

# VÝPOČET MOMENTŮ OBDÉLNÍKOVÝCH DESEK PO OBVODĚ NEPODDAJNĚ PODEPŘENÝCH ROVNOMĚRNĚ ZATÍŽENÝCH

## a) UŽITÍM TABULEK sestavených podle TEORIE PRUŽNOSTI

### Podmínky pro použití

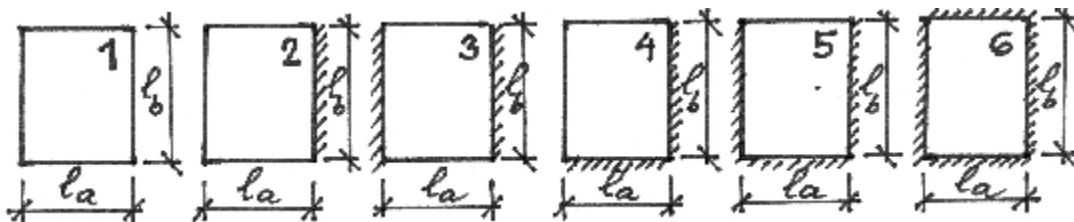
- konstantní tloušťka desky téměř v celém rozsahu řešené konstrukce (i u spojitých desek)
- nepoddajné podepření stěnami nebo tuhými průvlaky po celém obvodě
- je zabráněno zvedání rohů desek (monolitické spojení se sousedními poli spojitě desky a v krajních polích upnutí do trámu, věnce na zdivu nebo přitížení zdivem vyššího podlaží, v rozích nejsou prostupy větších rozměrů) – v tabulkách zahrnut vliv kroutících momentů
- kolmá rozpětí všech polí jsou v poměru 1:1 až 1:2 (prakticky cca do 2:3)
- u spojitých desek se významně neliší zatížení a rozpětí jednotlivých polí (rozpětí následných polí se neliší více než o 20% většího z nich)

**Okrajové podmínky**  $\Rightarrow$  určení **typu desky** (možné jsou kloubové nebo vetknuté okraje jednotlivých polí desky, podle toho typ1 až 6 dle tabulek)

- Vetknutí lze uvažovat pro případy:
  - monolitické spojení s tuhou ŽB stěnou (upnutí do okrajového průvlaku jen u velmi mohutných prvků obou průřezových rozměrů  $\geq$  cca 1/6 rozpětí)
  - spojitý okraj v případě přibližně stejných rozpětí i zatížení sousedních polí
  - kraj navazující na konzolu, pokud momentové účinky konzolové části jsou přibližně stejné jako moment ve vetknutí přilehlého pole
- Kloubový okraj se uvažuje v ostatních případech (uložení na zdivo, do okrajového trámu, spojitost s přilehlou konzolovou deskou s menším momentovým účinkem) – k účinku ohybových momentů, vznikajících k okrajovým podporám vlivem částečného upnutí, je třeba přihlídnout při vyztužování – účinek přilehlé konzoly lze uvážit přibližným vyrovnáním momentů v sousedním poli

### Postup výpočtu pro jednotlivé desky

- Podle okrajových podmínek určení typu  $i$  (kde  $i=1$  až 6 – viz obr 1)



Obr.1 Typy desek podle okrajových podmínek  
(šrafovaní = vetknutí, ostatní = kloubové uložení)

- Určení poměru rozpětí  $a$  ( $a = l_b / l_a$ ; pozor nezaměnit rozpětí  $l_a$ ,  $l_b$  – u typu 2 a 3 je  $l_b$  rovnoběžné s vetknutými okraji, u typu 5 je  $l_a$  rovnoběžné s kloubovým okrajem)

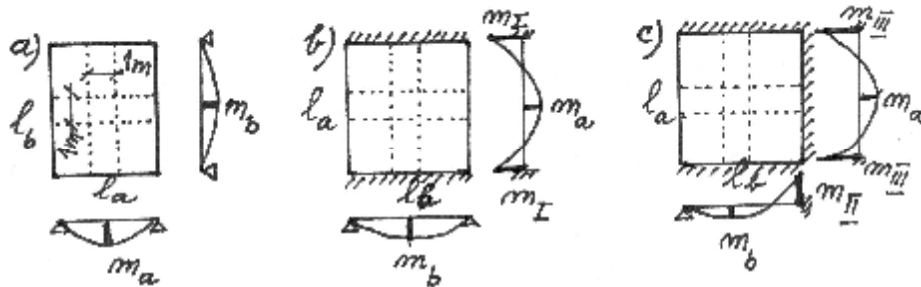
- Momenty v polích (kladné mezipodorové momenty)

Určují se max. ohybové momenty (ve středním pruhu desky šířky 1m – viz obr.2):

- pro návrh výztuže ve směru rozpětí  $l_a$ :  $m_a = (1/a_i) \cdot (g_d + q_d) \cdot l_a^2$ ,
- pro návrh výztuže ve směru rozpětí  $l_b$ :  $m_b = (1/b_i) \cdot (g_d + q_d) \cdot l_b^2$ ,

kde  $(g_d + q_d)$  je návrhová hodnota rovnoměrného zatížení desky,

$a_i, b_i$  jsou součinitele odečtené z tabulky pro typ desky  $i$  a poměr rozpětí  $a = l_b / l_a$



Obr.2 Ohybové momenty na jednotlivých deskách

- Momenty ve vetknutí

Počítají se na nosníku - středním pruhu desky šířky 1m (viz obr.2) s uvažováním zatížení působícího v příslušného směru!!! (ve směru  $l_a$  nebo  $l_b$  – rozdělení zatížení do směru pomocí součinitele  $c$  dle tabulky)

Pokud je nosník vetknutý po obou stranách (např. dle obr. 2b, 2c):

$$m_I = (1/12) \cdot (g_d + q_d)_a \cdot l_a^2,$$

$$m_{III} = (1/12) \cdot (g_d + q_d)_a \cdot l_a^2$$

Pokud je vetknutí jen po jedné straně nosníku (např. dle obr. 2c):

$$m_{II} = (1/8) \cdot (g_d + q_d)_b \cdot l_b^2,$$

kde  $(g_d + q_d)_a = c_i \cdot (g_d + q_d)$  je zatížení ve směru  $l_a$  příslušné desky typu  $i$ ,

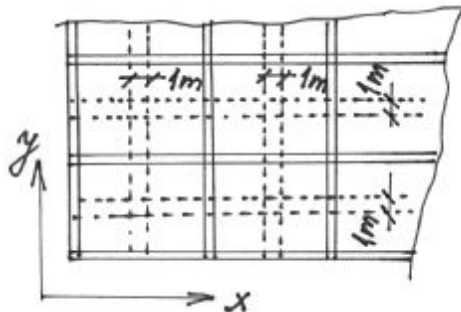
$(g_d + q_d)_b = (1 - c_i) \cdot (g_d + q_d)$  je zatížení ve směru  $l_b$  příslušné desky typu  $i$ ,

$c_i$  je součinitel odečtený z tabulky pro typ desky  $i$  a poměr rozpětí  $a = l_b / l_a$ .

**Postup výpočtu pro spojitě desky** (konstrukce splňuje podmínky viz str.1)

- pro jednotlivá pole spojitě desky určení typu  $i$  (kde  $i = 1$  až  $6$  – viz obr 1), spojitost uvažujeme jako vetknutí
- zavedení globálních os  $x$  a  $y$  k výpočtu ohybových momentů pro návrh výztuže ve směrech  $x$  a  $y$  v pruzích šířky 1m ve středních částech desky (viz obr.3)
- určení poměru rozpětí  $a$  pro jednotlivá pole ( $a = l_b / l_a$ ; nezaměnit rozpětí  $l_a$ ,  $l_b$  u desek typu 2,3 a 5 - viz str.1)

POZOR: v určitých případech může být směr  $x$  ve směru rozpětí  $l_a$  (dle tabulek) a  $y$  ve směru rozpětí  $l_b$ , v určitých případech obráceně – důležité pro správné určení součinitelů  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  !



Obr.3 Spojitá deska

- Momenty v polích (kladné mezipodporové momenty)

- Pro konstantní zatížení na všech deskách (jen stálé, event. zanedbatelný podíl užitého zatížení) je výpočet analogický postupu pro jednotlivé desky
- Výpočet s uvažováním vlivu střídavého užitého zatížení - přibližný postup:
  - pro stanovení max.mezipodporového momentu se pro příslušné pole desky typu  $i$  (zařídění typu  $i$  obr.1) uvažuje zatížení  $(g_d + 0,5q_d)$  a zbylé zatížení  $0,5q_d$  se uvažuje na desce typu  $j$  (v okrajových podmínkách zrušeno vetknutí na

okrajích spojitých se sousedními poli desky a uvažují se kloubové okraje) – pozn.: pro desky, kde je při původním zatřídění typu  $i$  vetknutí okrajů pouze vlivem spojitosti, je  $j = 1$

- výpočet ohybových momentů pro návrh výztuže ve směrech  $l_a, l_b$  dle tabulek)

$$m_a = (1/a_i) \cdot (g_d + 0,5q_d) \cdot l_a^2 + (1/a_j) \cdot 0,5q_d \cdot l_a^2$$

$$m_b = (1/b_i) \cdot (g_d + 0,5q_d) \cdot l_b^2 + (1/b_j) \cdot 0,5q_d \cdot l_b^2,$$

kde  $g_d, q_d$  jsou návrh.hodnoty rovnoměrného stálého a užitého zatížení desky,

$a_i, b_i$  součinitele z tabulky pro desku typu  $i$  a poměr rozpětí  $a = l_b / l_a$ ,

$a_j, b_j$  součinitele z tabulky pro desku typu  $j$  (na hranách spojitosti se sousedními poli desky kloubové uložení) a poměr rozpětí  $a$ ,

- Podporové momenty

Při výpočtu podporového momentu na styku dvou polí desky se uvažuje aritmetický průměr zatížení příslušného směru v obou polích a aritmetický průměr jejich rozpětí. Při rozdělení zatížení do směrů pozor na správné uvažování orientace os!

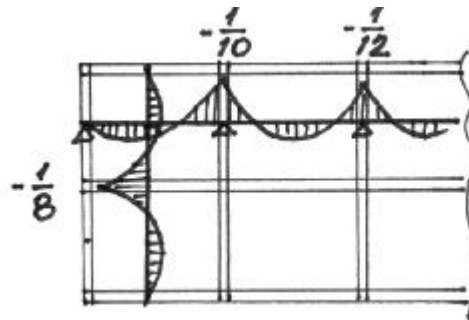
Např. moment  $m_{x,I}$  pro návrh výztuže ve směru osy  $x$  v podpoře I na styku pole D a pole E

$$m_{x,I} = \frac{1}{n} \cdot \frac{(g_d + q_d)_{x,D} + (g_d + q_d)_{x,E}}{2} \cdot \left( \frac{l_{x,D} + l_{x,E}}{2} \right)^2$$

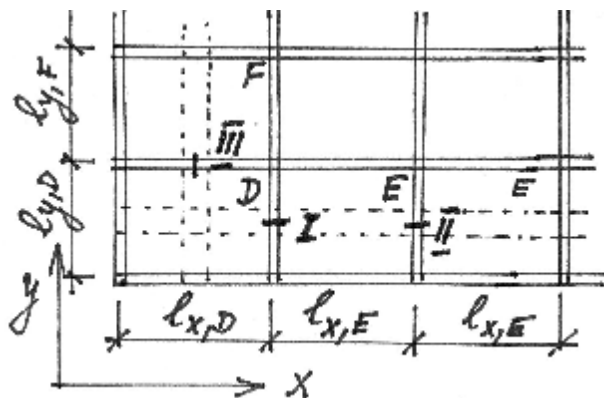
Kde  $n = 8, 10$  nebo  $12$  podle umístění podpory (viz obr.4),

$(g_d + q_d)_{x,D}$  a  $(g_d + q_d)_{x,E}$  jsou návrhové hodnoty zatížení ve směru  $x$  na desce D a E stanovené jako  $c_i \cdot (g_d + q_d)$  pokud je pro příslušné pole desky osa  $x$  ve směru  $l_a$  (dle pravidel tabulek a pak platí  $l_x = l_a$ ), resp. jako  $(1 - c_i) \cdot (g_d + q_d)$ , pokud osa  $x$  je ve směru  $l_b$  (a platí tedy  $l_x = l_b$ )

$l_{x,D}$  a  $l_{x,E}$  jsou rozpětí polí D a E ve směru  $x$



Obr.4 Podporové momenty



Obr.5 Příklad spojitě desky

Pro příklad na obr.5, kde deska D je dle tabulek typu 4 ( $i = 4$ ) a desky E i F typu 5 platí:

$$m_{x,I} = -\frac{1}{10} \cdot \frac{(g_d + q_d)_{x,D} + (g_d + q_d)_{x,E}}{2} \cdot \left( \frac{l_{x,D} + l_{x,E}}{2} \right)^2$$

$$m_{x,II} = -\frac{1}{12} \cdot (g_d + q_d)_{x,E} \cdot l_{x,E}^2$$

$$m_{y,III} = -\frac{1}{10} \cdot \frac{(g_d + q_d)_{y,D} + (g_d + q_d)_{y,F}}{2} \cdot \left( \frac{l_{y,D} + l_{y,F}}{2} \right)^2$$

$$(g_d + q_d)_{xD} = c_{4D} \cdot (g_d + q_d), \quad (g_d + q_d)_{xE} = c_{5E} \cdot (g_d + q_d),$$

$$(g_d + q_d)_{yD} = (1 - c_4) \cdot (g_d + q_d), \quad (g_d + q_d)_{yE} = c_5 \cdot (g_d + q_d),$$

kde  $c_{4D}$  odečteme z tabulky pro desku typu 4 a poměr rozpětí  $a = l_{yD} / l_{xD}$

$c_{5E}$  odečteme z tabulky pro desku typu 5 a poměr rozpětí  $a = l_{yE} / l_{xE}$

$c_{5F}$  odečteme z tabulky pro desku typu 5 a poměr rozpětí  $a = l_{xF} / l_{yF}$

## b) UŽITÍM TABULEK sestavených podle TEORIE PLASTICITY

### Podmínky pro použití

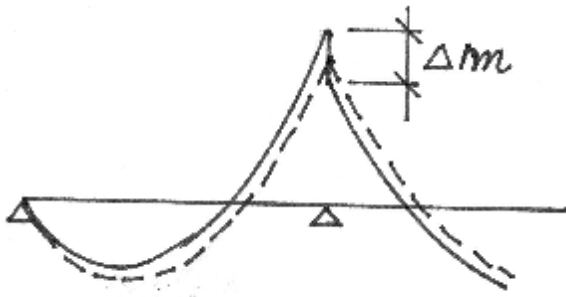
- stejné podmínky jako pro tabulky podle pružnosti (viz str.1)
- dostatečná rotační kapacita oblastí, kde na mezi únosnosti dochází k vytvoření plastických kloubů – zaručeno podmínkou omezení výšky tlačené oblasti v MSÚ:  $x/d \leq 0,25$

**Okrajové podmínky** - vetknutí nebo kloubové uložení (zásady jako při užití tabulek dle pružnosti – viz str.1)  $\Rightarrow$  určení **typu desky** pro stanovení součinitelů z tabulek (tab. 1 až 9)

### Výpočet momentů

- z tabulek se odečtou součinitele  $b$  pro typ desky, poměr rozpětí  $l_y / l_x$  ( $l_x$  je kratší rozpětí) a vyšetřované průřezy. Součinitele  $b$  i v tabulkách vyznačené momenty mají indexy  $x$  nebo  $y$  a  $e$  nebo  $m$ . Indexy  $x, y$  označují směr navrhované výztuže (pozor v obrázcích je šipkami vyznačena normála momentů, index momentu odpovídá směru výztuže a vyznačeným rozpětím) a indexy  $e, m$  umístění ( $e$  – podporový moment,  $m$  – moment v poli). Hodnoty součinitelů  $b_{ye}$  a  $b_{ym}$  jsou stejné u daného typu desky pro všechny hodnoty poměru rozpětí  $l_y / l_x$ . Hodnoty součinitelů  $b_{xe}$ ,  $b_{xm}$  se pro mezilehlé hodnoty  $l_y / l_x$  stanoví lineární interpolací.
- hodnoty momentů pro jednotlivé desky i jednotlivá pole spojitě desky se vypočtou za vztahů:  

$$m_{xe} = b_{xe} \cdot m_0, \quad m_{xm} = b_{xm} \cdot m_0, \quad m_{ye} = b_{ye} \cdot m_0, \quad m_{ym} = b_{ym} \cdot m_0,$$
kde  $m_0 = (g_d + q_d) \cdot l_x^2 \dots$  ( $l_x$  je kratší rozpětí).
- U spojitých desk se vyrovnají nestejně podporové momenty (podle tuhostí přilehlých desk) – viz příklad na obr.6



Obr.6 Vyrovnání momentů (plnou čarou momenty stanovené z tabulek pro jednotlivé desky, čárkovaně po vyrovnání)