

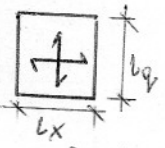
# I. PŁYTY WIELOKIERUNKOWO ZBROJONE

(1)

## 1. STROPY KRZYŻOWO ZBROJONE

W stropach tego typu występują istotne wartości momentów zginających (w obu kierunkach głównych  $x$  i  $y$ ) w płytach prostokątnych opartych na całym obwodzie należy uwzględnić dwukierunkowe zbrojenie, wówczas gdy stosunek długości boków płyt zawiera się w granicach

$$0,5 \leq \frac{l_y}{l_x} \leq 2,0$$



Gdy stosunek ten nie zawiera się to płyty liczymy jako jednokier. zginane.

Wymaga się aby grubość płyt krzyżowo zbrojonych wynosiła

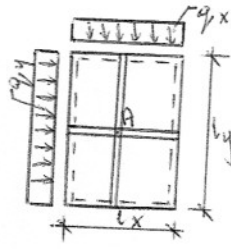
- w przypadku swobod. podparcia na obwodzie  $h_p = \frac{1}{25+90} \cdot (l_x + l_y)$   $h_p$  - gr. płyty
- w przypadku zamocow. na obwodzie  $h_p = \frac{1}{105+120} \cdot (l_x + l_y)$

Ekonom. % zbroj. wynosi 0,3 ÷ 0,9% dla każdego kier. - w stropach krzyżowo-zbroj. płyty oparte są na żebrowach lub ścianach, których wysokość wynosi najczęściej 3 ÷ 5 m. - nie należy projektować płyt o rozpiet. > 6 ÷ 7 m ze względu na zbyt duży udział ciężaru własnego płyty w obciążeniu stropu.

- w płytach dwukier. zbrojonych w ogólnym przypadku występują:

- (a) moment zginający  $M_x, M_y$
- (b) moment skręcający  $M_{xy}, M_{yx}$
- (c) siły poprzeczne  $Q_x, Q_y$

Obciążenie całkowite  $q$  rozkłada się na kier.  $x$  i  $y$



Z warunku nierozdzielności wynika że ujęcie pkt. p. krzyżujących się prętów jest identyczne

$$w_x(A) = w_y(A) \quad (1)$$

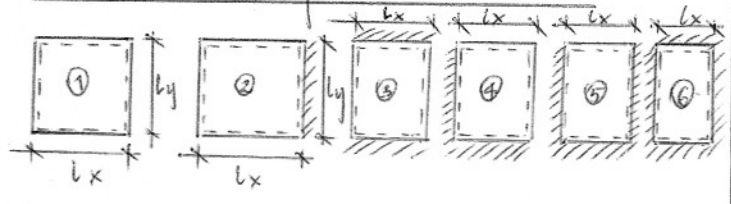
Na podstawie założenia (1) obli. wartości współczynników służących do określenia następujących momentów w kier.  $x$  i  $y$

Momenty przęsłowe obl. się ze wzoru:

$$\begin{cases} M_x = \psi_x \cdot q \cdot l_x^2 \\ M_y = \psi_y \cdot q \cdot l_y^2 \end{cases} \Rightarrow \text{dla obc. równomiernego na całej dt. płyty.}$$

$\psi_x, \psi_y$  - współczynn. z tablic w zależności od stosunku boku  $l_y/l_x$  i schematu podparcia.

## 2. SCHEMATY PODPARCIA PŁYT NA OBWODZIE



Momenty podparowe obl. się ze wzoru - przy obustronnym zamocowaniu

$$M_x = -\frac{\kappa}{12} \cdot q \cdot l_x^2; \quad M_y = -\frac{(1-\kappa)}{12} \cdot q \cdot l_y^2$$

- przy jedностronnym zamocowaniu

$$M_x = -\frac{\kappa}{8} \cdot q \cdot l_x^2; \quad M_y = -\frac{(1-\kappa)}{8} \cdot q \cdot l_y^2$$

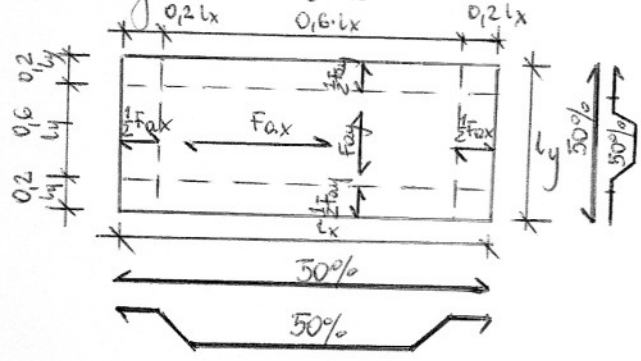
$\kappa$  - współczynnik określony w tabli

W tablicach można znaleźć schematy obc. trapezowych trójkątnych dla różnych schematów obc. podparc. Obl. można wykonać za pomocą programu ABC Płyta

## 3. FASADY ZBROJ. PŁYT JEDNOKIERUNKOWYCH

Min. grubość płyty dla stropów wynosi 8cm. Zbroj. w kier. mniejszej rozpietki zawsze umieszcza się w dolnym rzędzie (w kier. większej rozpietki występują > wartości momentów.)

(a) Płyta jednoprzęsłowa swobodnie podparta nad wszystkimi krawędziami



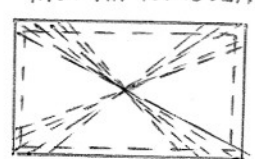
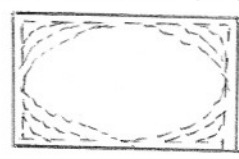
(3)

Max. rozstaw prętów wynosi 25cm, min. 5cm. Należy unikać zbyt dużych średnic (pręty < 16mm). W pasmach skrajnych zbrojenie może być zredukowane do połowy (w pasmach 0,2  $l_x$ ; 0,2  $l_y$ )

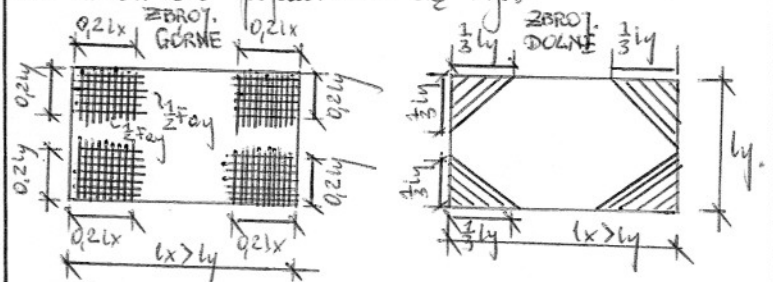
(4)

RYSY NA GÓRNEJ POW. PŁYTY

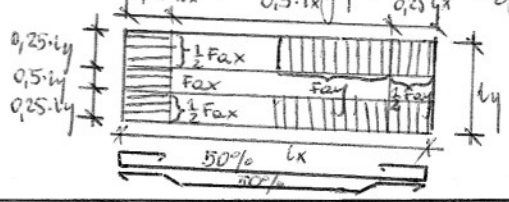
RYSY NA POW. DOLNEJ PŁYTY



Dodatkowe zbroj. górne można zastosować ze względu na możliwość pojawienia się rys.

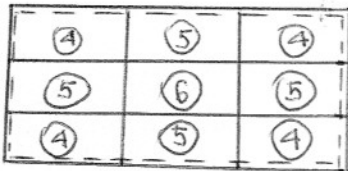


W przypadku płyt o zamocowanych krawędziach zbroj. podne układamy w zgodz. z tabelą dla płyt swobodnie podpartych (oprócz min. 1/3). Natomiast zbroj. górne wykładamy następująco



II. WIEKOPOLOWE PŁYTY KRZYŻOWO-ZBROJONE OBCIĄŻONE RÓWNOMIERNIE (5)

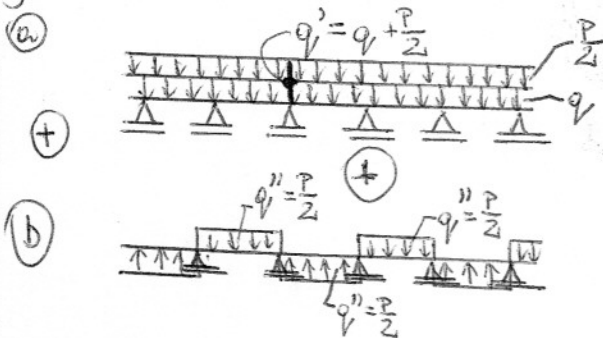
1. Płyte ciężką można podzielić na płyty jednorodnościowe i obł. je przedstawiają się tablicami z uwzględn. odpow. schematów podparcia.



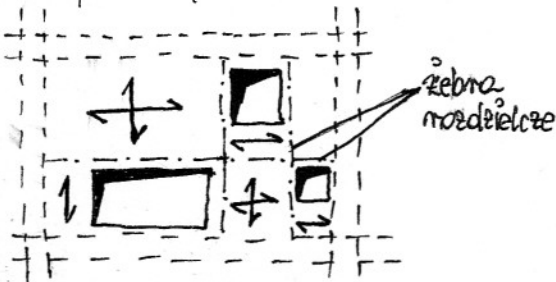
Jeżeli oprócz obc. statycznych działają obc. zmienne  $p \rightarrow$  równomiernie rozłoż. wówczas przy obł. max momenty przęsłowe można także korzystać z tablic. Obciążenie całkowite  $q$  należy jednak rozdzielić na  $q'$  i  $q''$

$$q = q' + q'' ; q' = q + \frac{p}{2} ; q'' = \frac{p}{2}$$

$p \rightarrow$  obc. zmienne  
 $q \rightarrow$  obc. stałe



- Ciekotwierdnie prętów powinno wynosić min 30·d i nie mniej niż 1/3 szer. otworu.
- Dodatkowo w narożach należy umieszczać od 3÷4 prętów  $\phi 12 \div 20$  mm.



zabezpieczenie otworów przy narożach ze względu na możliwość pojawienia się rys.

3. Podpory

(a) Obliczanie belek podporowych

Korzysta się najczęściej z metod przybliżonych przyjmując uproszczony sposób wyznaczania obciążenia działającego na belki. Polega on na rozdzieleniu obciążenia z płyty na powierzchni utworzonych przez dwusieczne kątów narożnych.

Płyte wielopolewą dla obciąż.  $q''$  obł. się jako swobodnie podparta na krawędziach. Suma  $q'$  i  $q''$  tworzy najmniejszą wartość obc. dla max momentów przęsłowych. Momenty podporowe wyznacza się przy założeniu całkowitego obciąż. wszystkich przęseł płyty obciążeniem  $q = q' + p$

Wymiarowanie przęseł płyt prostokątnych krzyżowo-zbrojonych przeprowadza się dla max. i min. momentów przęsłowych. Zbrojenie podporowe dla płyt połączonej monolitycznie z podpory oblicza się na ujemne momenty krawędziowe

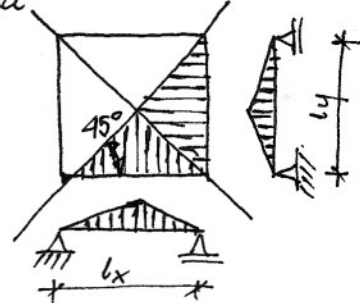
$$M_x \text{ krawędz.} = M_x \text{ podp.} + \frac{q_x \cdot l_x \cdot b}{4}$$

$$M_y \text{ krawędz.} = M_y \text{ podp.} + \frac{q_y \cdot l_y \cdot b}{4}$$

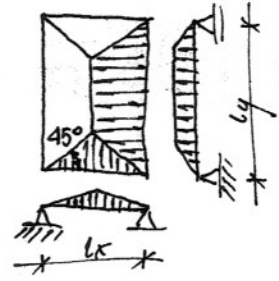
2. Otwory w płytach krzyżowo-zbrojonych

Jeżeli jest to możliwe otwory należy grupować i umieszczać w jednym polu i wzdłuż nich wykonać żebra druciane. Płyta taka pracuje wówczas jako zespół płyt jednokierunkowo lub krzyżowo zbroj. Przy mniejszych obciążeniach ( $p < 5 \text{ kN/m}^2$ ) żebra druciane mogą mieć grubość płyty. Gdy otwory są nieregularne i mają małe wymiary wówczas jako równoważność zbrojenia przeciętego otworem należy dać dodatkowo pręty o przekroju poprzecznym równym przeciętnemu zbrojeniu.

- Kwadratu (8)



- Prostokąta



- Obc.  $\Delta$

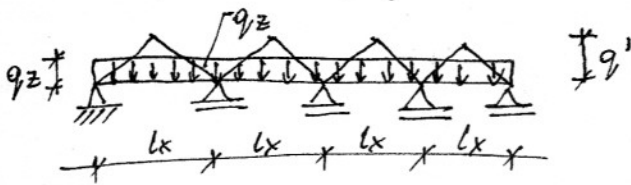
$$Q_x = \frac{q \cdot l_x}{2} \cdot \frac{l_x}{2} = \frac{q \cdot l_x^2}{4} \quad M_x = \frac{q \cdot l_x^3}{24}$$

- Obc.  $\nabla$

$$Q_y = \frac{q \cdot l_x (2 \cdot l_y - l_x)}{4} \quad M_y = \frac{q \cdot l_x (3 \cdot l_y^2 - l_x^2)}{48}$$

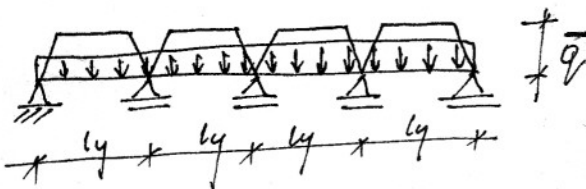
$q$  - obciążenie całkowite pow. stropu

b) Obliczenie belek ceglanych jako podpór w stropach pracujących dwukierunkowo. (9)



$$\bar{q} = 0,5 \cdot q \cdot l_x \quad q - \text{obc. całkowite pow. stropu}$$

Gdy jest obciążenie trapezowe



$$q_z = \bar{q} \left( 1 - \frac{1}{2} \alpha^2 + \frac{1}{8} \alpha^3 \right)$$

$$\alpha = \frac{l_y}{l_x} > 1$$

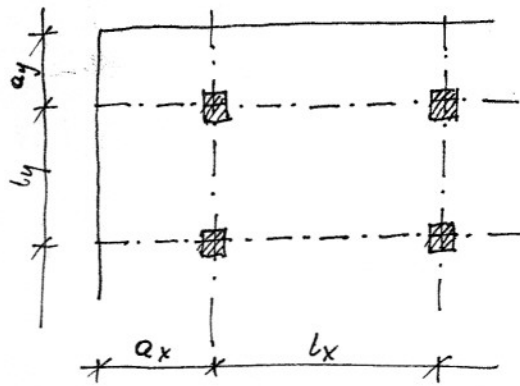
### III. STROPY PŁASKIE BEZBELKOWE (10)

Rozróżnia się tutaj stropy złożone wyłącznie z płyty i słupów czyli STROPY PŁYTOWO-SŁUPOWE oraz stropy, w których płyta oparta jest na słupie ze średnicą odpowiednią słowicy czyli stropy grzybkowe.

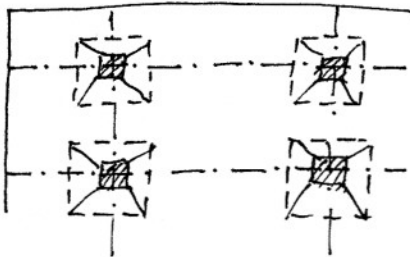
1. Kształtowanie stropów

Siatka słupów może być dowolna chociaż preferowana jest siatka zbliżona do kwadratu. Rozpiętość stropów waha się od 4,5 ÷ 15 m. Kształtowanie obrzeża stropu płaskiego jest dość swobodne. Krawędzie płyty może przebiegać na zewnętrznej linii podpór w odł.  $a = 0,15 \div 0,25 l$ .

#### STROP PŁYTOWO-SŁUPOWY



#### RZUT STROPU GRZYBKOWEGO (11)



a) Struktura płyty stropowej

Powinna być dostosowana w głównej mierze do rozpiętości siatki podpór, intensywności obciążenia i konstr. podparcia

a1) Płyta żelbet. pełna



Rozpiętość w osiach podpór od 4 ÷ 9 m (5 ÷ 7 m)

Grubość płyty  $h = 0,15 \div 0,26$  m (0,15 ÷ 0,20 m)

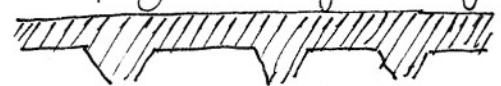
Obc. użytkowe  $p = \text{od } 1,5 \div 20$  kN/m<sup>2</sup>

a2) Płyta żelbet. z wypełnieniem wkładami pełnymi



Wypełnieniem może być styropian, beton piankowy.

a3) Płyta żelbet. wypełniona lekkimi wkładami pustymi z tworzyw sztucznych (12)

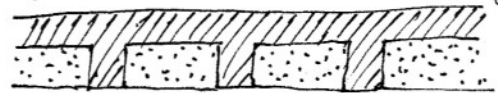


dla (a2 i a3) rozpiętość w osiach podpór 6 ÷ 12 m

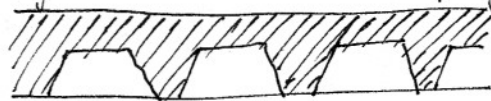
grubość płyty  $h = 0,2 \div 0,4$  m

$p = \text{od } 1,5 \div 20$  kN/m<sup>2</sup>

a4) Stropy kasetonowe z wkładami pełnymi



a5) Stropy kasetonowe z wkładami pustymi



Rozpiętość (a4 i a5) 6 ÷ 18 m

$h = 0,3 \div 1,2$  m

- Stropy te stosuje się w bud. mieszkalnych i biurowych  $\Rightarrow$  typ (a1)

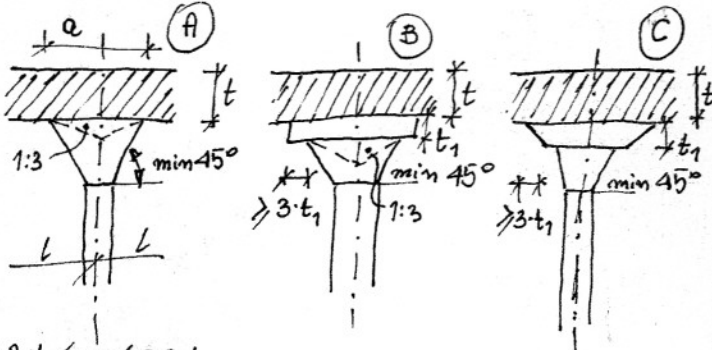
- W obiektach użyteczności publicznej  $\Rightarrow$  typ (a4) i (a5)

- Parkingi, garaże, magazyny, pom. hodowlane  $\Rightarrow$  typ (a2) ÷ (a5)

## 2. Stropy gzybkowe

(13)

Należy je stosować przy znacznym obc.  $p > 5 \text{ kN/m}^2$  oraz przy kwadratowej siatce słupów. Stropy te stosowane są również jako płyty denne zbiorników lub silosów. Występują jako monolit i prefabrykowane. Mamy trzy typy głowic stropów gzybkowych



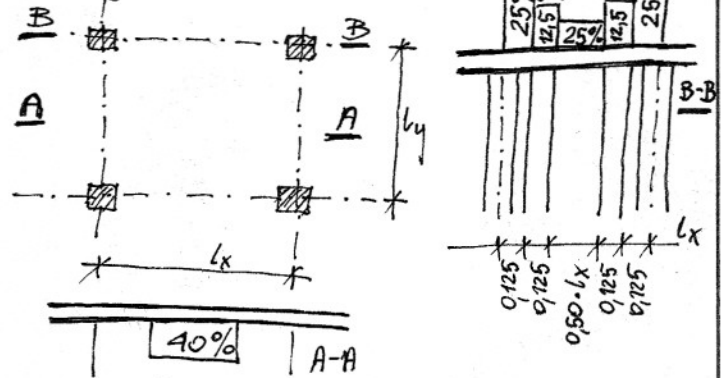
$$0,2 \cdot l \leq a \leq 0,3 \cdot l$$

Stropy gzybkowe stosuje się: w magazynach, halach przemysłowych i garażach wielopiętrowych

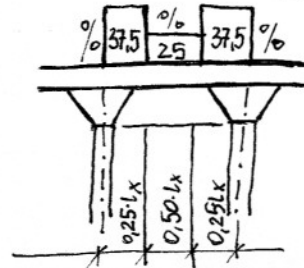
## 3. Obliczanie stropów płytowo-słupowych

(14)

Wzłędy praktyczne wymagają aby zbrojenie stropu układane było pasmami, w których ma ona stałą intensywność. Podamy po niżej na rys. podział stropu na pasma dołoty kwadratowej siatki podpar. W przypadku siatki prostokątnej zaleca się szerok. pasma słupowego dla obu kierunków przyjmowane było jak dla kier. dłuższego.



dla STROPÓW GRYBKOWYCH

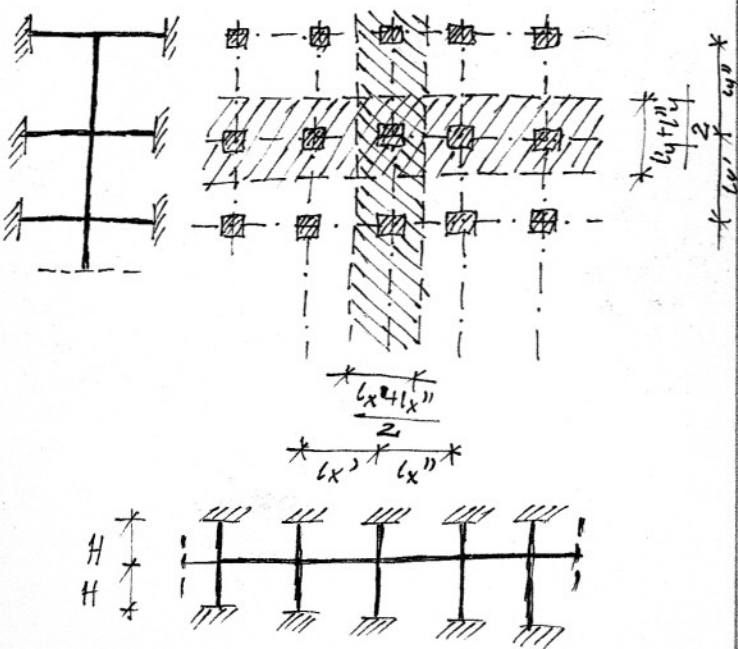


(podział stropu płaskiego na pasma o stałej intensywności zbrojenia i podz. momentów na te pasma)

## 4. Obliczanie stropów metodą ram zastępczych

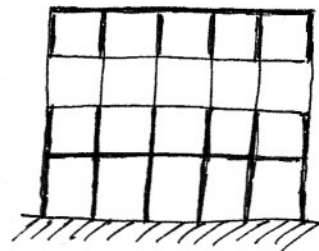
(15)

W metodzie tej zakłada się sprężystą pracę ustroju oraz jednorodność materiałów. Ustrój rzeczywisty dzieli się na układ ram zastępczych, krzyżujących się w dwóch wzajemnie krzyżujących się prostokątnych kierunkach.



Gdy mamy do czynienia z obiektem (np. parkingiem poziomym) w obl. uwzględniamy ramę górną i pośrednią.

(16)



Obl. statyczne wydzielonych ram przeprowadza się dowolną metodą przyjmując do obl. pełne obr. przypadające na każdą z nich. Rame nie może doznac poziomych przesunięć węzłów. Obl. ram wielokomputerowych można sprowadzić do obl. rąga ramy największej oraz najmniejszej. Słupy rami utworzone są zawsze w stropach znajdujących się powyżej i poniżej rąga.

## 5. Obliczanie słupów

Przy założeniu sprężystej pracy układu wszystkie słupy obl. się jako słupy konstrukcji ramowych obl. siłami osiowymi i momentami węzłowymi. Momenty w słupach wyznacza się metodą obrotu momentu węzłowego na schodzące się w węzle elem. końcowe zależnie od ich sytuacji. Neutralnym punktem w tych słupach jest strefa podporowa.

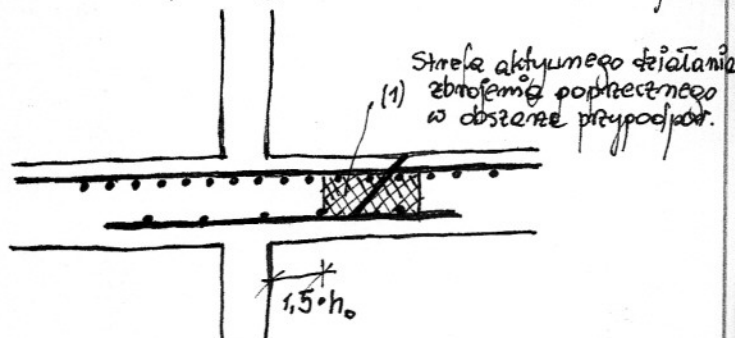
**(17)** Strefa podporowa stropów płytowo - słupowych

Strefa ta jest najbardziej wyężonym obszarem stropu płaskiego. Wyczerpanie nośności w tej strefie występuje w wyniku wspólnego działania mom. zginających i siły poprzecznej. Dla celów ob. najczęściej rozpatruje się osobno zginanie strefy podporowej i ścinanie w obszarze strefy przypodporowej

$$V \leq V_p \quad V_p = \alpha_0 \cdot h_0 \cdot R_{b2}$$

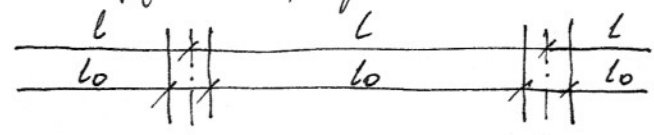
$V$  → reakcja ze stropu przejmowana przez słup  
 $V_p$  → nośność strefy przypodporowej  
 $\alpha_0$  → średni obwód kołoty przebiecia  
 $h_0$  → wysokość płyty

Dla stropów płytowo - słupowych obwód przebiecia przebiega  $0,5 h_0$  od krawędzi słupa.



W strefie (1) należy umieszczać zbroj. stałymiarami lub prętami odgiętymi.

**(18)** Zasady konstruowania zbrojenia w płycie stropów płytowo - słupowych.



TYP ZBROJENIA		PRĘTY PROSTE I ODGIĘTE	
ZBROJENIE	Pasmo słupowe	GÓRNE	$\geq 50\%$ 
	DOLNE	$\geq 50\%$ 	
ZBROJENIE	Pasmo międzystłupowe	GÓRNE	$100\%$ 
	DOLNE		

**IV. SCHODY**

1. Wstęp

Schody żelbet. wykazują wiele zalet w porównaniu ze schodami drewnianymi lub stalowymi

- są
  - (a) niepalne
  - (b) łatwo im nadawać dowolny kształt
  - (c) mogą skutecznie służyć budynkom
- Obc. schodów ok. 300 kg/m<sup>2</sup> czyli 3 kN  
 min. grubość płyty biegowej 10,42 lub 15 cm

2. Schody wspornikowe

Obecnie rzadko stosowane. mogą być zamocowane w ścianie betonowej lub ceglanej. ze względu na znaczne ugięcia wysięg wspornik schodów ogranicza się do 1,5 m.

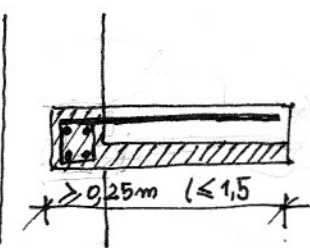
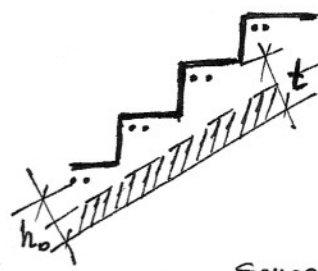
Charakter pracy schodów wspornikowych zależy od ich rozwiązanie konstrukcyjnego.

W przypadku schodów monolitycznych bieg. pracuje jako 1 element.

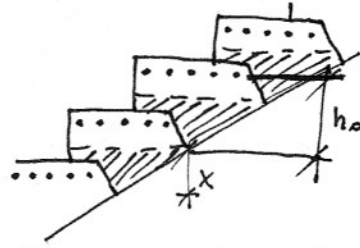
W przypadku schodów prefabrykowanych każdy stopień pracuje oddzielnie.

**SCHODY MONOLITYCZNE**

**SCHODY WSPORNIKOWE**



**SCHODY PREFABRYKOWANE**

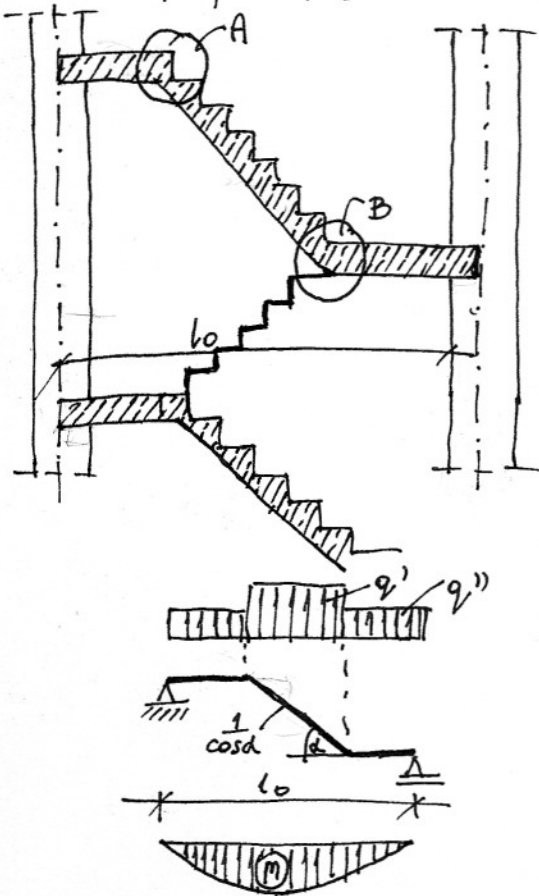


W schodach monolitycznych zbrojenie należy umieszczać w górnych narożach stopni. Natomiast w schodach prefabrykowanych udział górnej pow. stopni.

### 3. SCHODY PRYTOWE

(21)

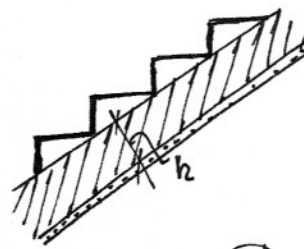
Najprostszym rozwiązaniem są schody oparte na dwóch przeciwnych ścianach (może tu wystąpić swobodne podparcie, częściowe lub całkowicie).



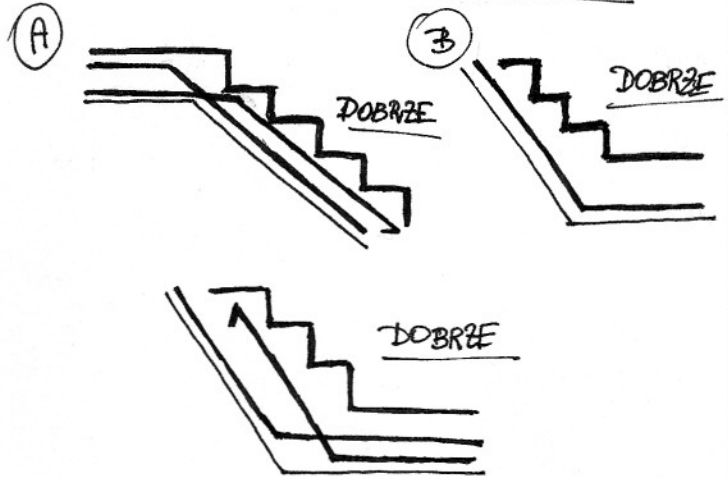
Ciężar własny płyty musi być podzielony przez  $\cos$  kąta nachylenia biegu (tylko tynk i ciężar własny, poza tym nie dzielimy przez  $\cos$  i ani okładzimy ani innymi dekoracyjnymi schodów)

(22)

Płyty główne max 12cm  
Płyty rozdzielcze max 33cm

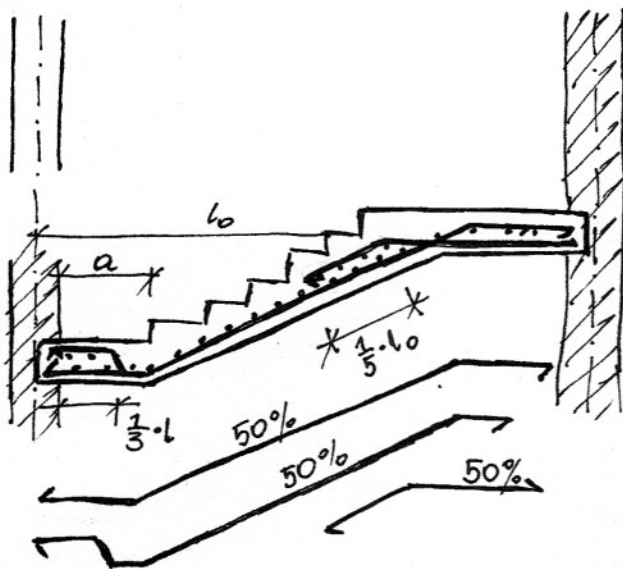


PUNKTY NEURALGICZNE



### ZEROJENIE CAŁYCH SCHODÓW

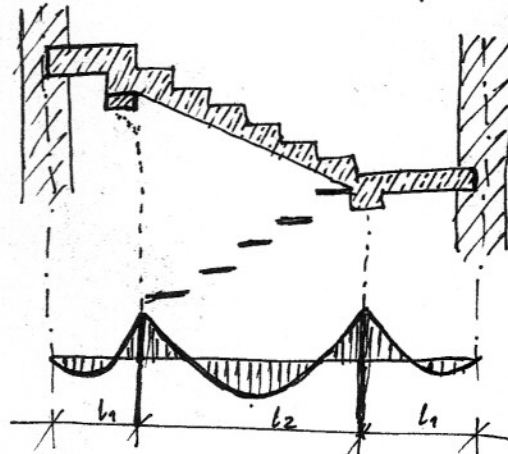
(23)



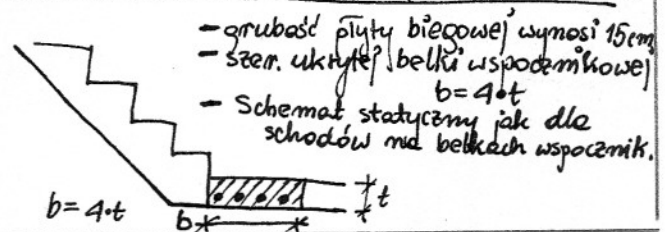
### 4. SCHODY NA BELKACH WSPÓCZNIKOWYCH

(24)

Składają się z płyty bieguj, płyt wspocznikowych, belek wspocznikowych. Obl. przeprowadza się jak dla trójprzęstowej belki ciężkiej. Moment ujemny występuje na prawie całej długości wspoczników. W sposób uproszczony płytę biegową obl. się na moment dodatni,  $M_{max} = ql^2/10$   
gdzie  $q \rightarrow$  obc. na pow. rektu poziomego



SCHODY NA UKRYTYCH BELKACH WSPÓCZNIKOWYCH

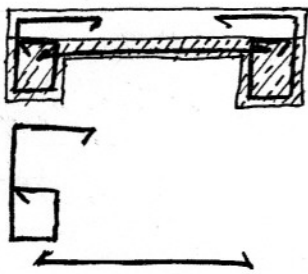


- grubość płyty bieguj wynosi 15cm
- szer. ukrytej belki wspocznikowej  $b = 4 * t$
- Schemat statyczny jak dla schodów na belkach wspocznik.

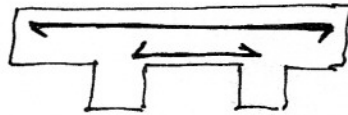
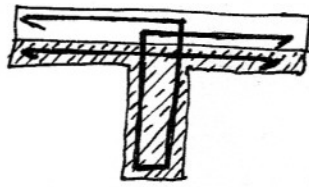
## 5. SCHODY POLICEKOWE

(25)

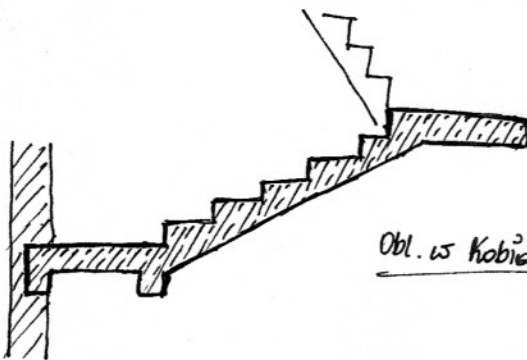
Dla dużej rozpiętości stosuje się najczęściej schody, których belkami nośnymi są belki policekowe.



SCHODY DWUSPOBNIKOWE (oparte na 1 belce)



## 6. SCHODY PŁYtowe z BIEGAMI WSPÓRNIKOWYMI

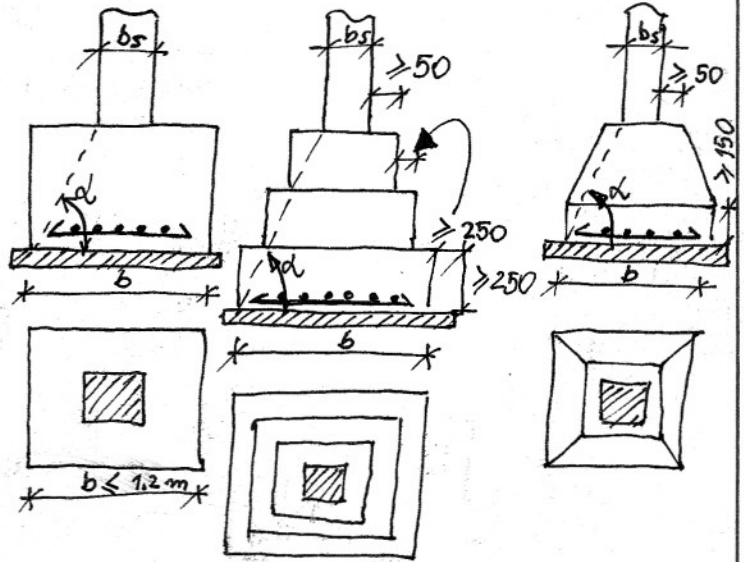


Obl. w Kobiakku

## V. STOPY FUNDAMENTOWE

(26)

Stosuje się stopy fundamentowe beton. i żelbet. Stopy betonowej mają zastosowanie tam gdzie są ekonomicznie uzasadnione (przy małości gruntu jest dobra i występują nieduże obc.). W przypadku, gdy wymiar jednego boku jest mniejszy od 1,20 m to można zastosować fundament wielkości jednego bloku.

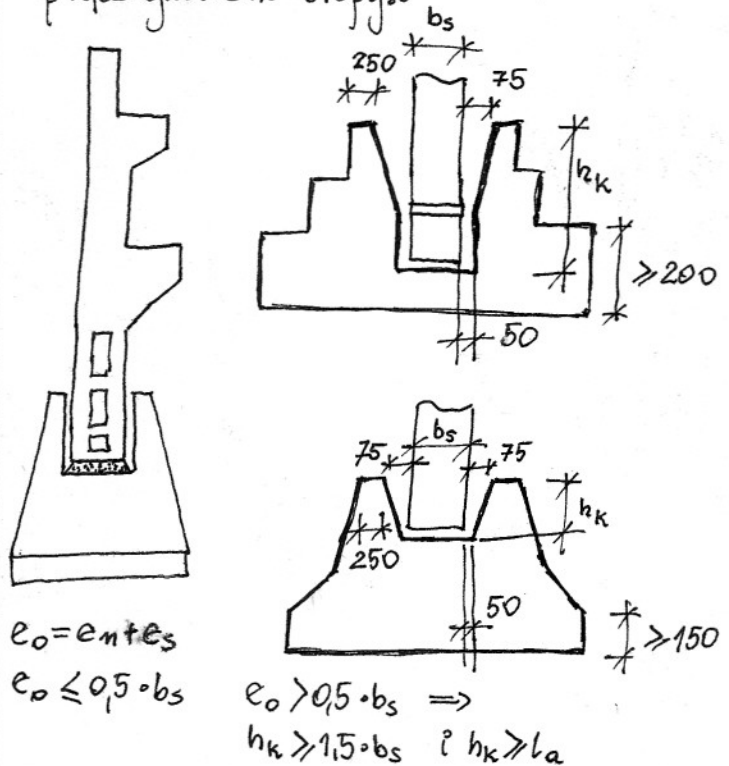


- Kształtuąc wymiary stóp betonowych przyjmuje się, że  $tgd = 1,5 \div 2$
- Stopy w postaci ściętego ostrostupa wymagają najczęściej pełnego deskowania.
- Żelbetowe stopy fundamentowe mogą być tak samo jak stopy betonowe kształtowane lecz  $tgd \leq 1$
- i pod każdą z tych stóp musi być stosowany chudy beton o gr. min. 50 mm (ze względu na korozję betonu).
- Beton po wyschnięciu  $\Rightarrow$  należy wszystkie powierzchnie ochronić warstwami 2x abizol.
- Należy niedopuszczać do sytuacji, aby fundamenty były zakryte na zimę.
- Nie wolno betonować w temp. ujemnych (jeżeli beton w okresie wiązania jest przezroczony to na wiosnę się rozsupie).
- Należy na zimę zasypać 0,5m-tową warstwę piasku oraz owinać folią, aby nie przedostała się woda.
- Przy naprężeniach w gruncie  $\sigma = 0,1 \div 0,3 \text{ MPa}$
- Otulenie zbrojenia w żelbet. stopach wynosi 50 mm
- Przy bardzo dobrych gruntach możemy dopuścić naprężenie pod stopą max.  $5 \div 6 \text{ MPa}$

## STOPY KIELICHOWE

(28)

Kielich stopy musi być zabezpieczony zbrojeniem poziomym na udarzenie, parcie wiatru (siła pozioma) oraz zbrojeniem pionowym (na moment). Płosc zbrojenie musi być odpowiednia ze względu na przebicie. Do stóp fundamentowych stosuje się prefabrykowane stopy.



$$e_0 = e_{ntes}$$

$$e_0 \leq 0,5 \cdot bs$$

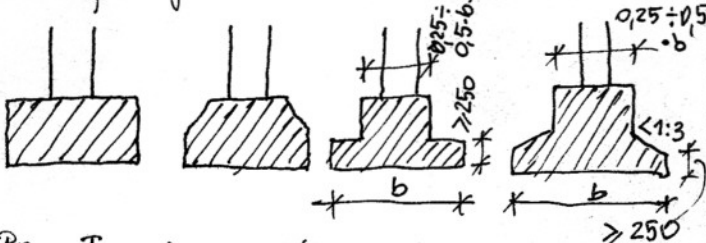
$$e_0 > 0,5 \cdot bs \Rightarrow$$

$$hk > 1,5 \cdot bs \text{ i } hk \geq l_a$$

## VI. ŁAWY FUNDAMENTOWE

(29)

- Stosuje się pod ścianami nośnymi oraz w przypadku gęsto występujących słupów.
- Kształt ław fundamentowych powinien być tak dobrany, aby ich środek ciężkości znajdował się w miejscu działania wypadkowej sił obciążających.
- Wysokość ław przyjmuje się  $\frac{1}{10} \div \frac{1}{16}$  rozstawu między słupami lecz nie mniej niż 30 cm



- Przy ławach obiektów eksplo. górniczej należy stosować w gruntach wysadzinowych poduszkę amortyzującą w piasku dr. 20-30 cm
- Należy pamiętać o zmiennym poziomie wody gruntowej w zależności od pory roku.

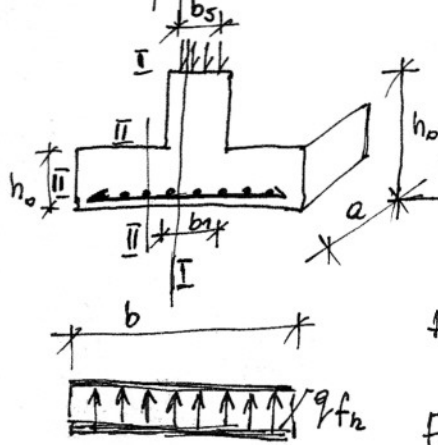
### FUNDAMENTY PŁYTOWE

- Stosuje się wówczas gdy nośność gruntu jest niewiel. wzmocniony obiekt jest ciężki i wysoki (powyżej 10 kond.)
- Gdy mamy niejednorodny grunt lub gdy występuje wysoki poziom wody gruntowej
- Przy dużych obc. i znacznej rozpiętości pomiędzy słupami ( $l > 6m$ ) stosuje się fundament w postaci odwróconego strypu krzyżowo zbroj. lub żelazkowego
- na szkodach górniczych = monolit. ściany piwnic

## VII. OBLICZANIE FUNDAMENTÓW STOPOWYCH

(30)

Zbrojenie najczęściej obl. się m. współm. trapezowych lub prostokątnych. W metodzie tej zbrojenie jest obl. w pionowych przekrojach przechodzących przez krawędź słupa i krawędź odsadzek. Przyjmuje się, że płytowy współm. każdorazowo jest utwierdzony w pozostałej części stopy.



$$M_{I} = 0,125 \cdot q_{fh} (b - b_s)^2 \cdot a$$

$a = \text{szer. stopy fundamentu}$

$$M_{II} = 0,125 \cdot q_{fh} (b - b_s)^2 \cdot a$$

$$\alpha \approx 0,9 \cdot b_0$$

$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9 \cdot h_{oI} \cdot R_b}$$

$$F_{aII} = \frac{M_{II}}{0,9 \cdot h_{oII} \cdot R_b}$$

- Najczęściej stosuje się do zbrojenie stop fundam. stal klasy A-D, A-I (na szkodach górniczych może być również A-II oprócz 34GS)
- Na szkodach górniczych nie należy stosować stali 34GS i A-III

W kierunku poprzecznym postępuje się analogicznie.

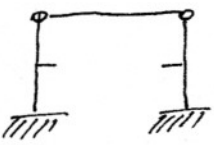
(31)

Jeżeli mamy wykres trójkątny lub trapezowy, liczymy na większą wartość na całej długości stopy (dla stop obc. mimośrodkowo).

- Gdy mamy stopę obciążoną



Ten typ obc. występuje w halach suwnicowych (gdy suwnice hamulec to występuje siła przeciwna do działającej).



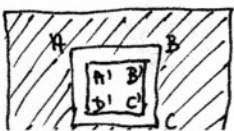
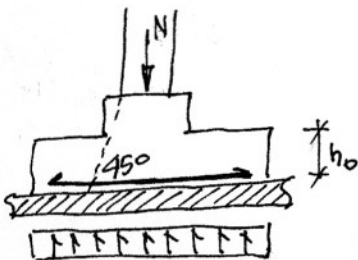
W stopach fundamentowych dodatkowo należy spr. przebicie

$$N_p \leq R_{bz} \cdot U_p \cdot h_0$$

$$N_p = N - q_{fh} \cdot F$$

$F \rightarrow$  pole prostokąt ABCD

$U_p \rightarrow$  średnica asympt. obwodów prostok. ABCD i A'B'C'D'



Gdy stopa jest środkowa to należy spr. w dwóch przekrojach przechodzących przez schodek stopy pod kątem 45°