

BETON und EISENBETON. BETON I ŻELAZOBETON

Opracował Prof. Dypl. Inż. Dr ST. KUNICKI.

Zaprawą cementową nazywa się mieszanina składająca się z cementu i piasku, która przy dodaniu do niej odpowiedniej ilości wody, twardnieje wskutek wytwarzających się przy tym chemicznych procesów.

Beton jest to sztuczny kamień utworzony z mieszaniny mniejszych lub większych ziaren kruszywa i piasku z wiążącym je materiałem, t. j. z zaprawą cementową, która to mieszanina, po dodaniu do niej odpowiedniej ilości wody, twardnieje wskutek powstających przy tym chemicznych procesów.

Żelazo-betonem (żelbetem) nazywamy konstrukcję złożoną z betonu i z żelaza (lub stali), przy czym materiały te są tak połączone ze sobą, że beton pracuje w tej konstrukcji (głównie) na ciśnienie, a żelazo (lub stal) zasadniczo na rozciąganie.

Ponieważ w przepisach i normach dla wykonania żelbetowych budowli zawierają się wszystkie potrzebne wskazówki, dotyczące się betonu, możemy więc ograniczyć się, podając poniżej wspomniane przepisy Niemieckiego Komitetu Żelbetowych Konstrukcji, z dodaniem w odpowiednich miejscach porównawczych wzmianek z polskich norm.

Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932
(Inhaltsangabe mit Bemerkungen).

Postanowienia o wykonaniu budowli żelbetowych, wypracowane przez Niemiecki Komitet Żelbetowych Konstrukcji w r. 1932.
(Streszczenie z dodaniem uwag).

Uwaga wstępna (Vorbemerkung).

Projektowanie i wykonanie żelbetowych konstrukcji wymagają gruntownej znajomości tego rodzaju budowli. Wskutek tego kierownik robót może powierzyć te budowy tylko takim przedsiębiorcom, którzy posiadają tę znajomość i dają rękojmię starannego wykonania konstrukcji. Tak samo przedsiębiorca może zatrudnić tylko takich kierowników i takie osoby, które gruntownie znają żelbetowe budownictwo; do dozoru nad robotami mogą być używani tylko wyszkoleni polerownicy, albo wypróbowani przodownicy, którzy poprzednio z powodzeniem pracowali na budowach żelbetowych. (Według polskich przepisów obliczania betonowych i żelbetowych konstrukcji: projektujący konstrukcje betonowe i żelbetowe, jak również wykonawca robót, powinni posiadać odpowiednie przygotowanie, wiadomości i doświadczenie).

Geltungsbereich und allgemeine baupolizeiliche Vorschriften.

I. Zakres zastosowania postanowień i ogólne przepisy nadzoru budowlanego.

Te postanowienia są miarodajne dla wszystkich budowli, w których beton w związku z żelazem (stałą) jest użyty w ten sposób, że oba te materiały łącznie są potrzebne dla przenoszenia sił zewnętrznych. Oprócz tego należy stosować specjalne przepisy, a mianowicie: dla mostów żelbetowych — o zasadach obliczania mostów kamiennych, dla kominów żelbetowych — o zasadach obliczania stateczności wysokich wolnostojących kominów.

Niniejsze przepisy tyczą się także żelbetowych stropów, z wypełnieniem z cegły pełnej lub pustakowej, albo z innych wypełniających materiałów, jeśli takowe wypełnienia nie przyjmują udziału w przenoszeniu naprężeń.

Zarówno przepisy te tyczą się stropów z kamienia z wkładkami żelaznymi, jeśli w specjalnych przepisach dla takich stropów niema innych wskazówek.

Przepisy te mają odpowiednie zastosowanie także do żelbetowych elementów wykonanych na fabrykach.

Zabetonowane belki żelazne (stalowe) walcowane lub blachownicze, jeśli wysokość szyjki tych belek zajmuje znaczną część pełnej wysokości konstrukcji, nie powinny być obliczane jako belki żelbetowe. One powinny mieć takie wymiary, żeby te belki me-

talowe mogły same, bez udziału betonu, przyjąć na siebie całe obciążenie.

Bauvorlagen.

§ 2. Przedstawienie dokumentów dotyczących się budowy.

1) Jeśli budowla ma być wykonana całkowicie lub częściowo z **żelbetu**, to w dokumentach dotyczących się tej budowli, przedstawionych Nadzorowi Budowlanemu do zbadania, powinny być jasno uwidocznione: ogólny ustrój budowli, przyjęte obciążenia, przekroje oddzielnych elementów, szwy dylatacyjne itp., a także rodzaj, pochodzenie i właściwości materiałów budowlanych, mających być użytymi do wyrobu betonu, stosunek składników betonu i wytrzymałość kostkowa betonu po 28 dniach twardnienia. Na żądanie Nadzoru Budowlanego powinny być załączone próbki materiałów budowlanych.

2) Statyczne obliczenia powinny w sposób jasny i poddający się sprawdzeniu udowodnić bezpieczeństwo budowli, stosownie do wymagań niniejszych postanowień. W załącznikach, oprócz ogólnych planów i szematów przyjętych obciążeń, muszą być przedstawione rysunki przekroi i łożysk dla większych belek, podciągów, ramowych konstrukcji i słupów, ze wskazaniem wymiarów żelaznej (stalowej) armatury (uzbrojenia).

Na żądanie Nadzoru Budowlanego przed wykonaniem oddzielnych części budowli powinny być przedstawione dla zbadania detalicznego plany uzbrojenia żelbetu, z wydzieleniem poszczególnych prętów żelaznych (stalowych) i z pokazaniem ich wymiarów.

3) Kierownik Budowy, projektodawca, i przed rozpoczęciem robót, także wykonujący je przedsiębiorca powinni podpisać dokumenty dotyczące się budowy.

Jeśli budowa będzie oddana innemu przedsiębiorcy, to fakt ten powinien być zaraz zakomunikowany Nadzorowi Budowlanemu.

4) W razie zastosowania sposobów budowy jeszcze niewypróbowanych na praktyce — odpowiedni organ Nadzoru Budowlanego może uzależnić zezwolenie na budowę od wyników próbnych badań i próbnych obciążeń. Próbne obciążenia powinny być doprowadzone aż do załamania próbowanego obiektu.

Anzeigen an die Baupolizeibehörde.

§ 3. Doniesienia do Nadzoru Budowlanego.

1) Nazwiska odpowiedzialnego kierownika budowy oraz jego miejscowych zastępców na danej budowie powinny być podane Nadzorowi Budowlanemu przed przystąpieniem do robót budowlanych; o każdej zmianie należy natychmiast zawiadomić.

2) Nadzór Budowlany powinien być **piśmiennie** zawiadomiony:

- a) o zamierzonym rozpoczęciu robót betonowych, przy czym, przy budowlach nadziemnych, na żądanie Nadzoru Budowlanego, należy wskazać początek robót na każdym pięttrze;
- b) o powtórnym przystąpieniu do robót betonowych po dłuższym wstrzymaniu takowych wskutek mrozów;
- c) na żądanie Nadzoru Budowlanego powinny być wskazane terminy zamierzonego usunięcia szalowań i słupów.

Te zawiadomienia powinny być przedstawione Nadzorowi Budowlanemu o 48 godzin przed rozpoczęciem odpowiednich robót, o ile Nadzór Budowlany nie wyda wyraźnego innego rozporządzenia.

Bauleitung.

§ 4. Kierownictwo budowy.

W czasie wykonania robót budowlanych musi stale przebywać na miejscu robót albo odpowiedzialny kierownik albo jeden z jego zastępców.

O postępie robót musi być prowadzony na miejscu budowy dziennik, z którego można by było zawsze wyjaśnić okresy czasu przeznaczone na wykonanie każdej oddzielnej roboty. Mroźne dni, ze wskazaniem stopnia mrozu i czasu przerwy w robotach, powinny być osobliwie oznaczone.

Dziennik robót powinien być przedstawiony urzędnikom Nadzoru Budowlanego na ich żądanie.

§ 5. Udowodnienie dobrej jakości materiałów budowlanych i betonu.

1) **Przedwstępne udowodnienie wytrzymałości.** Przedsiębiorca jest obowiązany, na żądanie Nadzoru Budowlanego, przed przystąpieniem do budowy udowodnić, że jakość mającej być użytą mieszaniny betonowej daje zagwarantowane wytrzymałości kosztowe.

2) **Własności przeznaczonych do użytku materiałów budowlanych** muszą być, na żądanie Nadzoru Budowlanego, udowodnione odpowiednimi zaświadczeniami. W wypadkach wątpliwych Nadzór Budowlany może żądać przedstawienia zaświadczenia państwowej stacji doświadczalnej.

3) **Dozorowanie wyrobu dobrego betonu przez przedsiębiorcę.** W celu dopilnowania dobrego gatunku betonu powinny być wykonywane na miejscu budowy odpowiednie próby. Próby te powinny być powtórzone, w razie jeśli zaszły znaczne zmiany w warunkach, przy których odbywały się próby poprzednie. Gotowe wyniki prób muszą znajdować się na miejscu budowy dla możliwości obejrzenia takowych przez urzędnika Nadzoru Budowlanego.

4) **Dozorowanie wyrobu dobrego betonu przez Nadzór Budowlany.** Nadzór Budowlany może wymagać, w czasie wykonania budowy, przygotowania i wypróbowania próbnych kostek betonu. Te kostki powinien przedsiębiorca przygotować na miejscu budowy w obecności urzędnika Nadzoru Budowlanego, na żądanie tego Nadzoru.

5) **Przygotowanie, wymiary i próba kostek betonowych. Belki próbne.**

Kostki betonowe powinny być przygotowane i wypróbowane na mocy specjalnych postanowień o próbach na stałość objętości (Steifeprüfung) i na ciśnienie na kostki betonowe przy wykonaniu budowli betonowych i żelbetowych.

Miarodajnymi są przede wszystkim kostki sześciennie o krawędzi 20 cm. Przy pewnych warunkach, dla prób jakości i twardnienia betonu miękkiego i płynnego, mogą być dopuszczone także kostki sześciennie o krawędzi 10 cm.

Dla próbowania jakości i twardnieina betonu mogą być także użyte belki próbne, za zgodą Nadzoru Budowlanego.

Kostki powinny być wypróbowane pod prasą cisnącą (np. prasą hydrauliczną), której zdatność powinna być zaświadczona przez państwowy zakład doświadczalny. Wypróbowanie prasy cisnącej powinno się powtarzać corocznie. Próby kostek betonowych mogą się odbywać albo w państwowym zakładzie doświadczalnym, albo na miejscu budowy, albo w innym zakładzie doświadczalnym.

Probekbelastung. **Próbne obciążenia.**

1) Próbne obciążenia powinny być ograniczone do bezwzględnie koniecznych. W budowlach nadziemnych próbne obciążenia nie mogą być wykonywane wcześniej niż po 45 dniach twardnienia betonu. W osobliwych wypadkach rekomenduje się oddzielne części budowli izolować szwami oporowymi i obciążyć aż do złamania, jeśli to jest możliwe bez uszkodzenia całości budowli.

Jeśli został użyty wysokowartościowy cement, to próbne obciążenia mogą być wykonane, w zależności od rozpiętości, już po 21 dniu do 28 dni twardnienia betonu.

2) Przy próbowaniu stropów i belek należy postępować w ten sposób:

Próbne obciążenie musi być samo w sobie ruchome, żeby mogło przyjmować formę zgiętego stropu.

Wielkość próbnego obciążenia nie powinna przekraczać 1,5 obciążenia użytkowego p . Jeśli p jest większe od 1000 kg/m^2 , to próbne obciążenie może być ograniczone do wartości p .

3) W mostach i innych budowlach, w których musi być zwrócona specjalna uwaga na unikanie widocznych rysów w betonie, próbne obciążenia powinny być ograniczone do rzeczywistych użytkowych obciążeń, przewidzianych w obliczeniach.

4) Jeśli stałe obciążenie jest jeszcze podczas próby niezupełne, to próbne obciążenie powinno być powiększone o brakującą część stałego obciążenia.

5) Próbne obciążenie powinno pozostawać najmniej 6 godzin; tylko po tym czasie należy zmierzyć największe ugięcie.

Stałe ugięcie należy mierzyć niewcześniejsz jak po upływie 12 godzin od momentu usunięcia próbnego obciążenia.

Niezależnie od wpływu możliwego osiadania podpór, stałe ugięcie w ogóle powinno wynosić nie więcej jak $\frac{1}{4}$ zmierzonego pełnego ugięcia.

Baustoffe und Bauausführung.

II. Materiały budowlane i wykonanie budowy.

M a t e r i a ł y b u d o w l a n e .

1) **Cement.** Może być użyty tylko normalnie wiążący cement odpowiadający niemieckim normom cementowym.

Należy używać cementu takich wytwórni, które poddały się stałemu nadzorowi swojej produkcji przez właściwe laboratorium Związku Niemieckich Fabrykantów Portland Cementu, Związku Niemieckich Producentów Żelazistego Cementu, a także Związku Wielkopieczowych Zakładów Cementowych, lub przez Państwową Stację Doświadczalną.

Ponieważ początek wiązania cementu może się zmieniać, zatem odpowiedzialny kierownik budowy musi za pomocą prób wiązania się cementu przekonać się, że używa się tylko normalnie wiążącego cementu.

Następnie powinien on zbadać wielokrotnie stałość objętości cementu za pomocą doraźnych prób (próba Koch'a). Rekomenduje się także przeprowadzić ostateczną decydującą próbę na stałość objętości cementu.

Glinowe cementy mogą być dopuszczone, jeśli są one normalnie wiążące i mają stałość objętości, oraz posiadają przynajmniej normalną wytrzymałość przedniego cementu. Glinowy cement nie powinien być mieszany z innym cementem ani z wapnem.

Cement powinien być dostawiony na miejsce robót w fabrycznym opakowaniu i zabezpieczony od wilgoci.

2) **Kruszywo.** Piasek, żwir i inne kruszywo, użyte do wyrobu betonu.

Przyjęte Oznaczenia kruszywa pokazane są niżej w załączonej tabliczce:

Kruszywo pozostające na sicie		Kruszywo przechodzące przez sito	Oznaczenie kruszywa		
o oczkach mających średnicę w milimetrach pokazaną niżej			Kruszywo naturalne	Kruszywo z tłuźcznia	
średnica oczek w mm			Drobny piasek betonowy } Gruby piasek betonowy } piasek betonowy	Drobny piasek (muł) betonowy } Gruby piasek (muł) betonowy } Piasek betonowy z tłuźczni	
—	1 mm	Żwir drobny betonowy } Żwir gruby betonowy } Żwir betonowy			Betonowy łupek
1 mm	7 mm				Tłuźczek Kamienny betonowy
7 mm	30 mm				
30 mm	70 mm				

U w a g a. W polskich normach piaskiem lub miałem nazywa się kruszywo przechodzące przez sito o otworach kwadratowych 2×2 mm. Piaski polskie są na ogół drobnoziarniste. Piasek wiślany w Warszawie posiada od 0,5% do 5% na wagę ziarn nie przechodzących przez sito 2×2 mm. Im piasek jest drobniejszy tym potrzebuje większej ilości cementu dla osiągnięcia danej wytrzymałości zaprawy.

Dobrym pod względem uziarnienia należy uważać piasek, który przechodzi przez sito o otworach $0,5 \times 0,5$ mm w ilościach od 30% do 70%, przez sito 1×1 mm od 50 do 90% i przez sito 2×2 mm — 100%.

Piasek naturalny posiada ziarna o krawędziach zaokrąglonych, zaś miał otrzymywany przez kruszenie twardych kamieni posiada krawędzie ostre. Do zapraw jest więcej pożądanym piasek naturalny; do betonu piasek i miał mogą być używane z jednakowym wynikiem).

Według niniejszych postanowień, jako kruszywo używane do produkcji betonu, należą też tłuźcznie z żuźła wielkopieczowego o ile

mają odpowiedni skład *), z lawy i z pumeksu, oraz piaski (miały) z tychże materiałów.

b) **Wielkość ziaren kruszywa i skład tegoż wpływają w znacznej mierze na dobrą jakość betonu.**

Na podanych poniżej rysunkach (1 i 2) pokazane są: na rys. 1 dla piasku, na rys. 2 dla wszelkiego kruszywa trzy linie ilości (w procentach od wagi przesianego kruszywa) piasku i kruszywa w ogóle przechodzącego przez sita o różnej wielkości oczek, przy czym najniższa z tych linii przedstawia najlepszy skład kruszywa, względnie piasku, średnia — możliwy do użytku skład, a najwyższa linia — mniej nadający się skład.



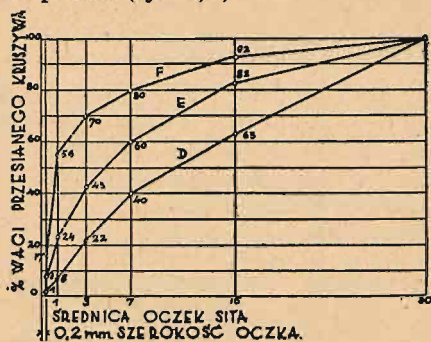
rys. 1.

Uziarnienie kruszywa powinno być zbadane za pomocą przesiewania. Skład piasku powinien odpowiadać linii przesiewu, leżącej między liniami A i C (patrz rysunek 1-szy). Zawartość mieszaniny z piasku i drobnego żwiru lub łupku powinna odpowiadać linii przesiewu leżącej między liniami D i F (patrz rys. 2-gi).

Linia przesiewu piasku z tłuźnia na ogół nie powinna leżeć głębiej niż pośrodku między liniami A i B rysunku 1-go.

*) Wg. polskich norm wymagana jest mała zawartość siarki, nie wyżej 1%.

Zasadniczo dostatecznie jest ustalić % drobnego i grubego piasku. Piasek powinien zawierać najmniej 20% i najwyżej 70% drobnego piasku (rys. 1). W mieszaninie z piasku i żwiru, łupka, albo tłucznia powinno się znajdować przynajmniej 40%, ale nie więcej jak 80% piasku (rys. 2)*.



rys. 2.

Przy poważnych budowlach, a także zawsze przy użyciu płynnego betonu, należy przed rozpoczęciem budowy ustalić, za pomocą odpowiednich doświadczeń (prób), stosowny skład kruszywa. Utrzymanie tego składu w czasie wykonania robót powinno być sprawdzane kilkakrotnie. Jeśli nie można uniknąć znacznych zmian, to gwarantowane własności betonu powinny być na nowo udowodnione.

c) Kruszywo nie powinno zawierać żadnych składników, które mogą źle wpływać na twardnienie, albo na wytrzymałość betonu, albo wywoływać rdzewienie żelaza (stali) uzbrojenia. W wątpliwych wypadkach wpływ tych szkodliwych składników powinien być wyjaśniony za pomocą prób.

Jako szkodliwe składniki należy uważać:

- a) glinę, muł i podobne przymieszki naturalne lub znajdujące się w tłuczniu. Te składniki działają osobiście szkodliwie jeśli są z kruszywem mocno związane. Jeśli takowe są w małych ilościach drobno rozproszone w piasku, nie przylegając mocno do ziarn kruszywa, to na ogół, są one

*) Uwaga. Patrz metoda profesora W. Paszkowskiego: Beton o przewidzianej wytrzymałości. Warszawa 1934.

nieszkodliwe. Zawartość w kruszywie do 3% wagi składników, dających się oczyścić (wypłókać) z mułu, nie podlega na ogół zakwestionowaniu. Zanieczyszczone kruszywo może być najczęściej ulepszone przez wymycie (wypłókanie);

- β) organiczne, próchniczne, ziemiste przymieszki;
- γ) węgiel, osobliwie miał z brunatnego węgla;
- δ) kawałki żuzła wielkopieczowego, mające strukturę szklistą, mocno pęcherzowatą i piankową. W żuzlu wielkopieczowym takich kawałków może się znajdować nie więcej jak 5%. Żuzel nie powinien zawierać przymieszek, jak np. kamieni, cegły, gliny, węgla itp., nie powinien być łamliwy, ani obracający się w pył;
- ε) związki chemiczne *), zawierające kwas siarkowy, jak to szlaki z kamieni kotłowych i parowozowych. Przy dostępie wody, wskutek chemicznych procesów, takie domieszki mogą wpływać szkodliwie na beton, co może mieć miejsce także przez utlenienie siarkanów pod wpływem powietrza i wilgoci. Zawartość w żuzlu takich składników nie powinna przekraczać 1% (obliczonego jako SO₃, w stosunku do żuzła wysuszonego przy 98° *)).

***) U w a g a. O wpływach chemicznych na beton. Szkodliwe zanieczyszczenia wody, którą dodaje się podczas mieszania betonu, występuje w postaci związków chemicznych, jak: kwas siarkowy, sól kuchenna, cukier i inne. Na beton już stwardniały działają ujemnie różne kwasy, które tworzą z wapnem zawartym w cemencie sole rozpuszczające się w wodzie. Wskutek tego powstaje niebezpieczeństwo wymycia cementu z betonu. Do kwasów tych należą: kwas solny, azotowy, siarkowy i siarkawy, siarkowodór, węglowy i kwasy organiczne. Szkodliwymi solami są: siarczan sodu, gips, siarczan i chlorek magnezu. Niebezpiecznymi są również wody zupełnie czyste, ubogie w wapno, które rozpuszczają w sobie wapno z cementu, wody morskie, jako zawierające dużo soli magnezowych i siarczanu, bagienne bogate w kwas siarkowy i kanałowe, zawierające amon i siarkowodór.**

Najlepszą ochroną betonu przed omówionymi wpływami jest wykonanie betonu szczelnego lub powleczenie go wodonieprzepuszczalnymi powłokami (patrz Kalend. Przeglądu Budowlanego, r. 1938, T. 1 — Beton).

Podobne żuźle zawierają także często kawałki palonego wapna, które przy działaniu wilgoci gaszą się, powiększając swoją objętość i wskutek tego działają szkodliwie. Zawierający się w żuźlach pył (popiół), o ile występuje w dużej ilości, może zmniejszyć wytrzymałość betonu.

ç) Kruszywo musi być dostatecznie trwałe i odporne na wpływy atmosferyczne.

Dla części budowli, wystawionych na działanie wysokich temperatur (np. w dolnych częściach wysokich kominów) należy używać kruszywa o małej rozszerzalności termicznej i o małym przewodnictwie ciepła.

3) **Woda.** O ile naturalna woda nie jest znacznie zanieczyszczona, to nadaje się do użycia przy wyrobie betonu. **Glinowy cement** nie może być zaprawiany wodą zawierającą sól.

4) **Żelazo (stal).**

a) **Handlowe żelazo (stal)** powinno mieć najmniejszą wytrzymałość na rozerwanie nie mniej 3700 kg/cm² i w ogóle odpowiadać normalnym warunkom na dostawę stalowych konstrukcji.

b) **Wysokowartościowa stal dla żelbetowych budowli.** Pod tą nazwą rozumie się stal, która po wywalcowaniu, bez dalszej mechanicznej obróbki, odpowiada wskazaniom poniższej tablicy.

Stal ta powinna być spawalna.

Oznacza się ona wywalcowanym znakiem o długości 50 mm i firmą fiabryki. Znak ten powinien powtarzać się co metr długości.

Średnica w milimetrach	Wytrzymałość na rozerwanie kg/cm ²	Najmniejsze wydłużenie w momencie rozerwania mierzone na		Najmniejsza granica plastyczności kg/cm ²
		krótkiej sztabce ‰	długiej sztabce ‰	
≤ 18	5000 do 6200	24	20	3600
> 18 ≤ 20	5000 „ 6400	22,8	19	3500
> 30	4000 „ 6400	21,6	18	3400

c) **Próba na zginanie i na rozerwanie.** Zasadniczo na każdej budowie powinny być wykonane próby zginania na zimno żelaza (stali). Przy zgięciu w formie pętli (albo podkowy), tj. przy zgięciu na 180° stopni szerokość światła między zagiętymi końcami próbowanej sztuki powinna równać się podwójnej średnicy krągłego pręta; przy próbowaniu płaskiego żelaza (stali) — podwójnej grubości płaskownika.

Dla części budowli, które są narażone na osobiwie wysokie natężenia, Nadzór Budowlany może wyjątkowo zażądać prób na rozerwanie. Ilość i sposób wykonania tych prób ustalone są osobnymi przepisami (DIN 1000).

Handlowe żelazo (stal) i wysokowartościowa betonowa stal nie powinny być przed próbami ani obtaczane, ani obkutowane, ani powtórnie walcowane; natomiast powinny być próbowane w tej samej grubości, w której zostały dostarczone na budowę.

Zubereitung des Betons.

§ 8. Przygotowanie betonu.

1) **Wskazanie stosunku części mieszanki.** Zawartość cementu mierzy się zwykle na wagę, ilość kruszywa objętościowo.

2) **Ilość cementu.** Mieszanka betonowa powinna zawierać tyle cementu, piasku, żwiru, tłuczni, żeby mógł uformować się gęsty beton, zabezpieczający żelazną (stalową) armaturę od rdzewienia *).

Na ogół na 1 m^3 gotowego betonu w budowni powinno zawierać się najmniej 300 kg cementu. W tych częściach nadziemnych budowli, które nie są wystawione na wpływ działania wilgoci i zmian atmosferycznych, zawartość cementu na 1 m^3 betonu może być zmniejszona do 270 kg.

*) **U w a g a.** Patrz: **Prof. Inż. W. Paszkowski.** Beton o przewidzianej wytrzymałości. **Metoda Prof. W. Paszkowskiego.** Warszawa 1934, a także prace R. Ferét, prof. Bolomey'a, W. B. Fuller'a, prof. Abrams'a.

Także **Breber'a.** Die Baukontrolle im Betonbau. Prag 1929.

Jeśli wyrobienie dobrego betonu jest zapewnione przez użycie kruszywa, odpowiadającego linii leżącej między liniami A i B (patrz rys. 2-gi) i przez zadośćuczynienie osobnym warunkom dopuszczenia wyższych naprężeń, to najmniejsza zawartość cementu w betonie może w budynkach nadziemnych być jeszcze nieco więcej zmniejszona, a mianowicie:

dla części budowli, podległych działaniu
zmian atmosferycznych i wilgoci do . 270 kg/m³
dla pozostałych części budowli do 240 kg/m³

W mostach powinno zawsze w 1 m³ gotowego betonu zawierać się **nie mniej** 300 kg cementu. Nadzór Budowlany może wymagać udowodnienia dopilnowania przy mieszaniu i betonowaniu. W budowlach, które, wskutek osobiwie niekorzystnych warunków, wymagają większego zabezpieczenia od rdzewienia (np. w mostach), może być wymagane powiększenie najmniejszej ilości cementu na 1 m³ betonu. Natomiast w żelbetowych konstrukcjach, w których naprężenia są znacznie niższe od dopuszczalnych, mogą być zastosowane odpowiednio zmniejszone ilości cementu, o ile zabezpieczone są od rdzewienia pręty uzbrojenia i zapewniona, gdzie potrzeba, wodoszczelność betonu.

Najmniejsza ilość cementu w budowlach morskich ustala się odpowiednimi osobnymi przepisami o betonowych budowlach w morskiej wodzie.

3) **Dodatek wody.** Ilość dodawanej wody zależy od sposobu urabiania betonu, od rodzaju, zawartości wilgoci i wodochłonności kruszywa, od składników mieszanki i od temperatury powietrza. Beton powinien być przynajmniej tak miękko urobiony, żeby mógł zupełnie ściśle otoczyć uzbrojenie. Jednakże ilość dodanej wody nie powinna być większa niż potrzebna do wybranego sposobu urabiania betonu, gdyż zbyt duża ilość wody znacznie zmniejsza wytrzymałość betonu. Stopień stężenia (zgęszczenia) betonu zastosowany przy udowodnieniu jego wytrzymałości powinien być utrzymany podczas wykonania budowli. Dla sprawdzenia tej okoliczności należy brać beton na miejscu użycia i wypróbować na rozszerzalność. (Aushreitversuch).

4) **Sposób mieszania składowych części betonu.** Masa betonowa powinna być mieszana za pomocą odpowiednich maszyn.

Przy małych budowlach wyjątkowo może być dopuszczone ręczne mieszanie.

Ogłoszenie jasne i czytelne o składzie mieszanki powinno być przybite w miejscu, gdzie się wykonuje mieszanie, i w czasie robót skład mieszanki powinien z łatwością dawać się ustalić.

a) **Przy mieszaniu maszynowym** masa betonowa musi być tak długo mieszana póki nie będzie zupełnie wewnątrznie przerobiona i otrzyma jednolity wygląd. Przy tym nie jest potrzebne poprzednie wymieszanie na sucho. Na ogół przy maszynach nowej konstrukcji dostatecznym jest czas mieszania (czas urabiania masy betonowej w bębnie maszyny) od jednej do półtorej minuty. Mieszanie w czasie mniejszym od jednej minuty jest niedopuszczalne.

Maszyny do mieszania betonu muszą mieć przyrządy do mierzenia ilości wody, które powinny być tak urządzone, żeby woda mogła być doprowadzana równomiernie i szybko i żeby dodatek wody mógł być mierzony ze ścisłością $\pm 3\%$.

b) **Przy mieszaniu ręcznym** masa betonowa powinna być urabiana na dobrze ustawionym, mocnym ścisłym podłożu, nienasiąkającym. Z początku kruszywo powinno być przynajmniej trzy razy przemieszane z cementem **na sucho** aż otrzyma się mieszaninę jednakowego koloru; potem należy stopniowo dodawać wody przez sitko polewaczki (przez natrysk), a następnie całość jeszcze tak długo mieszać póki się otrzyma jednolitą masę betonową.

c) **Porowate kruszywo do lekkich betonów** musi być, przed mieszaniem, namoczone, najlepiej na dzień przed tym, żeby oddzielne części składowe dały się dobrze zmieszać i żeby było zapewnione dobre twardnienie. Cement i kruszywo muszą być poprzednio między sobą zmieszane, przed tym niż będzie dodana dalsza ilość wody. Przy mieszaniu i zgęszczaniu betonu należy zwrócić uwagę, żeby kruszywo nie było zanadto zmiążdżone.

5) **Stężenie (zgęszczenie) betonu. Steife des Betons.** Zależnie od ilości dodanej wody otrzymują się następujące stężenia (zgęszczenia) betonu:

a) **Naturalnie wilgotny beton (beton ubijany). Erdfeuchter-beton (Stampfbeton).** Naturalnie wilgotny beton nie nadaje się w ogóle do żelbetowych budowli. Masa betonowa nazywa się naturalnie wilgotną, jeśli przy ściskaniu ręką wewnętrzna powierzch-

nia ręki widocznie staje się mokrą; naturalnie wilgotny beton zawiera tylko tyle wody, że przy zakończeniu ubijania powierzchnia betonu jest jawnie wilgotna. Stężenie naturalnie wilgotnego betonu nie może być mierzone za pomocą próby rozszerzenia.

b) **Miękki beton** najlepiej się nadaje do żelbetowych budowli. On zawiera tyle wody, że masa betonowa staje się **ciastowatą**. Jego miara rozszerzenia wynosi najwyżej 50 cm.

c) **Płynny beton** otrzymuje się przez dodanie takiej ilości wody, że on płynie jak papka. Jego miara rozszerzenia wynosi nie wyżej 65 cm.

Miara rozszerzenia betonu (Das Ausbreitmaß) ustala się osobnymi przepisami, tyczącymi się prób.

Vorarbeitung und Nachbehandlung des Betons.

§ 9. Przygotowanie i użytkowanie betonu.

1) **Ogólne postanowienia.** Beton powinien zaraz po wymieszaniu, bez przerwy, być użyty do robót. Tylko w wyjątkowych wypadkach może on pozostawać na krótki czas nieużytkowanym, a mianowicie — przy suchej i cieplej pogodzie — nie więcej jak na godzinę, przy mokrej i chłodnej pogodzie — nie więcej jak na dwie godziny, lecz w takim razie beton powinien być ochroniony od wpływów atmosferycznych, od działania słońca, wiatru, silnego deszczu i przed samym użyciem znów przerobiony łopatami. W każdym razie beton powinien być użyty do robót przed nastąpieniem twardnienia.

Przy nakładaniu betonu należy zwrócić uwagę na to, żeby mieszanina była jednolita. Grubsze części kruszywa, które się odzieliły, muszą znów być zmieszane z pozostałością.

2) **Miejsca spajania betonu** (szwy między odcinkami roboczymi) powinny być wyznaczone przed zaczęciem betonowania. Wyznaczenie tych spoin zależy od postępu robót, od produktywności betoniarni, od rodzaju i obciążenia odpowiedniej części budowli.

Przy ustanowieniu szybkości postępowania robót w kierunku pionowym (wyznaczeniu odcinków budowli) należy przyjąć pod uwagę, że miękkie, a szczególnie płynny beton, wywierają aż do

stwardnienia silne boczne ciśnienie na obszalowanie. Ma to znaczenie osobliwe przy betonowaniu słupów, co do których stosują się osobne przepisy.

Przy wypełnieniu roboczych spoin należy starać się o dostatecznie mocne złączenie warstw betonu. W tym celu należy powierzchnię już stwardniałego betonu oczyścić od luźnych części składowych i dostatecznie zmoczyć, a potem pokryć papkową zaprawą cementową. Przy tym należy ściśle uważać, żeby ta zaprawa już nie wyschła, albo nie stwardniała, przed nałożeniem nowej warstwy betonu. W razie stwardnienia betonu należy powierzchnię przytyku oprócz tego obciosać na szorstko.

3) **Naturalnie wilgotny beton (beton ubijany). Stampfbeton.** Jeśli wyjątkowo dla oddzielnych części budowli z małą armaturą będzie użyty **beton naturalnie wilgotny, to takowy** powinien być układany warstwami o grubości nie większej od 15 cm przy gotowej ubitej warstwie. Przy układaniu prętów uzbrojenia należy zachować ostrożności wskazane poniżej w § 11-ym.

Oddzielne warstwy betonu powinny być prostopadłymi do kierunku ciśnienia powstającego w budowlu, lub w tych miejscach, gdzie to nie jest możliwe, równoległe do kierunku ciśnienia.

Warstwy betonu powinny być ubijane ręcznymi lub lepiej maszynowymi ubijakami (np. ze sprężonym powietrzem). Osobliwie starannie powinny być ubijane kąty u krawędzi warstw (wzdłuż szalowania). Przed nałożeniem następującej nowej warstwy należy poprzednią naciosać póki ona jeszcze nie stwardniała.

Rekomenduje się używać naturalnie wilgotny beton tylko w takich wypadkach, kiedy wydajna praca ubijania ręczna lub maszynowa jest zabezpieczona.

4) **Miękki beton.** Miękki beton także układa się warstwami, których grubość jest różna w zależności od rodzaju budowli i od wielkości betonowanej powierzchni. Miękki beton musi być starannie wykonany przez lekkie ubijanie, podgarnianie i postukiwanie obszalowania, szczególnie przy betonowaniu słupów.

5) **Płynny beton. (Lany beton).** Lany beton, z powodu dużej zawartości wody i zmniejszeniu przez to jego wytrzymałości, wymaga starannego doboru kruszywa i specjalnie dobrych przyrządów dla mieszania i nakładania betonu.

Odpowiedni skład kruszywa i potrzebna ilość wody powinny być ustalone zawsze przed rozpoczęciem robót za pomocą stosownych prób i podczas wykonania budowli należy stale śledzić i próbować czy są utrzymane.

Maszyny do mieszania betonu powinny być szczelnie zamykające się.

Przy przewozach, dostawach i układaniu betonu należy zwrócić uwagę, żeby on się nie rozpadał na składowe części, a stanowił jednolitą masę jednakowego koloru.

Przewozów betonu na duże odległości należy unikać. W razie konieczności takich przewozów należy powtórzyć mieszanie betonu dla otrzymania znów jednolitej masy.

Jeśli beton dostawia się za pomocą rynien, to nachylenie ich powinno być tak wybrane, aby dopływ wody był możliwie mały i beton nie rozpadał się na składowe części. Należy się starać, aby przepływ betonu przez rynny odbywał się możliwie równomiernym strumieniem. Jeśli beton w końcu rynny ma swobodnie spadać z wysokości większej od 2 metrów, to należy używać zamkniętych rur dla spadającego betonu. Przy betonowaniu lanym betonem słupów należy przyjmować osobne środki ostrożności. Jeżeli beton nie może wszędzie dopłynąć własnym pędem, to należy dopomóc mu odpowiednimi przyrządami. Rozpadania się betonu na części składowe, wskutek zbyt dalekiego dopływu lub zbyt powolnego ruchu, należy unikać.

Płynny beton po nałożeniu go powinien być tak przerobiony, żeby znajdujące się w nim pęcherzyki powietrza o ile możliwości się wydaliły i beton otrzymał strukturę spoiwą bez gniazd dla kamieni lub żwiru.

Należy uważać, żeby na powierzchni betonu nie zbierał się cementowy muł (Zementschlamm). Zbyteczna woda, która się osadziła na powierzchni betonu, mogąca wytworzyć cementowy muł, powinna być wydalona, jednakże bez wypłókania betonu. Pozostający muł betonowy należy później starannie wydalic ze stwardniałej warstwy.

6) **Ochronianie betonu.** W pierwszych dniach po wykonaniu warstwy betonowej w czasie twardnienia betonu, należy go

ochroniać od szkodliwych wpływów, a mianowicie od żaru słonecznych promieni, od wiatru (wysychania), od zimna, od bieżącej wody i od czynników chemicznych i od wstrząszeń.

Z uwagi na skurcz betonu należy go w ciągu 8 do 14 dni trzymać w stanie wilgotnym. Beton z cementu wysokowartościowego (przedniego), osobliwie z glinowego cementu, musi być utrzymany w stanie więcej wilgotnym. Przy mrozach świeży beton powinien być zabezpieczony od zamarzania przez odpowiednie pokrycie.

Betonieren bei Frost.

§ 10. Betonowanie w czasie mrozu.

Uszkodzeń betonu nie należy w ogóle oczekiwać, jeśli beton w ciągu 72 godzin po jego ułożeniu miał temperaturę nie mniej niż $+ 2^{\circ}$ Cel.

Jeśli zachodzi konieczność betonowania przy temperaturach niższych od 0° , to należy zastosować środki ostrożności, żeby beton w czasie wiązania zabezpieczyć od zimna. Należy uważać, żeby nie były używane materiały zamarznięte.

Przy **przymrozkach** do -3° należy, w razie potrzeby, nagrzewać i wodę dodawaną do betonu i kruszywo, albo jedno z dwojga. Gotowy beton należy aż do czasu dostatecznego stwardnienia zabezpieczyć od mrozu przez odpowiednie pokrycie.

Przy **długotrwałych mrozach** lub przy krótkotrwałym mrozie o temperaturze niższej niż -3° betonowanie może być dopuszczone tylko w razie zastosowania osobnych środków ostrożności. Do tych środków należą: nagrzewanie wody i kruszywa, prowadzenie robót w prowizorycznym ogrzewanym pomieszczeniu (baraku) tak, żeby beton mógł bez przeszkód wiązać i stwardnieć. Jednakże ogrzewanie nie powinno być tak intensywne, żeby za wielki żar nie wyparował wody potrzebnej betonowi do wiązania i stwardnienia.

Na zamarzniętych częściach budowli nie można betonować. Uszkodzone przez mróz części budowli betonowej powinny być rozebrane.

§ 11. Układanie uzbrojenia żelaznego (stalowego).

1) Żelazo (stal) przed użyciem powinno być oczyszczone od brudu, tłuszczu i powierzchniowej rdzy.

Szczególną uwagę należy zwrócić na to, żeby pręty żelazne (stalowe) uzbrojenia posiadały przepisaną formę i prawidłowe położenie i żeby pracując na rozciąganie lub ściskanie podłużne główne pręty uzbrojenia były dobrze połączone wiążącym drutem z rozdzielczymi prętami i ze strzemionami (Bügel). W słupach żelbetowych rekomenduje się przy pewnych warunkach, łączenie podłużnych prętów ze strzemionami za pomocą **spawania**.

Odpowiedzialny kierownik robót powinien przed zabetonowaniem zbadać: czy położenie uzbrojenia zgadza się z zatwierdzonym planem i czy pręty uzbrojenia mają odpowiednie przekroje.

2) W czasie betonowania pręty uzbrojenia powinny być utrzymane w należytych położeniu. W tym celu rekomenduje się dolne pręty podtrzymać małymi betonowymi klockami, albo przywiesić. W budowlach, podlegających działaniu zmian atmosferycznych, i w stropach i dachach fabryk, mających do czynienia z płynnymi materiałami, należy tak zawsze postępować. Górne pręty w dachach i belkach należy zabezpieczyć od opuszczania się.

3) Żelazne (stalowe) pręty uzbrojenia powinny być ściśle otoczone betonową masą. Przy użyciu betonu, **naturalnie wilgotnego**, powinny te pręty być otoczone warstwą miękkiego betonu, albo bezpośrednio przed nałożeniem betonu, naturalnie wilgotnego, pokryte cementowym mlekiem, przy czym należy uważać, żeby w momencie zabetonowania cementowe mleko było jeszcze świeże i nie wyschło.

Przy użyciu lekkiego betonu (Leichtbeton) pręty uzbrojenia powinny być zawsze pokryte cementowym mlekiem.

4) Jeśli część żelbetowej budowli z prętami uzbrojenia na dole (na spodzie) wykonywana jest bezpośrednio na gruncie budowlanym (np. płyty fundamentowe), to należy przed tym pokryć grunt warstwą betonu o grubości co najmniej 5 cm, albo równoznaczną warstwę innego materiału (np. warstwą cegieł ułożonych na płask).

§ 12. Deskowania (obszalowania) i rusztowania.

1) **Ogólne przepisy.** Wszystkie rusztowania i deskowania muszą być starannie wykonane i powinny dawać się łatwo i bezpiecznie rozbierać. Wymiary ich muszą być tak wybrane, żeby te rusztowania i deskowania były dostatecznie wytrzymałe na działanie sił zewnętrznych. Przy tym należy specjalnie zwrócić uwagę na to, że miękki beton a przede wszystkim lany beton, wskutek mniejszej lub większej płynności takowych, wywierają znaczne boczne ciśnienia na deskowanie; wskutek czego przy zastosowaniu tych betonów osobliwe znaczenie należy przypisać wytrzymałości deskowań.

Podpory rusztowań i krążyny powinny opierać się na klinach, śrubach (dźwignikach, domkratach), lub cylindrach napełnionych piaskiem, żeby rusztowania mogły być stopniowo obniżane bez uderzeń i wstrząśnień.

Zabronione jest zrzucać materiały budowlane na rusztowania i obszalowania, a także składać takowe materiały w większej ilości na rusztowania.

Przed betonowaniem odeskowania powinny być oczyszczone i jeśli potrzeba zmoczone; postronne ciała powinny być wydalone z wnętrza deskowania. Deskowania słupów powinny mieć u podstawy i w miejscach rozszerzenia otwory dla oczyszczania. Takież otwory u dołu powinny mieć głębokie obszalowania belek.

Przed betonowaniem i podczas takowego powinny być ściśle badane deskowania i ich podstawy.

2) **Podpory deskowań.** Na podpory rusztowań i deskowań powinny być użyte proste, zdrowe i grubsze drewna. Niedopuszczalne są krąglaki dla słupów dźwigających o średnicy niższej od 7 cm w cieńszym końcu. Przeciw wyboczeniu słupów należy, w razie potrzeby, stężyć je poziomymi łątami, albo podwójnymi skrzyżowanymi skosami z desek w dwóch wzajemnie prostopadłych do siebie kierunkach. W razie wątpliwości może być zażądane udowodnienie stateczności słupów podpór.

Słupki podpór rusztowań i deskowań powinny być możliwie bez styków, tj. z całkowitego krąglaka. W razie konieczności dopuszcza się, stykane krąglaki w ilości połowy ich ogólnej liczby

pod płytami i w ilości jednej trzeciej pod belkami zwykłych konstrukcji żelbetowych w budowlach nadziemnych. Stykane podpory powinny być możliwie równomiernie rozmieszczone. W podporach dopuszcza się tylko **jeden styk**. Stykowe powierzchnie pionowych podpór powinny być poziome i ściśle do siebie przylegać. Styki powinny być pokryte drewnianymi łątami o długości przynajmniej 0,70 metra, przybitymi gwoździami, w celach zapobieżenia zgięciu i wyboczeniu słupka. W podporach z krąglaków należy użyć do pokrycia styku trzech łąt, w podporach z drzewa ociosanego na cztery kanty — czterech łąt. Z powodu niebezpieczeństwa wyboczenia — styk nie powinien być dawany w średnicy trzeciej części długości słupka. Przeciw wciskaniu się słupków podpór w drewniane podkłady należy, w razie potrzeby, używać podkładki z twardego drzewa, albo żelazne.

W razie jeśli połączenie w styku jest trwałe i mocne, to podpory mające urządzenia dla ich wyciągania, lub też mające żelazne przedłużenia — nie uważają się za podpory stykowe. W budowlach piętrowych podpory powinny być tak urządzone, żeby obciążenie górnych podpór oddawało się bezpośrednio na dolne podpory.

Należy zwrócić osobliwą uwagę na odpowiednie oddanie ciśnienia podpór na grunt. Podpory muszą mieć nieosiadające podłoże (np. grube deski, bale lub kantowe drewna). W razie słabego gruntu albo przemarzłego należy zastosować osobne zabezpieczenia.

3) Zapasowe podpory. Deskowania dla budowli nadziemnych powinny być tak wykonane, żeby przy rozdeskowaniu niektóre podpory (t. zw. podpory zapasowe) mogły pozostawać, bez żadnego poruszenia ich i leżącego nad nimi deskowania. Zapasowe podpory różnych pięter powinny możliwie najściślej leżeć na jednej pionowej linii. Dla belek o zwykłych rozpiętościach dostatecznie jest mieć po jednej zapasowej podporze pod środkiem belki. Przy podciągach i długich belkach może być wymagana większa ilość podpór zapasowych. Dla płyt o rozpiętości większej od 3 metrów wymagana jest zapasowa podpora po środku płyty. W kierunku poprzecznym (prostopadłym do rozpiętości płyty) odległość między zapasowymi podporami nie powinna wynosić więcej od 6 metrów.

4) **Rusztowania dla odeskowań i krążyn.** Dla dachów i sklepień, wznoszących się nad podłogą powyżej 8 metr., a także dla ciężkich części budowli powinny być w ogóle stosowane prawidłowo skonstruowane rusztowania, odpowiadające wymaganiom bezpieczeństwa.

Przy wykonaniu rusztowań pod odeskowania budowli inżynierskich, a także dla domów z piętami o wysokości powyżej 5 metrów, może być wymagane obliczenie statyczne wytrzymałości tych rusztowań, na zasadzie odpowiednich przepisów o obciążeniach i dopuszczalnych naprężeniach.

Przy obliczeniach i wykonaniu poważniejszych rusztowań należy zastosować przepisy dotyczące się drewnianych mostów (DIN—1074).

5) **Podwyższenie krążyn i deskowań.** W częściach budowli o wielkich rozpiętościach należy krążynom i deskowaniom nadawać pewne podwyższenie, aby dźwigary po rozdeskowaniu mogły przyjąć przewidzianą w projekcie formę.

§ 13. Terminy usunięcia deskowania i porządek rozdeskowania.

1) **Ogólna uwaga.** Żadna część budowli nie może być oswobodzona od deskowania wcześniej niż beton dostatecznie stwardnieje i niż odpowiedzialny kierownik budowli się o tym przekona przez zbadanie części budowli i zarządzi usunięcie deskowania. O rozdeskowaniu zapasowych podpór — patrz niżej.

2) **Okresy czasu** od zakończenia betonowania do usunięcia deskowania zależą od rodzaju betonu (cementu), od rodzaju, wielkości betonowej konstrukcji i natężenia sił, które ona przyjmuje na siebie, i od pogody.

Osobliwą ostrożność należy zachować względem tych części budowli, które, po usunięciu deskowania, już niosą prawie pełne obciążenie wskazane w obliczeniu (np. dachy, pokrycie dachów, stropy, jeżeli takowe są obciążone stropami wyższych pięter jeszcze nie stwardniałymi).

Przy sprzyjającej pogodzie (t. j. przy najniższej temperaturze powyżej $+ 5^{\circ}$) i przy użyciu zwykłych sposobów deskowania można stosować w ogóle niżej pokazane najmniejsze terminy usunięcia deskowania (rozdeskowania):

T A B L I C A 1.

1	2	3	4
Rodzaj użytego cementu	Dla boczno- go obszalowa- nia belek i obszalowa- nia słupów albo filarów	Dla obszalowa- nia płyt stropów	Dla podpór belek i płyt stropowych o dużej roz- piętości
Handlowy cement (t. j. zwykły nie wysoko- wartościowy cement)	3 dni	8 dni	3 tygodnie
Wysokowartościowy (przedni) cement	2 dni	4 dni	8 dni

Przy dużych rozpiętościach i dużych wymiarach części budowli te terminy usunięcia deskowania mogą być, w razie potrzeby, podwojone. W razie zastosowania deskowania ślizgającego się lub przesuw nego, albo podobnych urządzeń, terminy usunięcia deskowania, wskazanego w tablicy 1-ej, wiersz 2-gi (wysokowartościowy cement) mogą odpowiednio być zmniejszone.

Jeśli po zabetonowaniu następowały czasowe ochłodzenia powietrza (najniższa temperatura w ciągu dnia w granicach $+ 5^{\circ}$ i 0°), to odpowiedzialny kierownik budowy, przed usunięciem deskowania, powinien się przekonać, przez zbadanie betonu, czy takowy dostatecznie stwardniał i czy podane wyżej terminy rozszalowania nie powinny być odpowiednio przedłużone.

Jeśli w czasie twardnienia nastąpi mróz, to terminy usunięcia deskowań powinny być przedłużone przynajmniej na czas trwania mrozów. Przy powtórnym przystąpieniu do robót po mrozie i przy każdym potem rozszalowaniu należy zbadać czy nastąpiło wiązanie betonu i czy takowy dostatecznie stwardniał, a nie zamarzał tylko.

Przy niesprzyjającej pogodzie i w czasie mrozów Nadzór Budowlany może uzależnić decyzję o terminach rozdeskowania od wyniku prób na wytrzymałość, wykonanych w tych samych warunkach co do twardnienia, w jakich znajdował się beton w budowli.

3) **Zapaszowe podpory** po rozdeskowaniu powinny pozostać przynajmniej jeszcze 14 dni, a przy użyciu wysokowartościowego cementu najmniej 8 dni. Podczas mrozu te terminy powinny być przedłużone przynajmniej o czas trwania mrozu. W wypadkach osobliwych Nadzór Budowlany może dopuścić wyjątki.

4) **Postępowanie przy rozdeskowaniu.** Słupy i filary powinny być zasadniczo oswobodzane od deskowania wcześniej od belek i płyt.

Rusztowania podpór, krążyny i wolno stojące obszalowania stropów powinny być z początku obniżone przez obluźowanie odpowiednich przyrządów (kliny, śruby, dźwigniki, cylindry z piaskime etc.). Zabronione jest odbijanie i naciskanie obszalowania. W ogóle wszelkie wstrząśnięcia przy rozdeskowaniu powinny być unikane.

5) Jeśli nie uda się uniknąć używania stropów w pierwszych dniach po wykonaniu takowych, to należy przyjąć osobliwe środki ostrożności.

Zabrania się składać albo zrzucać na świeżo wykonane stropy — ciężary, kamienie, belki, deski, dźwigary itp.

Grundsätze für die bauliche Ausbildung.

III. § 14. Zasadnicze wskazówki konstrukcyjne.

1) **Wkładki żelazne** (stalowe), czyli pręty uzbrojenia (armatury).

a) **Haki wkładek.** Pręty pracujące na rozciąganie powinny mieć na końcach półokrągłe, lub ostrokątowe haki, których średnica w świetle powinna być równa 2,5 średnicom pręta. W słupach rekomenduje się podłużne żelaza zaopatrzyć w krótkie haki zagięte pod prostym kątem.

b) W prętach odgiętych średnica w świetle zaokrąglenia powinna być nie mniejsza od 5-krotnej średnicy pręta.

c) **Połączenia styków w prętach.** O ile możliwe pręty pracujące na rozciąganie powinny być całkowite (bez styków). W jednym przekroju poprzecznym belek, płyt belkowych i części ciągnionych (podciągi) może się znajdować tylko jeden styk pręta.

Styki mogą najlepiej być uformowane w rodzaju **spon**, t. j. mufek (muter) ze śrubami naciętymi w odwrotnych kierunkach. Żelazo tych spon powinno odpowiadać ogólnym warunkom.

W rdzeniu śruby dopuszczalne są te same naprężenia, co i w przecie uzbrojenia.

Spawane styki prętów uzbrojenia z przekrojami okrągłymi lub innymi o małych poprzecznych wymiarach powinny być wykonane za pomocą elektrycznego **zgrzewania** *) **oporowego** płaskich stykowych powierzchni (Elektrische Widerstandsstumpfschweißung), tj. nowoczesnego sposobu. To oporowe zgrzewanie powoduje roztopienie się metalu w stykach. Przy nagrzewaniu stykowych powierzchni czołowe płaszczyzny prętów przy częstych zmianach ich odległości rozgrzewają się aż do roztopienia metalu, po czym łączą się pod naciskiem. Wyciśnięty roztopiony metal powinien równomiernie występować naokoło przekroju pręta (w formie pierścienia). W miejscu takiego styku poprzeczny przekrój rozciąganego pręta przyjmuje się do rachunku tylko jako 80% całego przekroju. Większe wykorzystanie przekroju może być dozwolone przez Nadzór Budowlany tylko w tym wypadku, kiedy, przed użyciem prętów do budowy, wymagane bezpieczeństwo będzie zapewnione przez próby i następne zbadanie oddzielnych styków. Przy tym, oprócz prób na wytrzymałość i prób zgięcia na zimno, musi być przyjęta pod uwagę jakość wykonania spawania. Po udaleniu wyciśniętego przy spawaniu metalu nie powinny się znajdować niespajane miejsca, albo pory. Bezpieczeństwo prętów mających średnicę (grubość) powyżej 50 mm, pod względem spawanych styków, musi być udowodnione niezależnie od wielkości wykorzystania przekroju.

Strata na przekroju może być wyrównana przez dodatkowe wkładki żelazne, otoczone ze wszystkich stron betonem i zaopatrzone w haki, albo przez powiększenie sumy przekrojów prętów żelaznych.

Co do obliczenia i wykonania **innych przekroi**, których styki mają być spawane zwyczajnym sposobem**), należy kierować się przepisami o spawanych stalowych nadziemnych budowlach (DIN, 4100).

*) Patrz: Inżynier Z. Dobrowolski. „Spawanie“. Informator. Kalendarz Budowlany na rok 1939 pod naczelną redakcją Prof. D-ra Inż. St. Kunickiego, str. 740—769. (Przyp. Redakcji).

**) Za pomocą elektrodów. (Przyp. Red.).

Nadzór Budowlany może wymagać, żeby dobra jakość spawania była dowiedziona próbami **na zginanie na zimno**. Te próby powinny się odbywać zginaniem koło trzpnia o średnicy podwójnej w stosunku do grubości próbowanego pręta, jeśli takowy jest wykonany z handlowego żelaza, lecz jeśli pręt jest wykonany z wysokowartościowej stali, to średnica trzpnia powinna być czterokrotnie większa od grubości pręta. Pierwszy nadryw może nastąpić dopiero przy kącie zgięcia 60° .

O spawaniu podłużnych prętów w słupach są osobne przepisy.

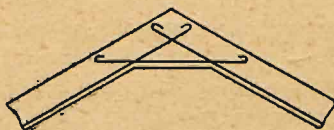
Jeśli styki prętów będą robione za pomocą pokrycia przykładkami, to końce takowych powinny znajdować się obok siebie i mieć okrągłe haki; długość pokrycia powinna wynosić co najmniej 40 średnic pręta, w razie zastosowania handlowego żelaza, i 50 średnic pręta w razie zastosowania stali wysokowartościowej.

Styki pokryte przykładkami są niedopuszczalne w częściach budowli pracujących wyjątkowo na rozciąganie (np. w wieszakach, w podciągach), a także w rozciąganych prętach o grubości większej od 25 mm, w żeberkowych stropach, w belkach, w belkach płyt i w żeberkowych ryglach ram.

d) Rozciągane pręty, przyjmujące na siebie siły zależne od momentów zginających, powinny być przedłużone aż za podpory, albo tak zagięte, żeby były w ogóle zakończone w ściskanej strefie betonu; jeśli belki są wysokie, to zagięcia prętów nie powinny się kończyć w strefie większych rozciągań.

e) Łamane żelaza rozciągane są niedopuszczalne.

W kątach załamania budowli pręty żelazne powinny być w prostej linii przedłużone i zakotwione w ściskanej strefie (rysunek 3).

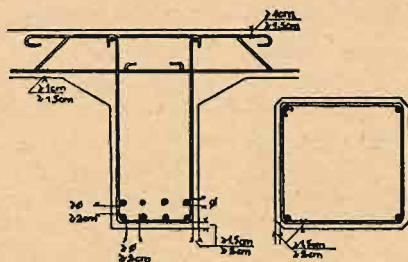


rys. 3.

W zgiętych prętach rozciąganych (krzywoliniowych) należy za pomocą strzemion zapobiegać rozprostowaniu się tych prętów.

2) **Grubość pokrywającej pręty warstwy betonu.** Najmniejsza grubość warstwy betonu pokrywającej wszelkie pręty uzbro-

jenia, nawet strzemiona, jest następująca: dla płyt i stropów żelazkowych w ogóle 1 cm; w miejscach odkrytych (na powietrzu) 1,5 cm; we wszystkich innych częściach budowli w ogóle 1,5 cm; w miejscach odkrytych 2 cm (rys. 4 i 5). Pokrycia kamienne i inne nie liczą się jako pokrycia betonowe.



rys. 4 i 5.

Przy dużych budowlach (np. w mostach itp.) i przy osobiwie trudnych okolicznościach rekomenduje się grubość pokrycia brać powyżej 2 cm.

Przy bardzo dużych budowlach (np. w fundamentach szluz itp.), a także w mostach położonych ponad koleją żelazną z trakcją parową, jest celowe powiększenie pokrycia prętów betonem do 4 cm lub więcej.

Przy żelbetowych budowlach niezwyklej konstrukcji, a mianowicie przy użyciu żelaza kształtowego, należy przyjąć osobne środki ostrożności.

3) **Ochrona przeciwko chemicznym czynnikom.** Budowle betonowe i ich części, które podlegają działaniu szkodliwych dla cementu wód, kwasów, pary kwasowej, płynów solnych i olejów, siarczanego dymu (np. mosty nad kolejami żelaznymi z trakcją parową) wymagają osobiwej ochrony. W tym celu przede wszystkim należy używać osobiwie gęstego i nieprzepuszczającego wody (wodoszczelnego) betonu. Poza tym nadają się rozmaite pokrycia, starannie wykonane pokrycie warstwą cementu, pokrycie farbą ochronną i powiększenie warstwy betonu do 4 cm (nie licząc ocementowania i pokrycia). Poza tym co do betonowych budowli na bagnach, w bagnistych wodach, albo w morskiej wodzie stosują się osobne przepisy.

4) **Zabezpieczenie przeciw zużyciu mechanicznemu.** W pomieszczeniach przemysłowych, albo z silnym ruchem, powierzchnia stropów betonowych powinna być zabezpieczona od zużycia (od ścierania) przez pokrycie rtwiałym materiałem lub przez kamienną posadzkę, albo przez powiększenie grubości betonu przynajmniej o 1 cm, powyżej przewidzianej w obliczeniu grubości. Przy tym na górnej powierzchni betonu powinien być użyty osobliwie wytrzymały materiał.

5) **Wykonane na fabrykach żelbetowe elementy** powinny być zabezpieczone od uszkodzenia przy przewozach — przez dostateczne uzbrojenie strefy ściskanej, jeśli to okaże się potrzebnym. Strefa ściskana musi być specjalnie odznaczona, żeby przy wbudowywaniu elementu nie mogła być omyłkowo przyjęta za strefę rozciąganą.

Jeśli elementy o jednakowej zewnętrznej formie mają różne uzbrojenia, to ta okoliczność powinna być osobno oznaczona.

Allgemeine Berechnungsgrundlagen. Ogólne zasady obliczeń.

Obciążenia powinny być przyjmowane według ogólnych przepisów.

Co do współczynnika dynamicznego (Stosszuschlag), to w oddzielnych wypadkach, np. dla fabryk z ciężkimi maszynami, powodującymi periodyczne wstrząśnienia i uderzenia, Nadzór Budowlany może ustalić specjalny współczynnik dynamiczny.

Przy obliczeniu płyt, dźwigarów i podpór (słupów) należących do przejazdów i pokryć piwnic w podwórzach rzeczywiste obciążenia ruchome (ciśnienia na koło i zastępcze obciążenie) powinny być pomnożone przez 1,4 (dynamiczny współczynnik), o ile nie będą zastosowane zasady obliczenia mostów masywnych (DIN 1075).

Przy obliczeniach dla zwykłych budowli nadziemnych fundamentów pod słupami, oraz ciśnień na grunt nie należy przyjmować pod uwagę współczynników dynamicznych.

Ogólna uwaga. W obliczeniach statycznych zwykłych nadziemnych budowli można nie uwzględniać zmian temperatury i skurczu.

Zmiany temperatury. W dźwigarach, w których zmiany temperatury wywołują znaczne naprężenia; wpływ zmian tych powinien być przyjęty pod uwagę.

W ogóle w tym wypadku można przyjąć do obliczenia jednostajną dla całego dźwigara zmianę temperatury. Przy sztucznie wytworzonych różnicach temperatur (np. w kominach fabrycznych, zbiornikach gorących płynów itp.) należy jednakże przyjąć pod uwagę wpływ spadku temperatury w odpowiedniej części budowli. Jako współczynnik rozszerzenia betonu i żelaznych wkładek od zmiany temperatury należy przyjmować: $\sigma_t = 0,000010$ jeżeli w osobliwych wypadkach nie będzie wskazana inna cyfra.

Granice zmian temperatury w częściach budowli należy przyjmować, stosownie do klimatycznych warunków Niemiec, -5° do -10° i $+25^{\circ}$ do $+30^{\circ}$.

Przy obliczeniach wytrzymałościowych należy w ogóle przyjmować średnią temperaturę przy budowie $+10^{\circ}$ i stosownie do tego liczyć się z granicami zmian temperatury od $\pm 15^{\circ}$ do 20° .

Dla części budowli o najmniejszym wymiarze 70 cm lub więcej, a także dla takich, które przez zasypanie albo innymi sposobami — są zabezpieczone od znacznych zmian temperatury, — powyższe różnice temperatur mogą być obniżone o 5° . Przy określeniu najmniejszych wymiarów budowli — zupełnie zamknięte puste miejsca — nie powinny być odliczane (np. przy przekrojach skrzynkowych).

Skurcz. W statycznie niewyznaczalnych konstrukcjach należy uwzględniać wpływ skurczu na statycznie niewyznaczalne wielkości przez przyjęcie odpowiedniego zniżenia temperatury, a mianowicie:

a) w ramach i ramowych dźwigarach o 15° ;

b) w betonowych łukach i sklepieniach: o sumarycznej zawartości uzbrojenia najmniej $0,5\%$ o 15° , a przy zawartości mniejszej od $0,5\%$ o 20° .

Uzbrojonymi betonowymi łukami i sklepieniami liczą się tylko takie, których podłużne uzbrojenie na dole i na górze wynosi nie mniej niż po 4 cm² na 1 m szerokości sklepienia i w sumie najmniej 0,1%.

Rechnungsannahmen.

Zasadnicze założenia przy obliczeniach.

Przy obliczeniach części konstrukcji, podległych zginaniu lub jednocześnie zginaniu i działaniu siły podłużnej, naprężenia w przekroju poprzecznym powinny być określane z założenia, że wydłużenia są proporcjonalne do odległości od osi zerowej.

Dopuszczalne naprężenia betonu na ściskanie oraz żelaza (stali) na rozciąganie, a także przepisy dotyczące się zabezpieczenia od ścinania, a także naprężeń przyczepności, — określają się w zależności od założenia, że **żelazo (stal) przyjmuje na siebie wszystkie naprężenia rozciągające w przekroju, tak, że beton nie pracuje na rozciąganie.**

Przy określeniu naprężeń i przy oznaczeniu wymiarów części budowli należy przyjmować stosunek współczynników (moduli) sprężystości żelaza (stali) i betonu $n = 15$ ($E_b = 140.000 \text{ kg/cm}^2$).

Przy obliczeniu niewiadomych wielkości w dźwigarach statycznie niewy-
żn, a także sprężystych odkształceń wszelkiego rodzaju dźwigarów, należy przyjmować współczynnik (modul) sprężystości betonu, jednakowy na ściskanie i na rozciąganie, $E_B = 210.000 \text{ kg/cm}^2$.

Moment bezwładności pola poprzecznego przekroju, przy tym obliczeniu, należy brać dla całego przekroju betonu z dodaniem, lub bez dodania, dziesięciokrotnego przekroju żelaza (stali) prętów uzbrojenia.

Ungünstigste Laststellung.

Najniekorzystniejsze ustawienie obciążeń.

Obciążenia ruchome należy przyjmować w tym położeniu, które dla rozpatrywanego przekroju jest najniekorzystniejsze.

Równomiernie rozłożone obciążenia ruchome w ogóle powinny być także przyjmowane w najniekorzystniejszym położeniu. W zwykłych budowlach nadziemnych (Hochbauten) dostatecznie jest przyjmować pełne obciążenia oddzielnych przęseł, z uwzględ-

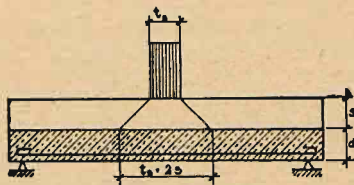
nieniem najniekorzystniejszego współdziałania takich obciążeń (zmienne obciążenia pręseł: jedno obciążone zupełnie, a sąsiednie nieobciążone itp.).

Siły poprzeczne (Querkräfte), które należy przyjmować przy obliczeniu naprężeń ścinających i przyczepnych, — w ciągłych płytach, stropach żeberkowych, w belkach i belkach płytowych zwykłych budowli nadziemnych (Hochbauten) mogą być obliczone przy pełnym obciążeniu wszystkich pręseł. Jednakże przy nierównych pręsłach jest to dopuszczalne tylko jeśli najmniejsze pręsło jest przynajmniej równe 0,8 największego pręsła. W belkach na dwóch podporach mogą odpowiednie siły poprzeczne być także obliczone przy pełnym obciążeniu. Reakcje podporowe płyt, stropów żeberkowych, belek, belek płytowych i słupów mogą, na ogół, być określane bez uwzględnienia ciągłości, w przypuszczeniu, że te konstrukcje na wszystkich wewnętrznych podporach są rozcięte i mogą się swobodnie koło punktu oparcia obracać. Przeciwnie jednak należy przy określeniu obciążenia słupów uwzględnić ciągłość głównych belek, jeśli rozpiętości dwóch pręseł, przylegających do słupa są tak różne, że jedna jest mniejszą od $\frac{2}{3}$ drugiej. Reakcje podpór w tym wypadku powinny być określone przy założeniu, że wszystkie mają pełne obciążenie.

Rozłożenie obciążeń skoncentrowanych i cząstkowych.

Lastverteilung bei Einzellasten und Srteckenlasten.

Obliczenie płyt na zginanie. Płyty o rozpiętości l , pokryte warstwą rozdzielającą ciśnienie o grubości s , albo bez takiej warstwy obliczają się, przy ciśnieniu skoncentrowanym lub rozłożonym na pewną powierzchnię (np. na podstawę maszyn), przy odpowiednim poprzecznym uzbrojeniu*), na zginanie jak belki, mające formę płyt, o szerokości (patrz rys. 6)



rys. 6.

*) Najmniej 3 krągłe pręty żelazne o średnicy 7 mm na 1 m szerokości poprzecznej.

$$b = b' = t_1 + 2s, \text{ albo } b = b' = \frac{2}{3} l,$$

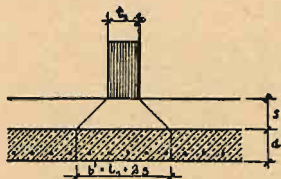
przy czym jednak b'' nie może przewyższać wartości $\max. b'' = t_1 + 2s + 2,0$ metrów. Z dwóch wartości b' i b'' przyjmuje się największą.

W kierunku prętów głównych, pracujących na rozciąganie (rys. 7) obciążenie może się rozdzielać na odcinek $t_2 + 2s$.

Przy obliczeniu płyt na ścinanie należy przyjmować szerokość paska płyty przyjmującego udział w naprężeniach:

$$b = b' = t_1 + 2s, \text{ albo } b = b' = \frac{1}{3} l,$$

przy czym najwyższa wartość b'' nie powinna przekraczać: $\max. b'' = t_1 + 2s + 1,0$ (w metrach). Z wartości b' i b'' może być wybrana większa. Przy położeniu obciążenia bezpośrednio przy podporze może być jednak przyjęte $b = 5d$, gdzie d — grubość płyty (patrz rys. 6 i 7).



rys. 7.

Dla płyt i podlegających przejazdowi pokryw piwnic podwórzowych szerokość rozłożenia obciążenia może, na skutek żądania Nadzoru Budowlanego, być określoną według wskazówek DIN—1075.

Co do rozłożenia obciążeń w wypadku płyt uzbrojonych na krzyż stosują się osobne przepisy.

Schubsicherung.

Zabezpieczenie od ścinania.

W płytach, żebrowych stropach, belkach i ramach należy obliczyć naprężenia ścinające τ_0 .

Naprężenia ścinające, bez względu na odgięte żelaza albo strzemiona (Bügel), przy stałej wysokości użytkowej h oblicza się z następującego równania:

$$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot Z}$$

W tym wzorze b_0 oznacza szerokość ścianki pionowej w stropach żeberkowych lub w belkach płytowych (Stegbreite), a w belkach i w płytach — szerokość takowych.

Z — oznacza odległość śródka ciężkości żelaznych prętów rozciąganych od środka ciężkości strefy ściskanej;

Q — oznacza siłę poprzeczną.

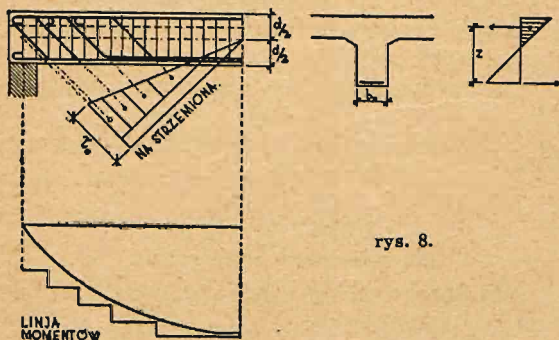
Zmniejszenie naprężeń ścinających wskutek powiększenia przekroju w skosach belek może być uwzględnione.

Jeśli naprężenie ścinające τ_0 okaże się większym niż 14 kg/cm^2 , a w betonie o kostkowej wytrzymałości po 28 dniach $Wb28 \geq 160 \text{ kg/cm}^2$ — większym od 16 kg/cm^2 , to wymiary poprzecznego przekroju powinny być stosownie powiększone.

Dla przyjęcia naprężeń ścinających należy w płytach, belkach, belkach płytowych i ramach — odginać możliwie większą ilość prętów, które są już dalej niepotrzebne dla pokrycia momentów zginających.

W strefach ciśnionej i rozciąganej betonu **krótkie skośne zakotwione** żelaza są niedopuszczalne.

Odgięte żelaza powinny być rozmieszczone celowo, jak pokazuje rys. 8, przy zabezpieczeniu długimi nieodgiętymi żelazami pokrycia momentów zginających.



rys. 8.

Jeśli największe naprężenie ścinające w żeberkowych stropach belkach, płytowych belkach i w ramach przewyższa 4 kg/cm^2 , a w płytach przewyższa 6 kg/cm^2 , to należy obliczeniem udowodnić, że na odpowiedniej części przeszła wszystkie naprężenia ści-

nające zostały przejęte przez odgięte pręty lub strzemiona, albo i przez odgięte pręty i strzemiona, i że takowe prawidłowo zostały rozmieszczone. Jeśli w żeberkowym stropie w każdym żeberku mamy dwa pręty i jeden z nich został odgięty, to powyższe udowodnienie jest wymagalne tylko wtedy, kiedy $\tau_0 > 6 \text{ kg/cm}^2$.

Dla betonu $W_b, 28 \leq 160 \text{ kg/cm}^2$ powiększają się cyfry 4 i 6 kg/cm^2 do 5,5 i 8 kg/cm^2 .

Zabezpieczenie od ścinania powinno być określone z linii sił poprzecznych zapomocą wykresu pokazanego na rysunku 8.

Rekomenduje się największą część naprężeń ścinających oddać na odgięte pręty. Rozstawienie tych odgiętych prętów powinno się odmierzać na środkowej linii belki.

Jeśli odległość punktu przyczepienia przeważającej siły skoncentrowanej od podpory (belki, płyty etc.) jest mniejsza lub mało większa od Z , to dla przyjęcia **skośnych sił rozciągających** powinno być użyte odpowiednie uzbrojenie.

Drehbeauspruchung und Haftspannungen.

Skrećanie betonu i naprężenia przyczepności.

W razie skrećania należy powstające naprężenia rozciągające uwzględnić przez odpowiednie dodatkowe uzbrojenie.

Naprężenia przyczepne. τ , nie należy obliczać, jeśli żelaza uzbrojenia nie są grubsze od 25 mm. Jeśli zastosowane są tylko proste pręty ze strzemionami, albo bez takowych, to naprężenia przyczepności należy obliczać ze wzoru:

$$\tau = \frac{Q}{U \cdot Z},$$

gdzie u — obwód żelaza.

Jeśli przeciwnie odgięto tyle prętów, że takowe łącznie ze strzemionami, mogą przyjąć na siebie wszystkie skośne naprężenia rozciągające, to dla obliczenia naprężeń przyczepnych na **prostych** prętach rozciąganych należy przyjmować tylko połowę siły poprzecznej.

Jeśli naprężenie przyczepne z obliczenia wypadnie większe od 5 kg/cm^2 , to pręty miosące powinny być lepiej podzielone, albo końce ich powinny być zaopatrzone w osobne urządzenia (płytki zaankrowania, poprzeczne żelaza itp.).

Przyczepność żelaza w strefie ściskanej nie potrzebuje być udowodniona.

LITERATURA tycząca się żelbetu i betonu.

- Emperger F. Handbuch für Eisenbetonbau, 14 Bände.
Mörsch. Theorie und Praxis des Eisenbetons.
Foerster. Die Grundzüge des Eisenbetonbaues.
Graf, Mörsch, Räth, Petry. Eisenbetonbau. Entwurf u. Berechnung.
Probst. E. Vorlesungen über Eisenbeton.
Beton-Kalender, 1938.
Prof. A. Santarella. Il Cemento armato.
Prof. A. Mesnager. Cours du béton armé.
P. Christophe. Le béton armé et ses Applications.
E. Freyssinet. Une révolution dans les techniques du béton
1935.
Prof. W. Paszkowski. Kurs żelbetnictwa.
" " Beton o przewidzianej wytrzymałości.
1934.
" " Sposób doświadczalno - obliczeniowy
dozowania betonów i zapraw cementowych, 1935 r. (Metoda prof.
W. Paszkowskiego).
Prof. Kuryłło. Żelbetnictwo.
Inż. Nechaj. Żelbet.
Inż. Widugier. Racjonalne wykonywanie betonu, 1933.
Dr B. Bukowski. Przepowiadanie 28-dniowej wytrzymałości betonu.
Prof. St. Bryła. Beton wibrowany, 1938.
Brebera. Die Baukontrolle im Betonbau, 1929.
E. Turley. Anleitung zur Statistischen Berechnung armerter Betonkonstruktionen.
Prof. St. Kunicki. Żelbet stężony, jako nowy materiał budowlany, 1937, Przegl. Techn.
Prof. St. Kunicki. Quelques questions sur l'utilisation du béton armé on de l'acier dans les ponts de très grande portée. 1930.

Prof. St. Kunicki. Observations sur les voûtes en béton et sur les ponts en cimentarmé. 1928.

H. Lossier. L'avenir du béton armé et du métal pour les ponts de très grande portée. 1934.

H. Lossier. L'évolution des constructions en béton et béton armé en fonction de l'avenir des ciments. 1937.

Prof. St. Kunicki. Ogólne zasady obliczania konstrukcji żelbetowych. 1938 r. Informator Kalendarz Budowlany.
