

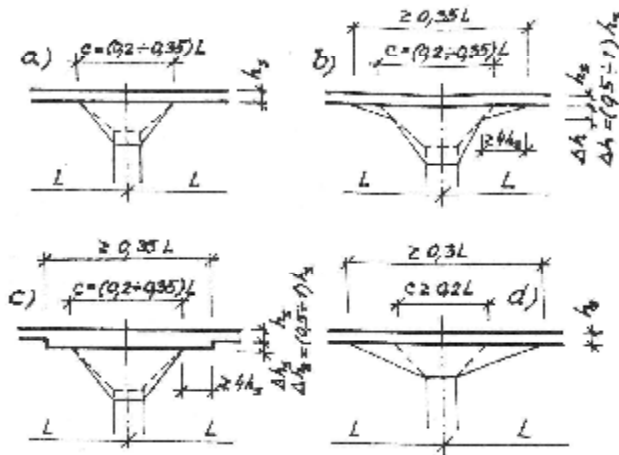
## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

### HŘIBOVÉ STROPY

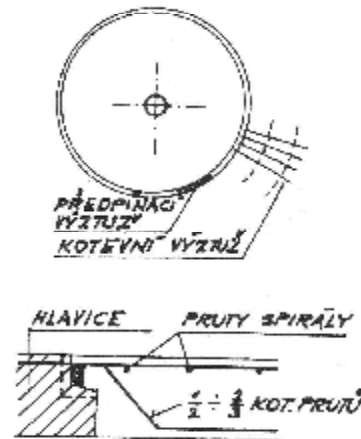
Stropní desky jsou uloženy přímo na sloupech /bezhlavicové desky, hřibový strop se skrytými hlavicemi/, nebo jsou nad sloupy zesíleny hlavicemi.

Osová vzdálenosti sloupů v obou směrech by se od sebe neměly příliš lišit, vhodné jsou tří- nebo vícetraktové konstrukce a překonzolování desky přes okrajovou řadu sloupů. Na obr. 1. jsou uvedeny doporučené tvary hlavic [s vyznačením účinné části hlavice /šárkovaná/, zaváděné do statického výpočtu]. Účinnou část tvoří část hlavice omezená komolým jehlanem nebo kuželem se sklonem povrchových přímek pod úhlem  $45^\circ$ ; vepsaným do obrysové plochy hlavice /odst. 4.1.1./.



Obr. 1.

a, b, c - Doporučené tvary hlavic,  
d - plochá hlavice;  
šárkovaná vyznačena účinná část  
hlavic /odst. 4.1.1./



Obr. 2.

Prefabrikovaná hlavice  
z předpjatého betonu

Doporučená tloušťka desek u varianty hřibových stropů se skrytými hlavicemi je přibližně rovna  $1/33 L$ , u variant stropů s viditelnými hlavicemi tvaru podle obr. 4.1a  $1/35 L$ , s hlavicemi podle obr. 1b, c  $1/40 L$ , kde  $L$  je větší rozpětí pole. U žádné z uvedených variant by neměla být navrhována tloušťka desky menší než  $0,10m$  (odst. 4.1.2).

Stropy se skrytými hlavicemi se navrhuje pro nahodilá zatížení cca do  $5 \text{ kN/m}^2$ , s viditelnými hlavicemi pro nahodilá zatížení větší než  $10 \text{ kN/m}^2$ . Hřibové stropy jsou ze statického hlediska velmi výhodné zejména v případech, kdy má stropní deska přenášet účinky zatížení lokálně působícími osměřnými břemeny /roznášecí zatížení do obou směrů prutů desky, roznášecí řífka je závislá na tloušťce desky a rozponech, které jsou zpravidla větší než u trémových stropů/.

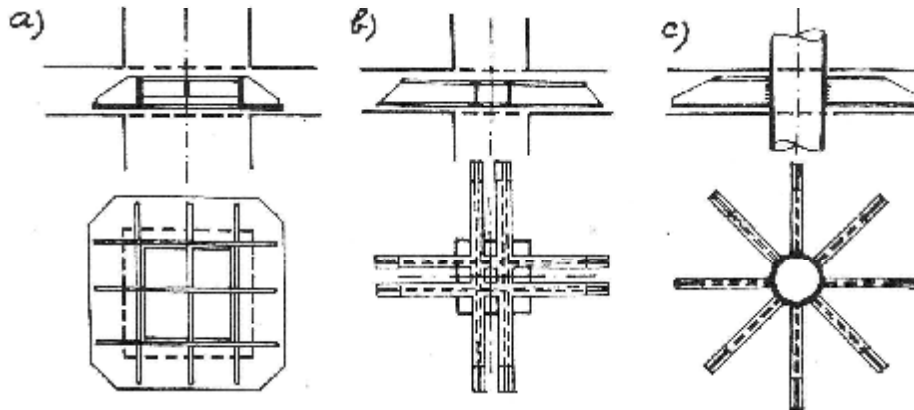
U stropů se skrytými hlavicemi bývá pro návrh tloušťky desky rozhodující oblast v bezprostředním okolí sloupů, namáhaná maximálními ohybovými momenty a smyky. Za účelem zvýšení bezpečnosti proti protlačení desky sloupem lze vložit nad sloup do desky ocelovou skrytou hlavicí nebo prefabrikovanou hlavicí z betonu, předpjatého ovlivněním patentovaným drátem /patent prof. Wünsche/. Ocelovou hlavicí oddálíme kritický průřez /v němž se projevuje bezpečnost proti protlačení desky sloupem/ od obvodu sloupu a tím zvětšíme jeho průřezovou plochu, vložením předpjaté hlavice dosáhneme zlepšení napjatostního stavu v oblasti lokálního podepření desky sloupem /zmenšení velikosti napětí v hlavním tahu/ - obr. 2, 3.

Přibližný výpočet lze uskutečnit pro pravidelné konstrukce, splňující určité pře-

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc. , Ing. Jitka Vašková, CSc.

depsané podmínky, metodou součtových momentů, pro méně pravidelné konstrukce metodou náhradních rámečků. Obě metody vedou k stanovení celkových podporových a celkových mezi-  
podporových momentů /tj. na celou šířku řešeného pruhu stropní konstrukce ze středu  
do středu rozpětí sousedních polí/, které se rozdělí podle určitých zásad do sloupo-  
vých /podporových/ a středních /mezipodporových/ pruhů.



Obr. 3. Příklady skrytých ocelových hlavic: a - manžetová, b - roštová, c - žehrová

Aby nemohlo dojít k nedopatření záměnou indexů, budeme nadále označovat rozměry a statické veličiny ve směru, který staticky vyšetřujeme /tj. ve směru navrhané výztuže/ indexem 1, v příčném směru indexem 2. Každý směr řešíme odděleně, avšak podle stejných zásad.

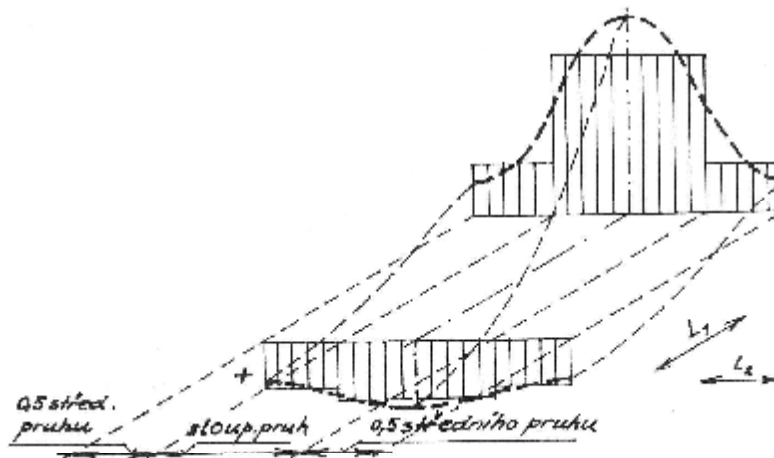
Podle starších předpisů se zaváděla do výpočtu šířka sloupového i středního pruhu stejnou hodnotou, rovnou  $L_2/2$ . Podle novějších směrníc i podle ČSN 73 1204 je rozhodující pro stanovení šířky sloupového /a tím i středního/ pruhu kratší rozpětí pole  $L_1$  nebo  $L_2$ .

Skutečné rozdělení celkových momentů v příčném směru /tj. ve směru rozpětí  $L_2$ / lze charakterizovat spojitou čarou s maximálními pořadnicemi uprostřed sloupového pruhu a s minimálními pořadnicemi uprostřed středního pruhu. Přitom jsou větší rozdíly mezi těmito extrémními pořadnicemi u celkových momentů podporových než mezipodporových.

Na obr. 4 jsou silnou čárkovanou čarou vyznačeny spojitě funkce, charakterizující rozdělení celkových podporových a mezipodporových momentů v příčném směru /tj. ve směru kolmém k rozpětí  $L_1$ /, jež byly stanoveny výpočtem založeným na teorii pružnosti. Teoretické spojitě funkce příčného rozdělení podporových a mezipodporových momentů se pro účely dimenzování podélné nosné výztuže nahrazují zjednodušenými stupňovitými čarami /na obr. plnou slabou čarou/, jejíž pořadnice se stanoví podle příslušných předpisů v závislosti na charakteru konstrukčního systému, případně na faktorech lokálního charakteru, ovlivňujících příčné rozdělení výztuže /např. vliv ztužujících trámů, úprava při prostupech, nutnost zesílení výztuže v úzkém pruhu nad podporou a pod./.

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.



Obr. 4. Rozdělení ohybových momentů v příčném směru - silnou čárkou + nou čarou podle teorie pružnosti, plnou čarou zjednodušený průběh uvažovaný pro návrh výztuže

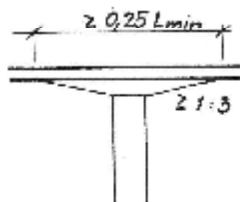
### 4.1. Výpočet podle ČSN 731204

#### 4.1.1. Důležité parametry pro výpočet, vysvětlení pojmů

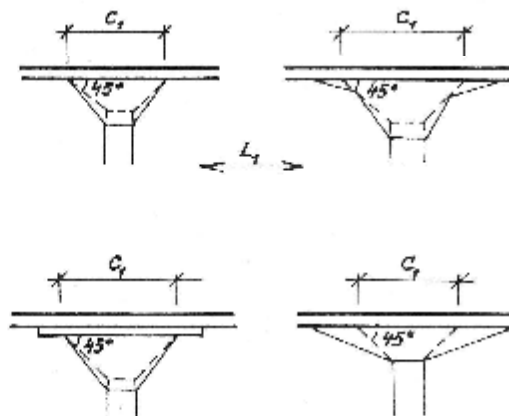
##### 4.1.1.1. Hlavice - účinná úložná plocha

Při výpočtu silových a přetvárných účinků zatížení je třeba přihlídnout k hlavicím, je-li rozměr hlavice v místě jejího připojení k desce větší než  $0,25 L_{\min} / L_{\min}$  je menší z teoretických rozpětí pole/ a jsou-li současně povrchové přímký vepsaného jehlanu nebo kužele ve sklonu  $\geq 1:3$  /obr. 5./.

Účinná úložná plocha je plocha, na níž se uvažuje přenesení zatížení z desky do lokálního podporujícího prvku. U hřibových stropů je to plocha, vymezená stykem účinné části viditelné hlavice s deskou /obr. 6./, u hřibových stropů se skrytými hlavicemi plocha, vymezená stykem sloupu s deskou. Za účinnou část viditelné hlavice se považuje část viditelné hlavice vymezená konolým jehlanem nebo kuželem s úhlem sklonu povrchových přímků od vodorovné roviny  $45^\circ$ , vepsaným do podporujícího prvku. Rozměr účinné úložné plochy ve směru  $L_1$  označme  $c_1$ , ve směru  $L_2$   $c_2$  /např. obr. 7/.



Obr. 5. Nejmenší rozměry hřibové hlavice uvažované při výpočtu účinků zatížení

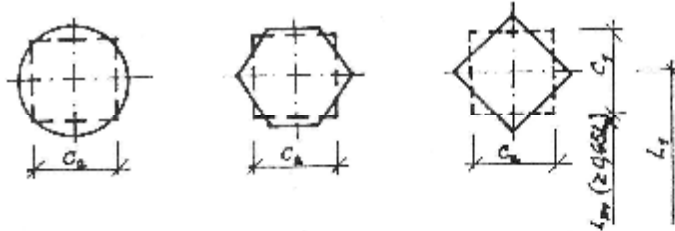


Obr. 6. Účinná část viditelné hlavice

Sylabus k přednášce předmětu BK1 DESKY LOKÁLNĚ PODEPŘENÉ  
Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

Účinné úložné plochy kruhového nebo pravidelného mnohoúhelníkového tvaru lze nahradit stejně velkými koncentricky umístěnými plochami čtvercovými, orientovanými do směru rozpětí  $L_1$  a  $L_2$  /obr. 7./.



Obr. 7.  
Náhradní účinné úložné plochy /stejně velikosti jako plochy původní/

4.1.1.2. Součinitel ztužení  $\alpha$

Součinitel ztužení  $\alpha$  vyjadřuje míru spolupřehení ztužujícího trámu s deskou /u desek bez ztužujících trámů je  $\alpha = 0$ /.

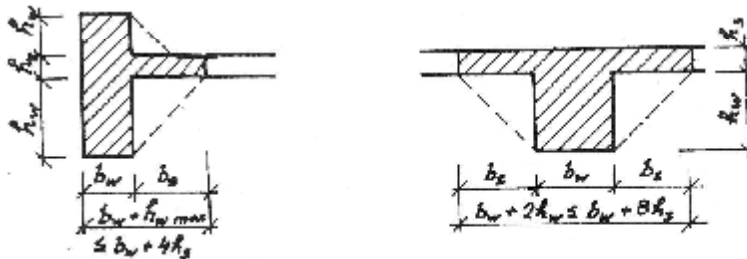
$$\alpha = \frac{E_{bb} I_b}{E_{bs} I_s} \quad /4.1/$$

$I_b$  je moment setrvačnosti účinného průřezu ztužujícího trámu, ležícího ve směru řešených momentů. Účinný průřez ztužujícího trámu se uvažuje podle obr. 8. Je složen z průřezu trámu a části desky o spolupřehící šířce  $b_s$ . Za  $b_s$  se dosadí menší z hodnot  $b_s = h_w, \max$ ,  $b_s = 4 h_s$ ,

$I_s$  je moment setrvačnosti desky o šířce rovné šířce řešeného pruhu  $b$ ,

$E_{bb}$ ,  $E_{bs}$  jsou moduly pružnosti betonu ztužujícího trámu a desky. Pro  $E_{hb} = E_{hs}$  je

$$\alpha = \frac{I_b}{I_s} \quad /4.1'/$$



Obr. 8. Účinný průřez ztužujícího trámu

4.1.1.3. Součinitel kroucení  $\beta_t$

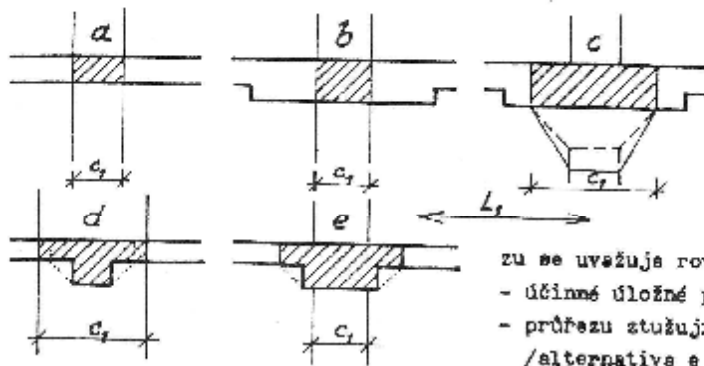
Součinitele kroucení  $\beta_t$ , jímž je respektován vliv kroucení okrajového prvku ve vyšetřovaném deskovém poli, se používá při výpočtu rozdělení celkových podporových momentů v příčném směru v krajní podpoře /t.j. ve směru rozpětí  $L_2$  - indexem 1 budeme nadále označovat rozpětí ve směru řešených ohybových momentů, tedy  $L_1$ /.

$$\beta_t = \frac{G_{bb} I_t}{E_{bs} I_s} \quad /4.2/$$

$I_t$  je moment tuhosti v kroucení průřezu okrajového krouceného prvku, ležícího kolmo

Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.



Obr. 9. Účinný průřez okrajového krouceného prvku /a-strop se skrytými hlavnicemi, b, c-deska zesílená nad podporou, d,e-stužující trám ve směru  $L_2$ /. Šířka průřezu se uvažuje rovná větší z velikostí šířky - účinné úložné plochy  $c_1$  /alt. a,b,c,d/ - průřezu stužujícího trámu pro výpočet  $\alpha_2$  /alternativa e /

k rovině vyšetřovaných ohybových momentů

$$I_t = \sum_{i=1}^n \left[ 1 - 0,63 \frac{t_i}{a_i} \right] \cdot \frac{t_i^3 a_i}{3} \quad /4.3/$$

$t_i$  je kratší strana i-tého obdélníka, ze kterého se skládá /členitý/ průřez krouceného prvku

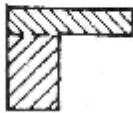
$a_i$  je delší strana i-tého obdélníka

$n$  je počet obdélníků, na které rozdělíme průřez krouceného prvku. Jak vyplývá z obr. 10 není rozklad členitého průřezu na dílčí obdélníky jednoznačný. Pro výpočet je rozhodující varianta rozdělení, které dává největší hodnotu  $I_t$

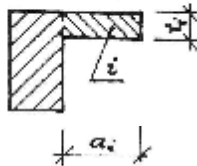
$G_{hb}$  modul pružnosti ve smyku betonu okrajového krouceného prvku. Dovoluje se přibližně uvažovat  $G_{hb} \approx 0,5 E_{ob}$ . Pro  $E_{hb} = E_{tb}$  je

$$\beta_t \approx \frac{I_t}{2 I_g} \quad /4.2'/$$

alter. 1



alter. 2



Obr. 10.

Alternativy rozkladu členitého průřezu na dílčí obdélníky pro výpočet  $I_t$

4.1.2. Návrh tloušťky desky

Vymezující tloušťka železobetonové desky  $h_{s,lim}$  /v mm/ se určí s ohledem na mezní stav přetvoření ze vztahu

$$h_{s,lim} = L_{n,max} \cdot \frac{800 + 0,7 R_{sn}}{36 + 5 \varepsilon \eta} \quad /4.4/$$

$$\eta = \alpha_m - 0,5 \left[ 1 - \alpha \right] / 1 + \frac{1}{\varepsilon} /$$

Dále přihlídnout k hodnotám vymezující ohybové štíhlosti podle evropské normy !

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

Hodnota  $\eta$  se dosazuje pouze v intervalu  $\langle 0; 1 + \alpha \rangle$ ; vychází-li hodnota  $\eta$  mimo tento interval, dosadí se za  $\eta$  hodnota příslušné krajní meze intervalu.

$L_{n,max}$  je větší ze světlych rozpětí desky a dosazuje se do vzorce v m

$R_{sn}$  je normová pevnost betonářské výztuže v tahu v MPa

$\epsilon$  je poměr delšího světlyho rozpětí ke kratšímu  $/\epsilon \geq 1/$

$\alpha_m$  je průměrná hodnota součinitele ztužení  $\alpha$  pro všechny trámy po obvodě pole

$\alpha$  je poměr součtu délek stran pole, ve kterých je deska spojitá, k celkovému obvodu pole

U hřibových stropů s u desek se skrytými hlaviciemi bez ztužení průvlaky je  $\eta = 0$  / $\alpha_m = 0$  takže platí kraj intervalu 0/. Rovnice /4.4/ se pak zjednoduší na

$$h_{s,lim} = L_{n,max} / 22,2 + 1,94 \cdot 10^{-2} R_{sn} / \quad /4.4'/$$

Například pro ocel 10425 / $R_{sn} = 410$  MPa/ vychází u desek, u nichž je  $\alpha_m = 0$

$h_{s,lim} = L_{n,max} / 22,2 + 7,972/ = 30,194 L_{n,max}$ , tj. vyjádřeno ve zlomku většiny světlyho rozpětí

$$h_{s,lim} = \frac{1}{33} L_{n,max} \cdot 10^3 \quad /L_{n,max} \text{ v m, } h_{s,lim} \text{ v mm}/$$

Jak vyplývá ze skladby vzorce /4.4'/  $h_{s,lim}$  se zvětšuje se zvyšující se hodnotou  $R_{sn}$ . Např. pro ocel 10335 / $R_{sn} = 325$  MPa/ vychází  $h_{s,lim} = 28,542 L_{n,max}$

Jedi deska v krajním poli při obvodu stropní konstrukce volně uložena nebo pružně vetknuta /netuhy okrajový ztužující prvek s hodnotou  $\alpha < 0,80/$ , je třeba vypočtenou minimální tloušťku desky  $h_{s,lim}$  zvětšit alespoň o 10%.

Minimální tloušťku desky, stanovenou z rov. /4.4/ příp. /4.4'/ lze zmenšit až o 10 % v případech, kdy je lokálně podepřená deska opatřena v podporách zesilující deskou o tloušťce rovné alespoň  $0,25 h_s$ , zasahující od teoretické podpory do pole alespoň na vzdálenost rovnou  $1/6$  příslušného rozpětí.

Nejmenší tloušťka desky s plným průřezem je u bezhřibových desek bez deskového zesílení nad podporami 160 mm, a deskovým zesílením 120 mm, u hřibových stropů s viditelnými hlaviciemi 100 mm.

Často je pro minimální tloušťku desky rozhodující podmínka spolehlivosti proti protlačení desky /odst. 4.1.6.2./, která by měla být /zejména u desek se skrytými hlaviciemi/ alespoň přibližně ověřena již v rámci předběžného výpočtu.

4.1.3. Rozhodující kritéria pro možnost použití přibližných výpočtových metod /metody součtových momentů příp. náhradních rámců, řešení desek uložených po obvodě/

- Desková pole jsou pravouhelníková s poměrem delší strany ke kratší  $\leq 2 : 1$
- Zetížení nejsou dynamická a nevyvozuji únavu materiálu
- Pokud má deskové pole ztužující trámy po celém obvodě, musí poměrné tuhosti těchto trámů splňovat podmínku

$$0,2 < \frac{\alpha_1 L_2^2}{\alpha_2 L_1^2} < 5 \quad /4.5/$$

$\alpha_i$  a  $L_i$  jsou součinitele ztužení a teoretické rozpětí pro směr  $i$  / $i = 1, 2/$ .

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

- Jsou-li desky v jednotlivých polích podepřeny po celém obvodu relativně tuhými trémy, tj. pokud jsou splněny podmínky

$$\frac{\alpha_1 L_2}{L_1} \geq 2, \quad \frac{\alpha_2 L_1}{L_2} \geq 2, \quad /4.6/$$

lze pro výpočet použít metod řešení desek uložených po obvodě /tj. předpokladu nepodstatného podepření deskových polí po obvodě/.

### 4.1.4. Metoda součtových momentů

#### 4.1.4.1. Doplňující podmínky

Metodu součtových momentů lze použít pro přibližný výpočet hřibových stropů, jež kromě podmínek, uvedených v odst. 4.1.3., splňují tyto další doplňující podmínky:

- V obou hlavních směrech jsou alespoň 3 desková pole
- Rozpětí poslouprých polí ve směru určovaných momentů se od sebe neliší o více než 1/3 rozpětí kratšího pole
- Sloupy nejsou vychýleny z osového systému o více než 10 % vzdálenosti os kolmých na směr vychýlení
- Konstrukce je zatížena pouze svislým zatížením rovnoměrně rozděleným po celém deskovém poli, přičemž normová hodnota nahodilého zatížení nebude větší než 2,2-násobek normové hodnoty stálého zatížení
- Tloušťka desky  $h_s \geq h_{s,lim}$  /rov. 4.4/

#### 4.1.4.2. Celkový součtový moment pole

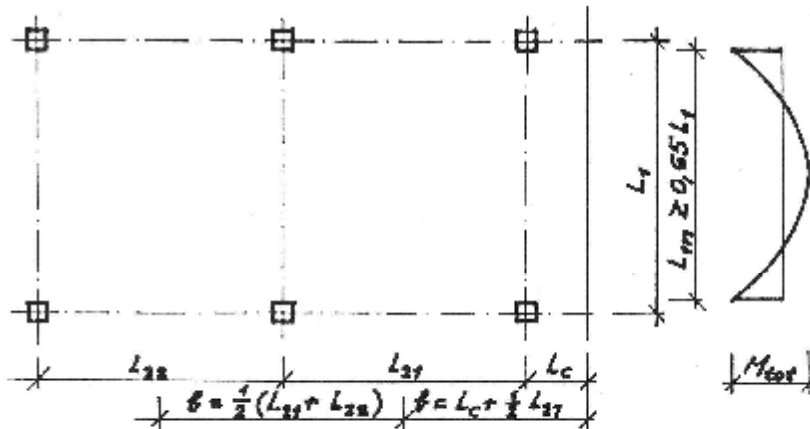
Celkový součtový moment pole  $M_{tot}$  pro pruh desky šířky  $b$ , vymezený střednicemi pásů deskových polí po obou stranách spojnice středů podpor /obr. 11./ je

$$M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot \sum S_d + \sum v_d \cdot b L_{1n}^2 \quad /4.7/$$

$\sum S_d + \sum v_d$  je součet výpočtového stálého a svislého nahodilého zatížení na jednotku plochy

$L_{1n}$  je světlé rozpětí, příslušující teoretickému rozporu pole  $L_1$  /tj. ve směru řešených momentů/. Světlé rozpětí se rovná vzdálenosti mezi líci účinných uložených ploch /odst. 4.1.1./, avšak nejméně 0,65  $L_1$ .

$b$  je šířka řešeného pruhu desky /vzdálenost střednic sousedních polí/



Obr. 11.  
Celkový součtový moment pole  $M_{tot}$

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

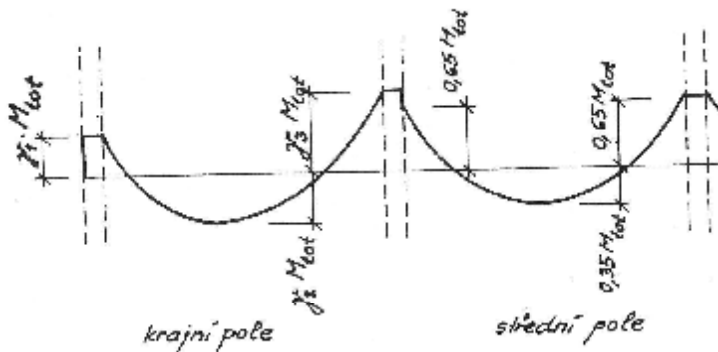
### 4.1.4.3. Celkové záporné a kladné momenty

Součtový moment  $M_{tot}$  se rozdělí na celkové záporné a kladné momenty podle schématu na obr. 12. Součinitele  $\beta_1, \beta_2$  a  $\beta_3$  stanovíme podle tab. 1.

Tabulka 1. Hodnoty součinitelů  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$

$\beta_i$	Okraj desky krajního deskového pole je prostě uložen na zdi	Deska má ztužující trámy ve všech sloupových pružicích	Deska nemá vnitřní ztužující trámy a je		Okraj desky krajního deskového pole je vetknutý
			bez okrajového ztužujícího trámu	s okrajovým ztužujícím trámem	
$\beta_1$	0	0,16	0,26	0,30	0,65
$\beta_2$	0,63	0,57	0,52	0,50	0,35
$\beta_3$	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65

Liší-li se u vnitřní podpory záporné momenty, stanovené z přilehlých deskových polí, rozhoduje pro dimenzování větš z obou momentů /co do absolutní hodnoty/.



Obr. 12. Rozdělení součtového momentu  $M_{tot}$  na celkové záporné a kladné momenty

U desek konzolovitě vyložených ve směru určovaných momentů přes krajní podporu stanovíme v lici krajní podpory celkový ohybový moment  $M_c$  konzoly řešeného deskového pásu šířky  $b$ ;

- je-li  $|M_c| = 0,65 M_{tot}$ , lze pro dimenzování výztuže považovat krajní pole za střední
- je-li  $M_c = 0$ , určí se moment ve vyšetřované podpoře podle schématu na obr. 4.12.
- pro mezilehlé hodnoty  $M_c$  se moment v krajní podpoře krajního pole stanoví lineární interpolací mezi podporovými momenty stanovenými pro  $|M_c| = 0,65 M_{tot}$  a  $M_c = 0$  \*)
- pokud vychází  $|M_c| > 0,65 M_{tot}$  je nutné pro výpočet použít metodu náhradních rámců.

Je-li  $\sum g_d < 2 \sum v_d$  /obě porovnávané složky zatížení představují rovnoměrná svislá zatížení působící v rozsahu celého řešeného pole/ je třeba u konstrukcí s ohybově méně tuhými podporami /tj. pro případ kdy  $\alpha_c < \alpha_{c,min}$  / respektovat vliv soustředění nahodilého zatížení do řešeného pole při současném odlehčení sousedních polí o toto zatížení zvětšením celkového kladného momentu v poli /stanoveného podle schématu na obr. 12/ jeho vynásobením součinitelem  $\sigma$ .

\*) U celkových momentů v ostat. podporách a polích se vliv konzoly nezavádí.



Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

$$\beta = 1 + \frac{2 - \frac{\sum K_d}{\sum v_d}}{4 + \frac{\sum K_d}{\sum v_d}} \cdot \left( 1 - \frac{\alpha_c}{\alpha_{c,min}} \right) \quad /4.8/$$

$$\alpha_c = \frac{\sum K_c}{\sum /K_a + K_b/} \quad /4.9/$$

$\sum K_c$  je součet ohybových tuhostí lokálně podporujících prvků nad a pod deskou /nepř. sloupů/ uvažovaných pro výpočet tuhostí jako pruty

$\sum /K_a + K_b /$  je součet ohybových prutových tuhostí desek o šířce b a ztužujících trámů ve směru určovaných momentů o stejných účinných průřezech jako pro výpočet  $\alpha$  /obr. 8/, sbíhajících se do styčnicku sloupů a deskového pásu

$\alpha_{c,min}$  je součinitel, jehož hodnoty jsou uvedeny v tab. 2.

Tabulka 2. Hodnoty  $\alpha_{c,min}$

$\frac{\sum K_d}{\sum v_d}$	$\frac{L_2}{L_1}$	Hodnoty $\alpha_{c,min}$ pro $\alpha$				
		0	0,5	1,0	2,0	4,0
2,00	0,5 až 2,0	0	0	0	0	0
1,00	0,50	0,6	0	0	0	0
	0,80	0,7	0	0	0	0
	1,00	0,7	0,1	0	0	0
	1,25	0,8	0,4	0	0	0
	2,00	1,2	0,5	0,2	0	0
0,50	0,50	1,3	0,3	0	0	0
	0,80	1,5	0,5	0,2	0	0
	1,00	1,6	0,6	0,2	0	0
	1,25	1,9	1,0	0,5	0	0
	2,00	4,9	1,6	0,8	0,3	0
0,33	0,50	1,8	0,5	0,1	0	0
	0,80	2,0	0,9	0,3	0	0
	1,00	2,3	0,5	0,4	0	0
	1,25	2,8	1,5	0,8	0,2	0
	2,00	13,0	2,6	1,2	0,3	0,3

Pozn.: Má-li  $\alpha$  rozdílnou hodnotu pro 2 desková pole přilehlá ke sloupu, uvažuje se hodnotou průměrnou.

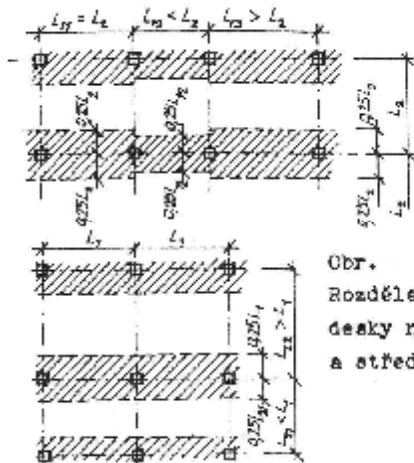
4.1.4.4. Rozdělení celkových momentů /na pruh šířky b/ v příčném směru. Výpočet ztužujících trámů

Celkové podporové a mezipodporové momenty je třeba rozdělit v příčném směru do sloupových a středních pruhů, na něž se stropní deska rozdělí ve směru určovaných momentů. Sloupový pruh je vymezen svislými rovinami rovnoběžnými s rovinou, procházející osami sloupů a vedenými ve vzdálenostech rovnajících se 1/4 kratšího rozpětí příslušného pole stropní desky od této roviny směrem do obou přilehlých polí /obr. 13./.

Zbývající část řešeného pruhu stropní desky šířky b /po obou stranách pruhu sloupo-

Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc. , Ing. Jitka Vašková, CSc.



Obr. 13. Rozdělení stropní desky na sloupové a střední pruhy

vého/ označujeme jako pruh střední.

Na sloupový pruh připadá  $w$ -násobek příslušných celkových záporných příp. kladných momentů /tab. 3/. Střednímu pruhu se přisoudí  $(1-w)$ -násobek celkových momentů.

Ve středních pruzích se rozdělí podélná nosná výztuž zpravidla rovnoměrně, ve sloupových pruzích jen pokud deska není ztužena průvlakem, nebo v případech, kdy je schopna v zúženém pruhu šířky  $(c_2 + 3 h_g)$  resp.  $(c_2 + 1,5 h_g)$  zachytit moment  $M_{cnd}$ , vnášený z desky do podpor normálovými silami /odst.4.1.6.2, obr.26/.

Tabulka 3. Hodnoty  $w$

Průřez	$\frac{\alpha_1 L_2}{L_1}$	$w$ pro $L_2/L_1$			
		0,5	1,0	2,0	
krajní podpora	$\alpha_1 \cdot \frac{L_2}{L_1} = 0$	$\beta_c = 0$	1,00	1,00	1,00
		$\beta_c \geq 2,5$	0,75	0,75	0,75
	$\alpha_1 \cdot \frac{L_2}{L_1} \geq 1,0$	$\beta_c = 0$	1,00	1,00	1,00
		$\beta_c \geq 2,5$	0,90	0,75	0,45
střední podpora	$\alpha_1 \cdot L_2/L_1 = 0$	0,75	0,75	0,75	
	$\alpha_1 \cdot L_2/L_1 \geq 1,0$	0,90	0,75	0,45	
pole	$\alpha_1 \cdot L_2/L_1 = 0$	0,60	0,60	0,60	
	$\alpha_1 \cdot L_2/L_1 \geq 1,0$	0,90	0,75	0,45	

Pozn.: Pro mezilehlé hodnoty se interpoluje podle přímk.  $L_1$  je rozpětí v rovině vyšetřovaných momentů.  $L_2$  je průměrná hodnota rozpětí ve směru kolmém k  $L_1$  dvou přilehlých polí.

Je-li deska vyložena ve směru určovaných momentů před krajní řadu podpor na vzdálenost  $L_p \geq 0,15 L_2$  /měřeno od střednicové roviny krajní řady podpor,  $L_2$  je teoretické rozpětí ve směru kolmém ke směru určovaných momentů/ a není opatřena ztužující obvodovou obrubou, přisoudí se v řezu u krajní řady podpor sloupovému pruhu celý celkový záporný /konzolový/ moment  $M_c = b \cdot m_c$  /šířka sloupového pruhu v konzolové části se uvažuje stejná jako v přilehlém krajním poli/ a střední pruh se nadimenzuje na

-  $0,65 m_c /bm$  v případech, kdy deska není ztužena v krajní řadě sloupů ztužujícími trámy,

-  $m_c /bm$  v případech kdy je deska v krajní řadě sloupů ztužena trámy.

$m_c$  je konzolový ohybový moment v lici vetkrutí konzolové desky, vztahený na délkovou jednotku příčného řezu, t.j.  $m_c = M_c/b$ .

Jsou-li podporující prvky tvořeny sloupy nebo stěnami šířky rovné nebo větší než  $0,75 b$ , rozdělí se celkový podporový moment podél celé šířky pruhu  $b$  rovnoměrně.

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

U sloupového pruhu se ztužujícími trámy /rovnoběžným s  $L_1$ / se předpokládá, že trám přenáší z celkových momentů připadajících na sloupový pruh

- 0,85-násobek, je-li  $\alpha_1 \cdot L_2/L_1 \geq 1$
- 0,85  $\alpha_1 \cdot L_2/L_1$  -násobek, je-li  $0 \leq \alpha_1 \cdot L_2/L_1 < 1$ .

Zbývající část celkového momentu sloupového pruhu přenáší deska tohoto pruhu. Ztužujícími trámy se kromě toho přisoudí též účinky zatížení, jež se na ně bezprostředně přenáší /např. vl. tíha trámy, zatížení od příček podporovaných trámy a pod./.

Posouvající síly ve ztužujících trámech, působících ve směru vyšetřovaných momentů, stanovíme takto:

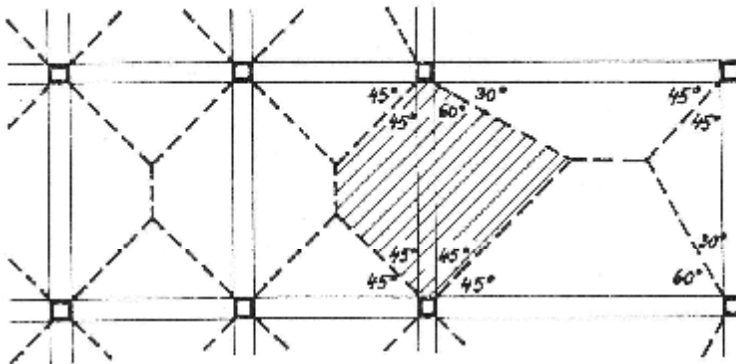
- u relativně tuhých ztužujících trámů / $\alpha_1 \cdot L_2/L_1 \geq 1,0$  / se posouvající síla vypočte ze zatížení připadajícího na přilehlá lichoběžníková nebo trojúhelníková pole, na něž se půdorys desky rozdělí stejně jako by šlo o výpočet prvků podporujících desky nepoddajně uložené po obvodě /obr. 14./,
- v ostatních případech / $\alpha_1 \cdot L_2/L_1 < 1,0$  / redukuje účinky zatížení stanovené pro tuhé ztužující trámy vynásobením součinitelem  $\alpha_1 \cdot L_2/L_1$ .

Stejně jako při výpočtu ohybových momentů přisoudíme i pro výpočet posouvajících sil ztužujícím trámům zatížení, které se na ně bezprostředně přenáší.

### 4.1.4.5. Momenty v podporujících prvcích

Krajní podporující prvky musí u konstrukční varianty bez vyložení desky před krajní řadu podpor přenést celkový podporový moment v krajní podpoře, u varianty s překonzolováním desky rozdíl celkového konzolového momentu v lici  $M_c$  a momentu v krajní podpoře krajního pole, stanoveného podle odst. 4.1.4.1 pro hřibové desky s překonzolováním ve směru určených momentů.

Extrémní účinky nahodilého zatížení na krajní podporu lze stanovit /podobně jako u vnitřních podpor/ přitížením nahodilým zatížením buď samotné konzolové části, nebo samotného krajního pole řešeného pruhu desky šířky  $b$ .



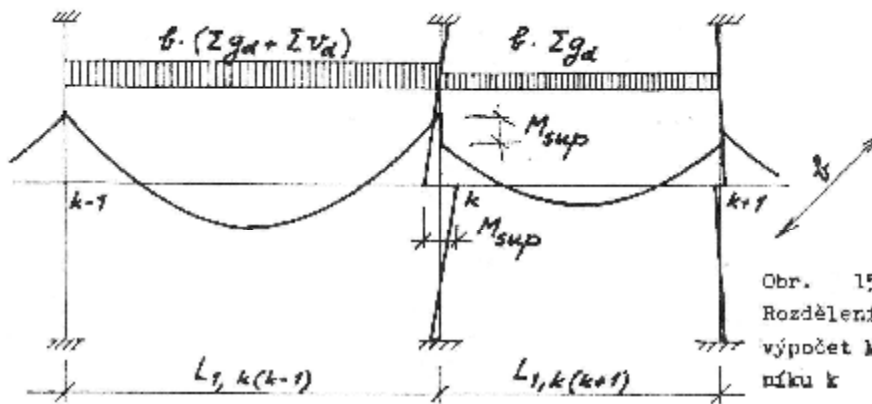
Obr. 14.  
Zatěžovací plochy pro výpočet posouvajících sil relativně tuhých ztužujících trámů

Vnitřní podporující prvky je třeba dimenzovat na kombinaci normálové síly a extrémního ohybového momentu  $M_{sup}$ , stanoveného za předpokladu přitížení jednoho a odlehčení druhého přilehlého pole svislým nahodilým zatížením. Například pro styčnick  $k$  při  $L_{1n,k/k-1} > L_{1n,k/k+1}$  je největší absolutní hodnota momentu

$$|M_{sup}| = 0,07 b \left[ (\sum g_d + \sum v_d) L_{1n,k/k-1}^2 - \sum g_d L_{1n,k/k+1}^2 \right] \quad /4.10/$$

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.



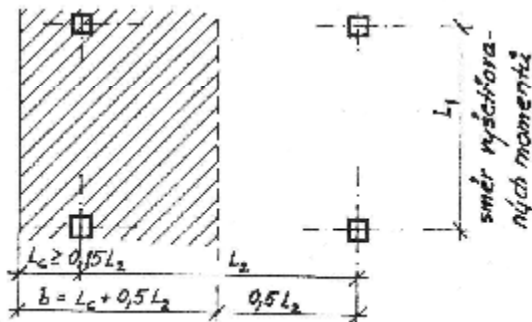
Obr. 15.  
Rozdělení zatížení pro výpočet  $M_{sup}$  ve styč-níku  $k$

/obr. 15./ Je-li ve sloupu navržena symetrická podélná výstuž, postačí stanovit  $M_{sup}$  pouze pro zatěžovací variantu, při níž je nevhodným zatížením přitíženo pouze přílehlé pole o větším světlem rozpou.

Ohybový moment, stanovený pro krajní nebo vnitřní podporující prvky se rozdělí na části vislých prvků nad a pod deskou v poměru jejich ohybových tuhostí.

### 4.1.4.6. Krajní pruh hřibové desky poloviční šířky příp. a vyložení $L_c$ ve směru kolmém ke směru určovaných momentů $L_1$

Celkové kladné a záporné momenty stanovíme běžným postupem podle odst. 4.1.4.3. pro šířku řešeného pruhu  $b = L_c + 0,5 L_2$ , kde  $L_2$  je osové rozpětí krajního pole ve směru kolmém ke směru určovaných momentů a  $L_c$  je vyložení konzoly, měřené od střed-nicové roviny krajní řady podpor kolmo k rozpětí  $L_1$  /obr. 16./



Obr. 16.  
Krajní pruh hřibové desky, vylo-  
žené ve směru kolmém ke směru  
vyšetřovaných momentů

Je-li  $L_c \geq 0,15 L_2$  rozdělíme celkové kladné a záporné momenty na momenty  $M_{ext}$ , přenesené pruhem desky o šířce  $L_c$ , a  $M_{int}$ , přenesené zbyvajícím částí krajního des-  
kového pásu.

$$M_{ext} = \frac{M}{4} / 1 + \frac{2L_c}{b} / \quad /4.11/$$

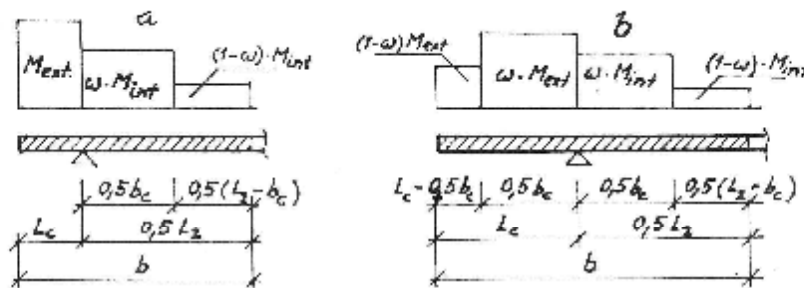
$$M_{int} = M - M_{ext}$$

$M$  je příslušný celkový moment řešeného pruhu.

Rozdělení momentu  $M_{ext}$  po šířce  $L_c$  závisí na poměru délky vyložení konzoly  $L_c$  k šířce sloupového pruhu  $b_c$ , rovné polovině kratšího rozpětí krajního deskového pole /obr. 17./:

Sylabus k přednášce předmětu BK1 DESKY LOKÁLNĚ PODEPŘENÉ  
Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.



Obr. 17. Rozdělení celkových momentů do sloupových a středních pruhů u krajního deskového pásu s konzolou /ve směru  $L_2$  /

a/  $0,15 L_2 \leq L_c \leq \frac{2}{3} b_c$ , b/  $0,15 L_2 \leq L_c > \frac{2}{3} b_c$

- je-li  $\frac{L_c}{b_c} \leq \frac{2}{3}$ , rozdělí se  $M_{ext}$  po šířce  $L_c$  rovnoměrně,

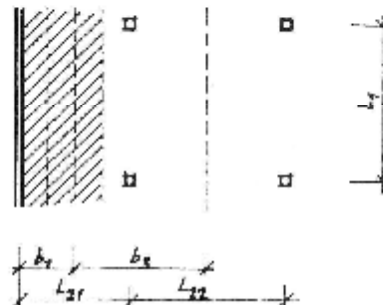
- je-li  $\frac{L_c}{b_c} > \frac{2}{3}$ , přenáší sloupový pruh o šířce  $0,5 b_c$ , příslušející konzolovitě vyložené části desky, hodnotu  $w M_{ext}$ ; zbyvajících část momentu  $M_{ext}$  se přisoudí okrajové části konzoly.

Moment  $M_{int}$  se rozdělí na poloviční sloupový a poloviční střední pruh krajního pole podle zásad dle odst. 4.1.4.4.

4.1.4.7. Krajní sloupový pruh při nepoddajném podepření ve směru určených momentů

Při nepoddajném podepření okraje krajního deskového pásu poloviční šířky  $b_1$  /obr. 18./ se výstuž středního pruhu tohoto pásu navrhuje na momenty stejných velikostí na délkovou jednotku ve směru  $L_2$  jako výstuž sousedního polovičního středního pruhu deskového pole příslušejícího první řadě vnitřních podpor. Průřezová plocha výstuže na délkovou jednotku příčného řezu středním pruhem se ponechá stejná i ve sloupovém pruhu pásu poloviční šířky podél nepoddajné podpory.

Obr. 18.  
Krajní sloupový pruh nepoddajně podepřený ve směru určených momentů



4.1.5. Metoda náhradních rámců

4.1.5.1. Zásady výpočtu

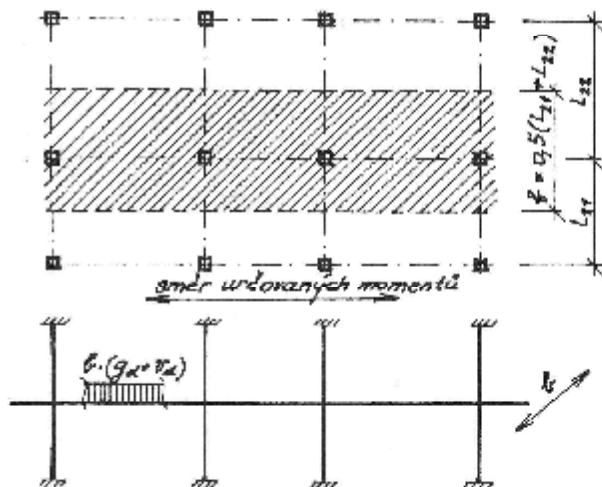
Metoda náhradních rámců se používá pro přibližný výpočet méně pravidelných konstrukcí, jež nesplňují doplňující podmínky /odst. 4.1.4.1/, podmiňující možnost použití méně pracné metody součtových momentů.

Náhradní rám je vytvořen sloupy s deskovými příčlemi, jejichž šířky se rovnají

## Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

průměrným hodnotám příslušných příčných teoretických rozponů  $L_2$  příslušných polí /obr. 19./. Každá rámová příčle je zatížena veškerým zatížením, případjícím na šířku řešeného pruhu stropní desky  $b$ . Je-li tudíž strop zatížen rovnoměrným zatížením  $q/m^2$ , zatíží se příčle ve směru určovaných momentů zatížením  $q \cdot b /bm$ .



Obr. 19.  
Půdorys hřibového stropu a  
schéma náhradního rámu. Za-  
tížení stropní desky  
 $(g_d + v_d) /m^2$

### 4.1.5.1.1. Momenty setrvačnosti dílčích prvků náhradního rámu

#### - Desková příčle

Úsek od středu sloupu k líci účinné úložné plochy

$$I = \frac{I_B}{1 - \frac{c^2}{b^2}} \quad /4.12/$$

$$I_B = \frac{1}{12} b h^3 \quad /platí pro desku plného obdélníkového průřezu/$$

V poli je  $I = I_B$

#### - Sloup

Moment setrvačnosti uvažujeme v úseku mezi teoretickým styčným a lícem desky příp. deskového průvlaku nebo ztužujícího trámu ve směru určovaných momentů nekonečně veliký a účinek hlavice zavedeme do výpočtu jako účinek náběhu /se spojitou nebo náhlou změnou momentu setrvačnosti/.

U štíhlých deskových konstrukcí se skrytými hlavicemi podpíraných sloupy tyčového charakteru lze však zjednodušeně zavádět dílčí prvky rámu do výpočtu jako pruty s konstantním momentem setrvačnosti /odpovídajícím momentu setrvačnosti příslušného prvku v poli/ v celé jejich teoretické délce.

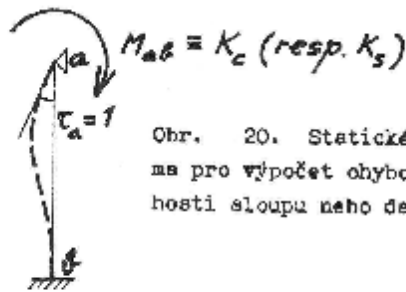
### 4.1.5.1.2. Tuhosti dílčích prvků

Ohybová tuhost prutu náhradního rámu se stanoví jako ohybový moment, který by vyvolal jednotkové pootočení ve svém působišti v místě kloubového uložení tohoto prutu, o němž předpokládáme, že je na druhém konci dokonale vetknut /obr. 20/.

Pro prut konstantního momentu setrvačnosti v celé délce teoretického rozpětí  $L$

Sylabus k přednášce předmětu BK1 DESKY LOKÁLNĚ PODEPŘENÉ  
Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.



Obr. 20. Statické schéma pro výpočet ohybové tuhosti sloupu nebo desky

/tj. při zanedbání náhlého zvětšení momentu setrvačnosti v rámových koutech/ je ohybová tuhost tohoto prutu

$$K = \frac{4 E_D I}{L} \quad /4.13/$$

Pro stanovení silových účinků od svislého zatížení lze určit momenty setrvačnosti průřezů deskové příčle a sloupu z ohybových ploch jejich průřezů /příp. u desky vylehčené dutinami z její skutečné průřezové plochy/bez uvažování výztuže.

Pro stanovení účinků od vodorovného zatížení /rám bez ztužujícího systému/ je třeba při výpočtu prutových tuhostí uvažovat též vliv trhlin a výztužení.

Silové účinky od svislého a vodorovného zatížení mohou být superponovány bez ohledu na rozdílný výpočtový model, použitý pro řešení obou účinků.

Při výpočtu náhradního rámu na účinky svislého zatížení je možné použít koncepcí náhradního sloupu /obr. 21/, složeného ze sloupu horního a dolního podlaží a z přípojných vodorovných kroucených prvků. Součet délek vodorovných kroucených prvků se rovná šířce řešeného deskového pruhu b.

Tuhost náhradního sloupu stanovíme jako reciprokou hodnotu součtu poddažností jeho dílčích prvků, tj.

$$\frac{1}{K_{es}} = \frac{1}{\sum K_c} + \frac{1}{\sum K_t} \quad \text{a odtud}$$

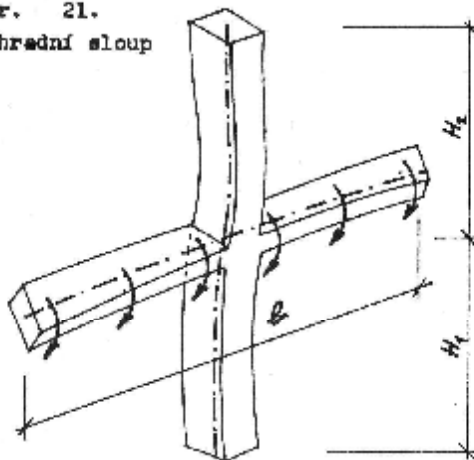
$$K_{es} = \frac{\sum K_c \cdot \sum K_t}{\sum K_c + \sum K_t} \quad /4.14/$$

$K_{es}$  je tuhost náhradního sloupu

$\sum K_c$  je součet ohybových tuhostí sloupů v rozsahu obou podlaží přilehlých ke styčníku náhradního rámu

$\sum K_t$  je součet torzních tuhostí obou částí /u rohového sloupu jen jedné části/ vodorovného krouceného prvku, přilehlých ke styčníku.

Obr. 21. Náhradní sloup



Průřezy vodorovných kroucených prvků, připojených ke styčníku, jež uvažujeme pro výpočet torzních tuhostí, jsou vyznačeny na obr. 9. Je-li deska ztužena ve směru kolmém ke směru určovaných momentů, uvažuje se pro výpočet torzní tuhosti stejný průřez připojeného krouceného prvku jako pro výpočet  $\alpha_2$  v případech, kdy jeho šířka vychází větší než je šířka podpory, jinak se uvažuje šířka průřezu shodná se šířkou podpory /sloupu, účinné části hlávky/.

Prutová tuhost v kroucení obou

Sylabus k přednášce předmětu BK1 DESKY LOKÁLNĚ PODEPŘENÉ  
Hřibové stropy

Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jitka Vašková, CSc.

části vodorovného prvku se určí podle vztahu

$$\sum K_t = \sum \frac{9 E_{bs} I_t}{L_2 / 1 - \frac{c_2}{L_2} / 3} \quad /4.15/$$

Za součtovým symbolem v rov. 4.15 /pravá strana rovnice/ je vztah, podle něhož stanovíme prutovou tuhost v kroucení jedné části přilehlého krouceného prvku o teoretickém rozporu  $b$ . Mají-li přilehlá pole rozdílná rozpětí  $L_2$ , vypočtou se tuhosti obou částí krouceného prvku z rov. 4.15 dosazením odpovídajících hodnot  $L_2$  příslušných polí.

Moment tuhosti v kroucení stanovíme podle rov. 4.3. U kroucených prvků s proměnným průřezem se do rov. 4.15 dosadí vážený průměrný moment tuhosti v kroucení.

Je-li deska ve směru určovaných momentů ztužena průvlakem mezi sloupy, zvětší se torzní tuhost připojeného vodorovného prvku vynásobením poměrem momentu setrvačnosti deskového průvlaku  $I_{sb}$  šířky  $b$  /tj. ztužujícího trámu a deskou/ k momentu setrvačnosti  $I_s$  samotné desky šířky  $b$ , tj. součinitelem  $I_{sb}/I_s$ .

#### 4.1.5.1.3. Rozdělení celkových momentů v podpoře a poli v příčném směru

Momenty stanovené řešením náhradního rámu v podporových a mezipodporových průřezích odpovídají celé šířce  $b$  deskové příčle. V příčném směru, tj. do sloupových a středních pruhů /sloupové a střední pruhy-odst.4.1.4.4/ se rozdělí stejně jako při výpočtu metodou součtových momentů celkové momenty.

#### 4.1.5.1.4. Přípustná redukce výsledků

Pokud štíhlostní poměr podporujících prvků /sloupů/ náhradního rámu nepřesahuje hodnotu 60, lze počítat s redistribucí celkových kladných a záporných momentů v hlavních průřezích o  $\pm 10\%$  avšak tak, aby zůstala zachována rovnováha mezi vnějšími a vnitřními silami a rovnováha momentů ve styčnicích.

U konstrukcí splňujících podmínky pro použití metody součtových momentů, avšak vyšetřovaných metodou náhradních rámu, mohou být ohybové momenty redukovány tak, aby součet mezipodporového a průměrného podporového momentu /v absolutních hodnotách/ uvažované příčle rámu nepřevyšil velikost součtového momentu pole  $M_{tot}$  /rov. 4.7/. Tuto redukci lze však uplatnit jen u konstrukcí s dostatečně tuhými sloupy, tj. v případech, kdy je  $\alpha_c \geq \alpha_{c,min}$  /tab. 2./.

#### 4.1.6. Připojení desky k sloupu

Připojení desky k sloupu může být navrženo buď bez smykové výztuže /uplatňující se jako prvek zvyšující spolehlivost desky proti protlečení/ nebo s jejím použitím.

Smyková výztuž, uplatňující se při výpočtu meze porušení protlečením, může být vytvořena výztužnými vložkami /ohyby, třmínky/ nebo jako skryté ocelové hlavice, případně kombinací ocelových manžetových hlavice se smykovou betonářskou výztuží.