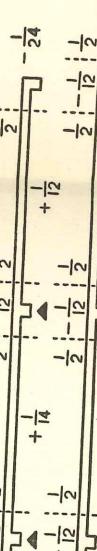
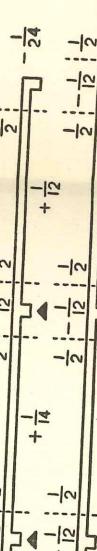
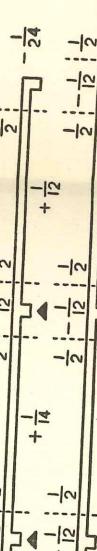
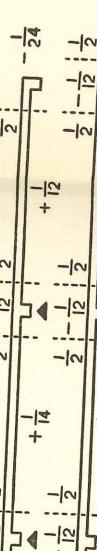
buigende momenten in de kolommen mogen worden gekend volgens het bepaalde in artikel 45 lid 10. In het geval van deze berekeningsswijze wordt afgerekend, moeten de buigende momenten als volgt worden genomen:

1) een binnenkolom moet met een buigend moment van  $50\%$  van het negatieve moment, optredende in de eindkolom, worden gerekend.

2) een eindkolom moet  $90\%$  van het negatieve moment in de kolomstrook worden genomen.

3) momenten zullen tussen de 'boven-' en 'beneden-' kolommen worden naar verhouding van de stijfheden verdeeld worden. De 'beneden-' kolommen, die delen van de vloeren en de eindkolommen, die oversteekende belasting dragen, mogen de voorreven kolommommenten worden verminderd met het aantal tengevolge van het eigen gewicht van de overnde delen.

### Gelijkmatig verdeelde belasting Coëfficiënten van de momenten (q1<sup>2</sup>) en van de dwarskrachten (q1)

Momenten lid:	Dwars- krachten lid:	Balk:	Plaat:
3 en 4	24		
5	24		
6	24		
7	24		
8	24		
9	24		
9	24		
10	24		
10	24		
11	24		
11	24		
11	24		

### Overzicht van de momenten en dwarskrachten

een lijn, gaande door de kolomas en loodrecht staande op de baanrichting.  
De volledige doorsnede van de wapening, nodig voor het positieve moment, moet aanwezig zijn over een afstand niet minder dan  $0,35 L$ , gemeten vanuit een lijn, gaande door het veldmidden en loodrecht staande op de baanrichting.

- De wapening, die vereist wordt om het negatieve moment in de middensstrook op te nemen, moet zich over een afstand van niet minder dan  $0,25 L$  uitstrekken aan beide zijden van de lijn, die de kolomassen verbindt.
- Doorgaande wapeningsstaven mogen niet alle in hetzelfde vlak worden opgeborgen.
- Wapeningsstaven in doorgaande velden, zoals in de figuren 9 en 10 schematisch zijn aangegeven, behoeven niet van haken te worden voorzien.

#### B. Buigende momenten in de kolommen

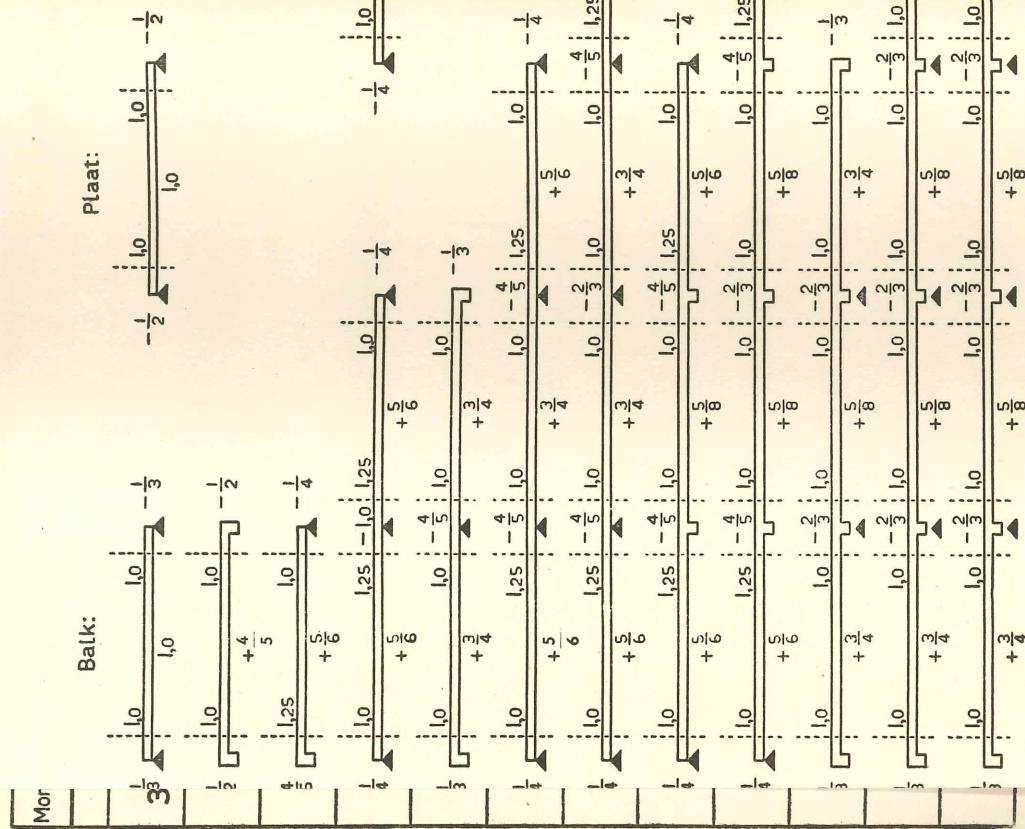
De buigende momenten in de kolommen mogen worden berekend volgens het bepaalde in artikel 45 lid 10. Voor het geval van deze berekeningswijze wordt afgewiesen, moeten de buigende momenten als volgt worden aangenomen:

Voor een binnenkolom moet met een buigend moment gelijk aan 50% van het negatieve moment, optredende in de kolomstrook, worden getrekend. Voor een eindkolom moet 90% van het negatieve moment in de kolomstrook worden genomen. Deze momenten zullen tussen de boven- en benedenkolom verdeeld worden naar verhouding van de stijfheden. Voor eindkolommen, die delen van de vloeren en de muren als oversteekende belasting dragen, mogen de voorgeschreven kolommomenten worden verminderd met het moment tengevolge van het eigen gewicht van de overstekende delen.

## skrachten volgens art. 30 van de G.B.V. 1950

### Belasting door laststelsel

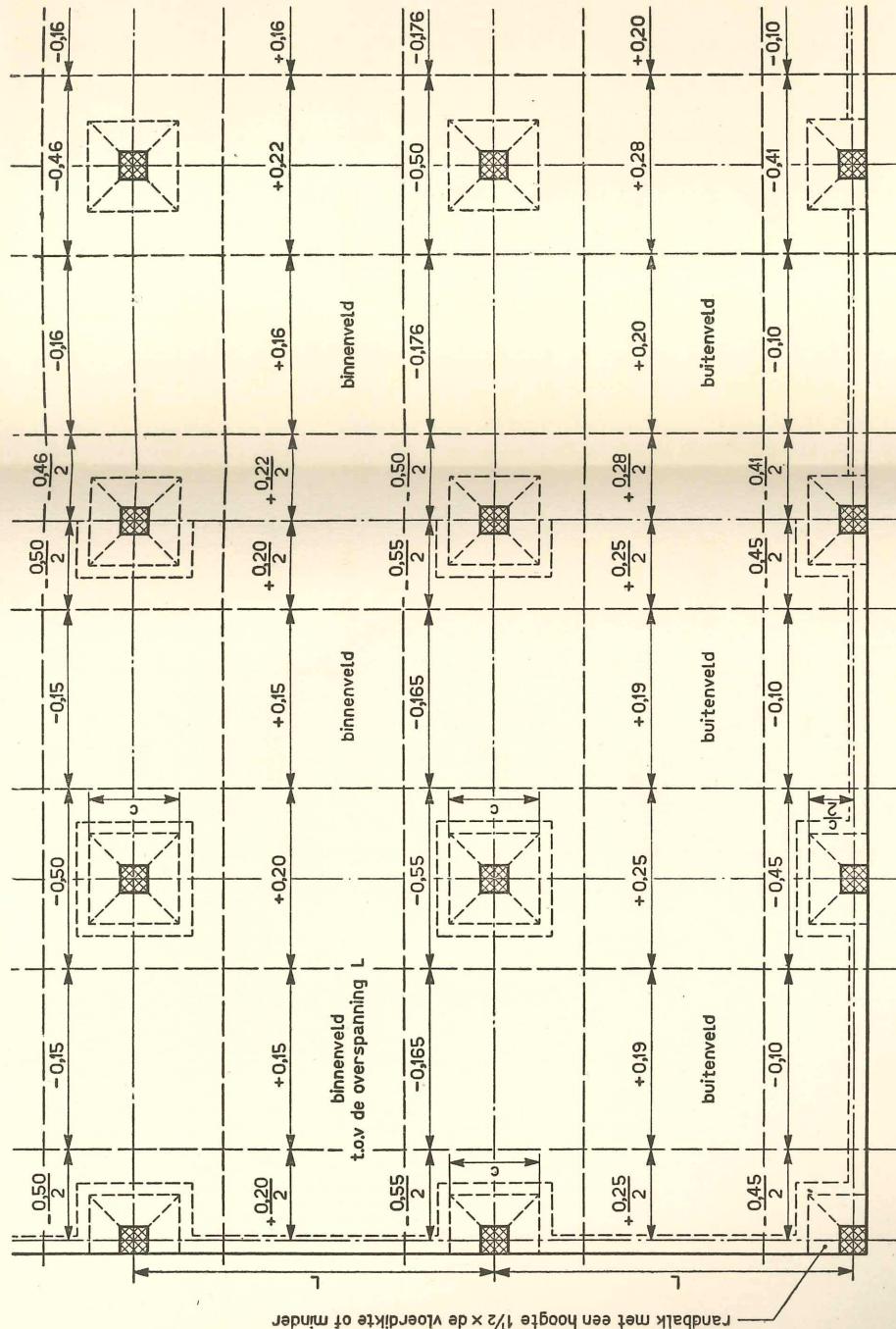
Coëfficiënten van de momenten overeenkomstig lid 12  
Coëfficiënten van de dwarskrachten overeenkomstig lid 25



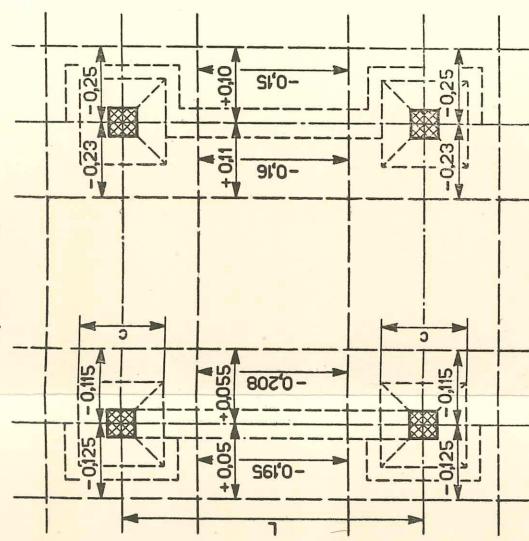
Overzicht van de coëfficiënten van de momenten  $M_0 = 0,09 QL \left(1 - \frac{2c}{3L}\right)^2$  volgens art. 47 van de G.B.V. 1950

Buigende momenten in de richting van de overspanning L, aangegeven voor een paddestoelvloer resp. met en zonder kolomplaat

(tabellen A en B)



(tabel C)



Randbalk met een hoogte groter dan  $1\frac{1}{2} \times$  de vloerdikte of minder of een draagmuur

**Opmerking:** Indien de buitensteunpunten bestaan uit een constructie die een te verwaarlozen inklemming geeft, moet art. 47 lid c worden geraadpleegd.