

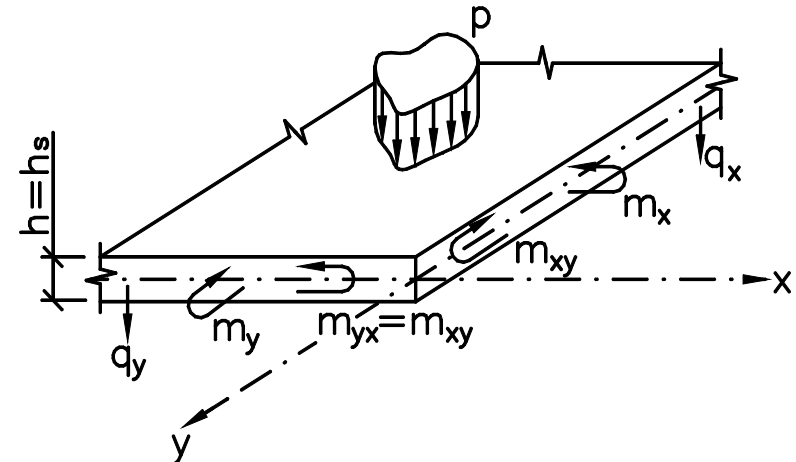
BL05 Betonové konstrukce I

Vyztužování desek podepřených po obvodě
Inovovaná přednáška II.

Technická teorie tenkých pružných desek (Kirchhoffova)

- deformační předpoklad o zachování přímosti hmotných normál a jejich kolmosti k průhybové ploše $w(x, y)$
- vyjádření napjatosti desky v pravoúhlém systému souřadnic pomocí složek vnitřních sil:

m_x, m_y	ohybové momenty,
$m_{xy} (=m_{yx})$	kroučící momenty,
q_x, q_y	posouvající síly.



Všechny silové veličiny jsou vztaženy na jednotku délky řezu – tzv. *měrné vnitřní síly*; fyzikální rozměry a vyjádření v jednotkách:
 u momentů m_x, m_y, m_{xy} - $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}'$, u posouvajících sil q_x, q_y - kN/m' .

$$p_x + p_{xy} + p_y = p(x,y) \quad p = p(x,y) \text{ plošné zatížení desky [kN/m}^2\text{]}$$

Podíl mezi těmito složkami závisí na půdorysném tvaru desky a na uložení okrajů.

S užitím těchto pojmů můžeme obecně rozlišovat:

- desky působící v jednom směru, např. ve směru x , pak $p_y = p_{xy} = 0$,
- desky působící v obou směrech – obecný případ.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Středoevropské centrum pro vytváření a realizaci inovovaných
technicko-ekonomických studijních programů

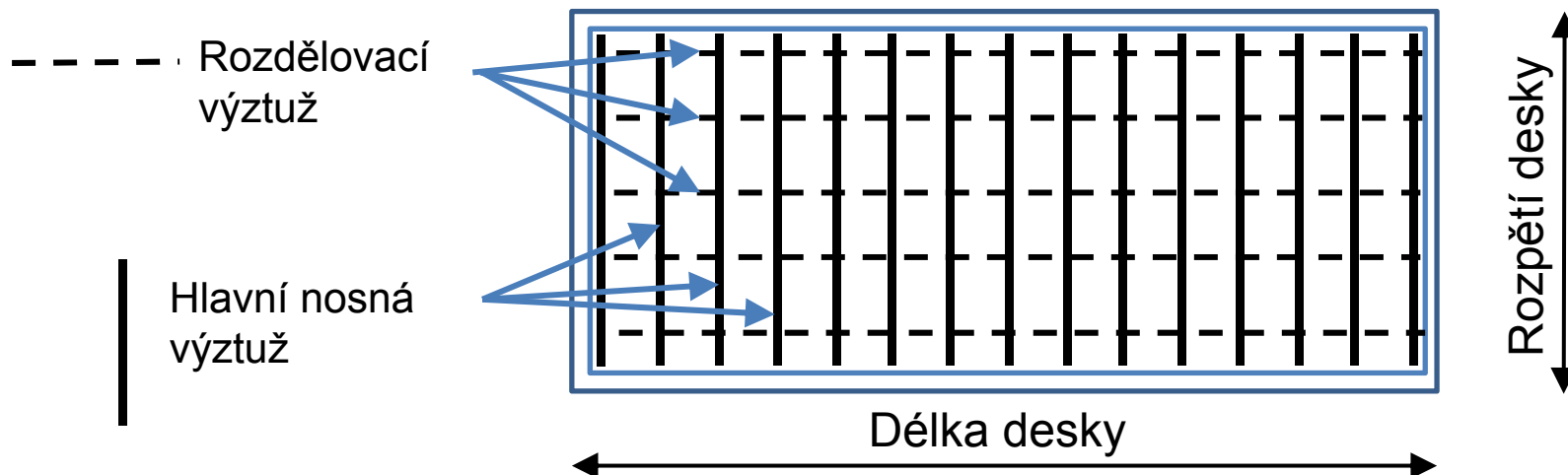
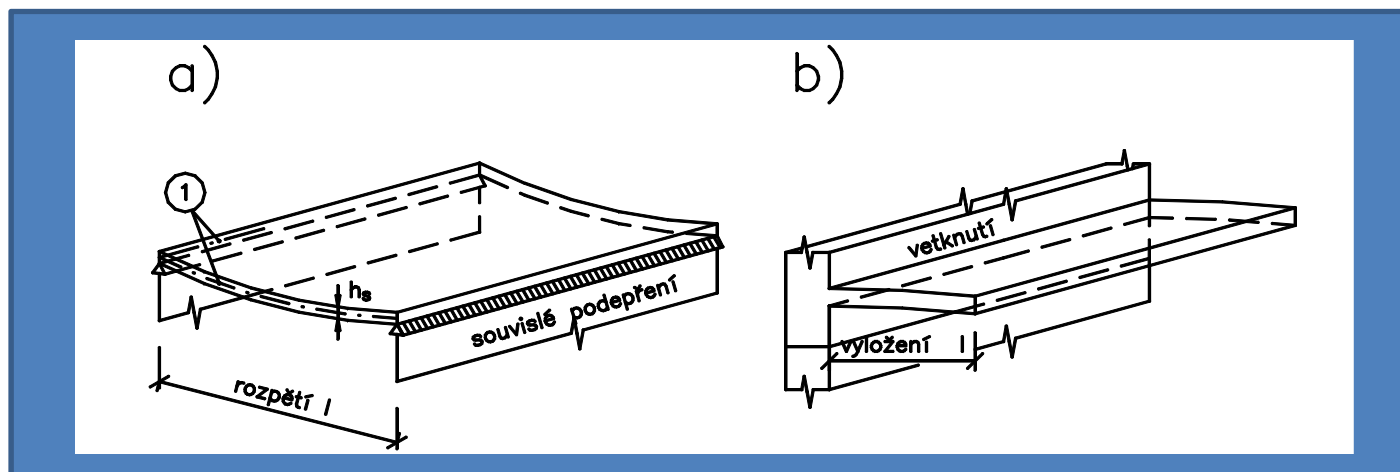
Registrační číslo CZ.1.07/2.2.00/28.0301

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a
státním rozpočtem České republiky.

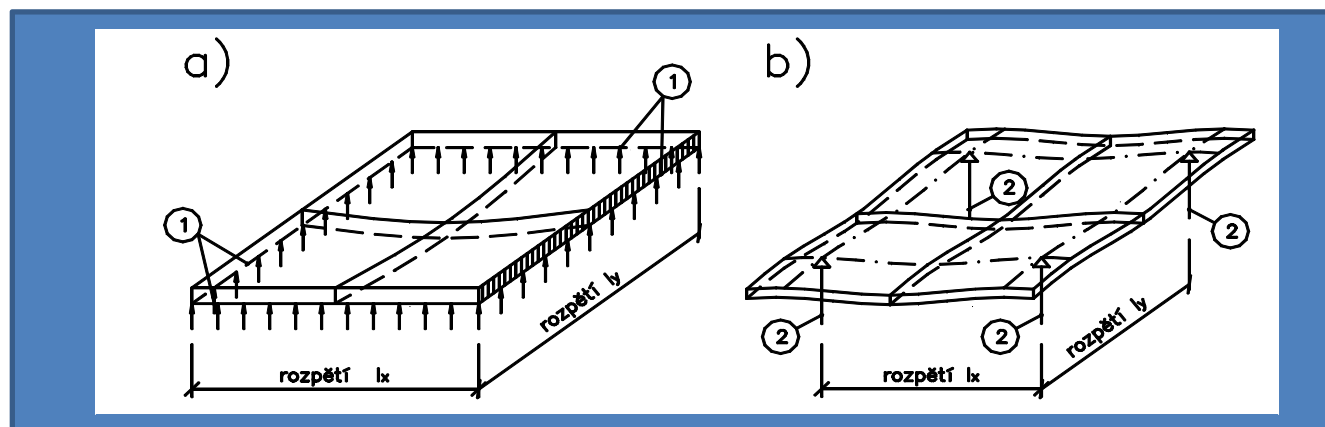
Deska působící v jednom směru – obdélníkový půdorys, poměr stran více než 2 : 1

a - nosníková,

b - konzolová



Deska působící ve dvou směrech - do max. poměru stran 2:1
a - podepřená po obvodě, b - lokálně podepřená

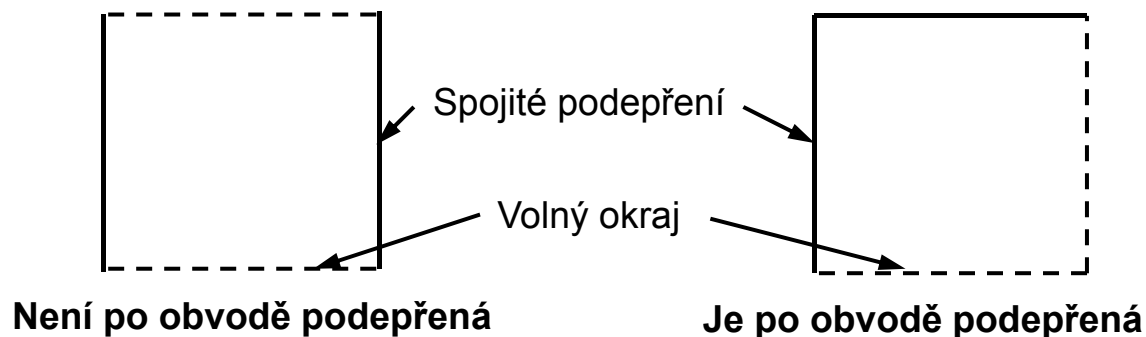


Hlavní nosnou výztuž je nutno navrhovat v obou směrech.

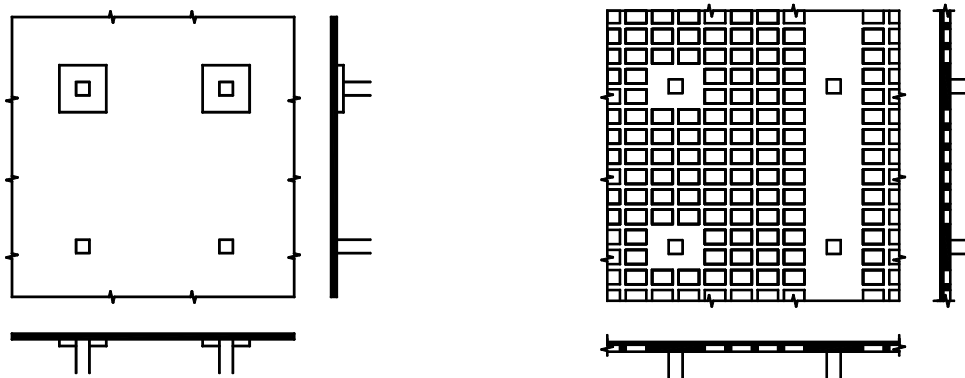
Deska působící ve dvou směrech

- desky souvisle podepřené po obvodě,
- desky lokálně podepřené.

Deska podepřená po obvodě je spojitě (souvisle) podepřená alespoň podél **dvou navzájem kolmých stran** svého půdorysu - podepření prosté (kloubové, přímkové) nebo vetknutí.



Deska lokálně podepřená je uložena na podporách, které nelze považovat za souvislé - sloupy nebo úseky stěn.

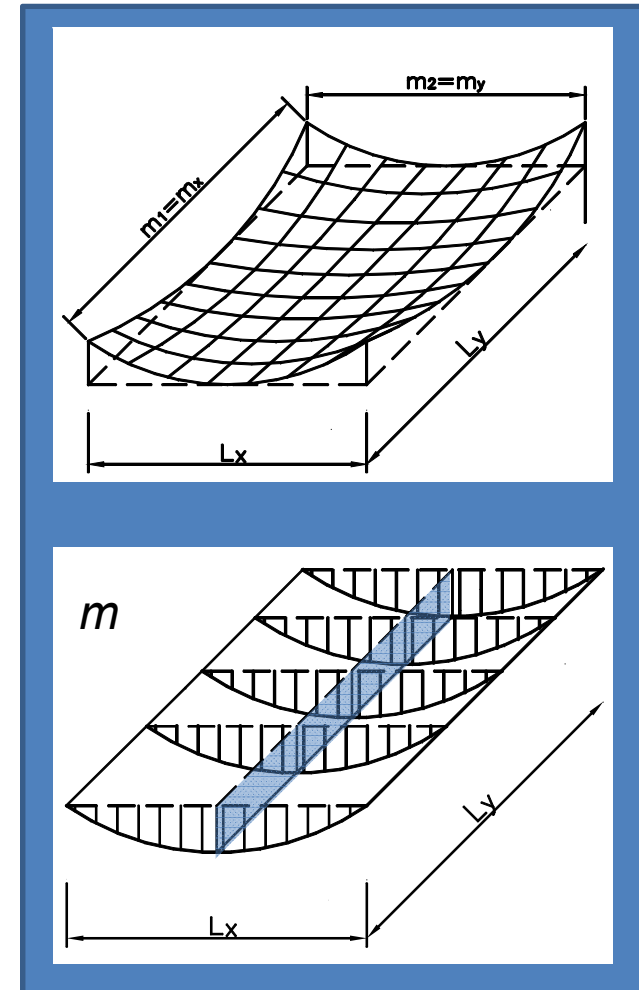


Poddajně podepřené desky – metoda náhradních nosníků

- průhybová plocha je translační plochou, tj.

$$f(x,y) = f_x(x) + f_y(y)$$
- v desce *nevznikají* téměř žádné kroucí momenty ($m_{xy}=0$) a ohybové momenty v obou směrech souřadnicových os x, y představují přímo hlavní momenty $m_1 = m_x$ a $m_2 = m_y$.

Podobný stav nastane v desce není-li zabráněno jejímu *nadzvedávání v rozích* - např. u střešních desek o jednom deskovém poli, které jsou prostě uloženy na obvodovém zdivu a nejsou dostatečně přitíženy tíhou střešní konstrukce. Reálně jde ovšem obvykle o nežádoucí stav.



Metoda náhradních nosníků

- deska se nahradí dvěma vzájemně kolmými osnovami nosníků (myšlených pruhů jednotkové šířky vyřatých z desky), a ty pak řešíme na účinky příslušné části zatížení přenášené v odpovídajícím směru (tj. p_x nebo p_y), $p_{xy} = 0$:

$$p = p_x + p_y$$

Rozdělení zatížení – rozdělovací součinitel C_x

$$p_x = p \cdot C_x$$

$$p_y = p - p_x = p \cdot (1 - C_x)$$

Při výpočtu C_x se vychází z rovnosti průhybu ve směru x a y:

$$f_x = f_y$$

Např. pro desku po jednou okraji vetknutou a tří prostě podepřenou, tj. jednostranně vetknutý nosník (směr x) a prostý nosník (směr y) platí:

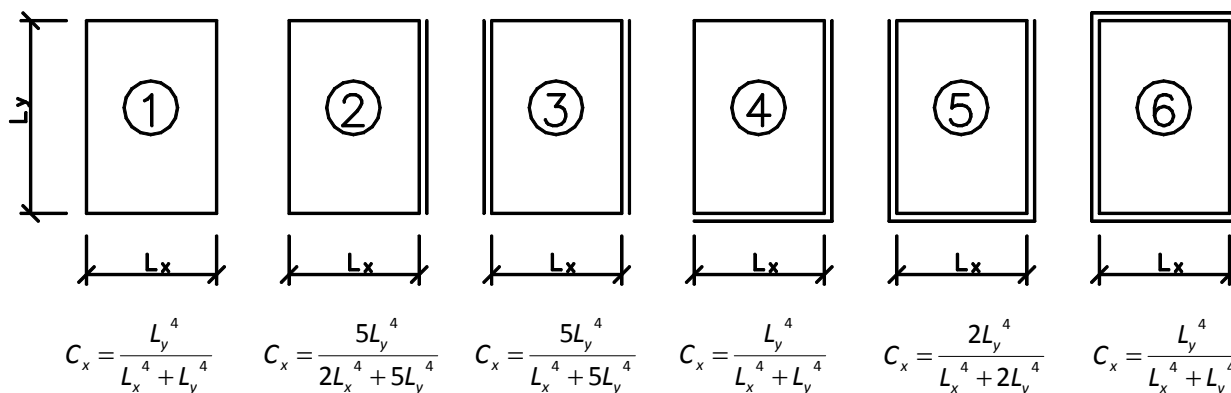
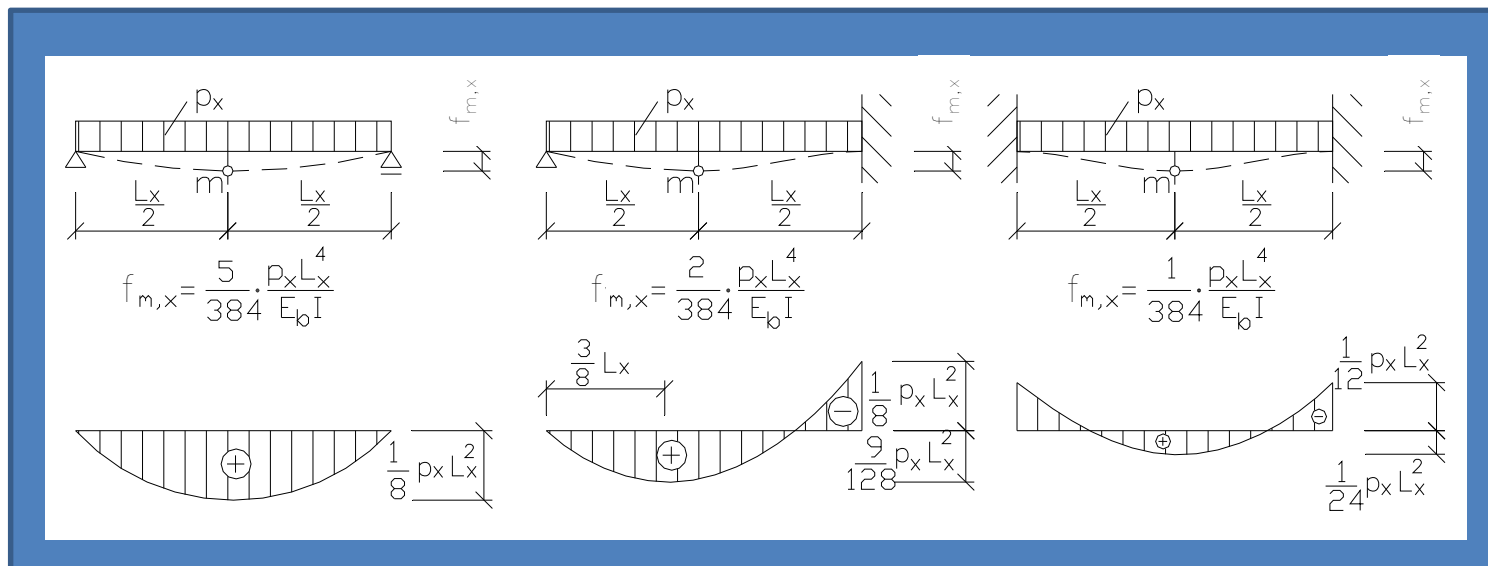
$$\frac{2}{384} \frac{p_x \cdot L_x^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{p_y \cdot L_y^4}{EI}$$



Hodnoty p_x a $p_y = p - p_x$ můžeme vždy primárně vyjádřit přímo z rovnice rovnosti průhybů pro aktuální způsob podepření desky. V praxi se pro zjednodušení (tj. z lenosti) často využívá rozdělovacího součinitele C_x , který lze snadno odvodit (a někde tabelovat) pro veškeré kombinace podepření desky. Pro uvedený příklad je:

$$C_x = \frac{5L_y^4}{2L_x^4 + 5L_y^4}$$

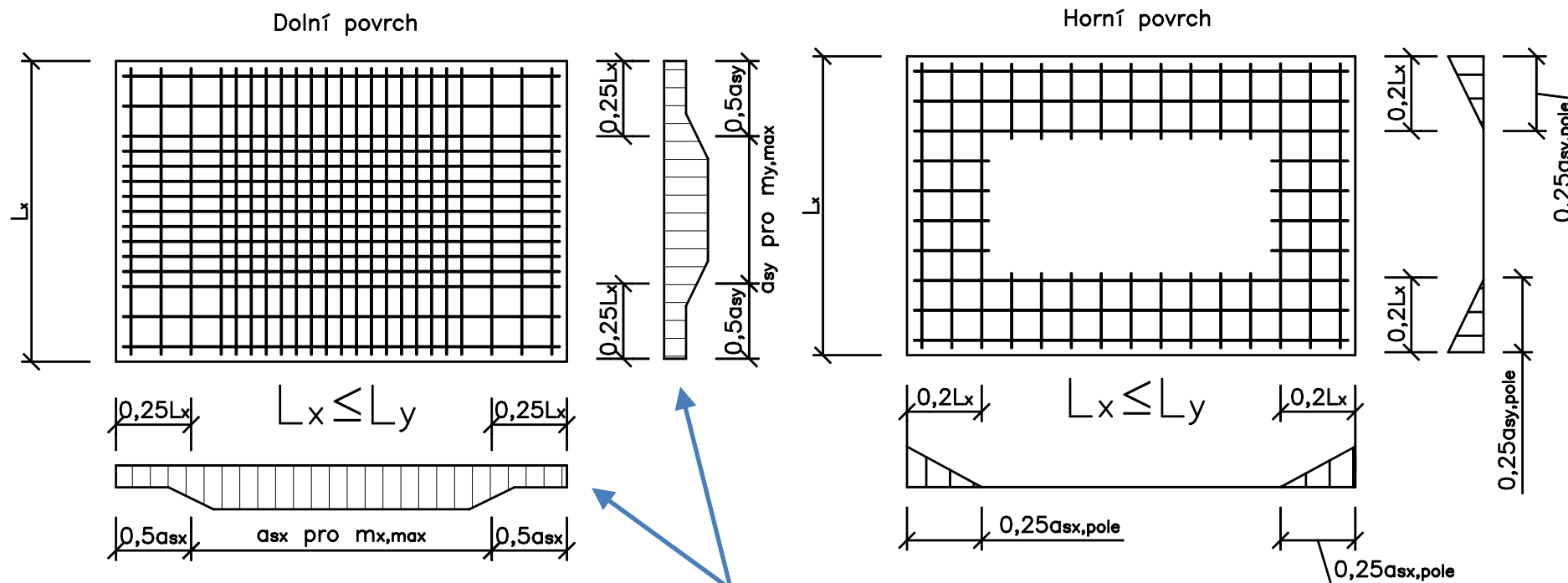
Průhyb a ohybové momenty náhradního nosníku pro základní způsoby uložení desky



jednoduchá čára - prostý okraj
(prosté podepření)

dvojitá čára - vetknutý okraj
(spojitost)

Vyztužení po obvodě prostě podepřené desky, poddajné podepření



a_{sx} – plocha výztuže na 1 m šířky
v kratším (více namáhaném)
směru

Zjednodušený průběh průběhu momentů
v kolmém směru

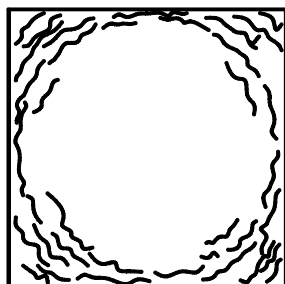
Vertikálně nepoddajné podepření desek po obvodě

Desky jsou obvykle monoliticky spojeny s pozedními věnci, s deskami sousedních deskových polí nebo s vertikálně tuhými trámy, popř. s průvlaky (je zabráněno zvedání rohů).

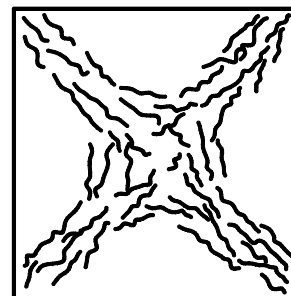


Účinkem rohových reakcí dochází ke zmenšení průhybu ve střední části desky. V deskovém elementu vznikají vodorovně působící tangenciální napětí, jejichž výslednicí jsou krouticí momenty $m_{xy} = m_{yx}$. Dobrou představu o účincích výsledných (složených) momentů, dávají schémata vznikajících trhlin:

Horní povrch



Dolní povrch



Vertikálně nepoddajné podepření desek po obvodě

Z důvodu vzniku ***kroutících momentů*** dojde k přerozdělení vnitřních sil, z čehož vyplývá:

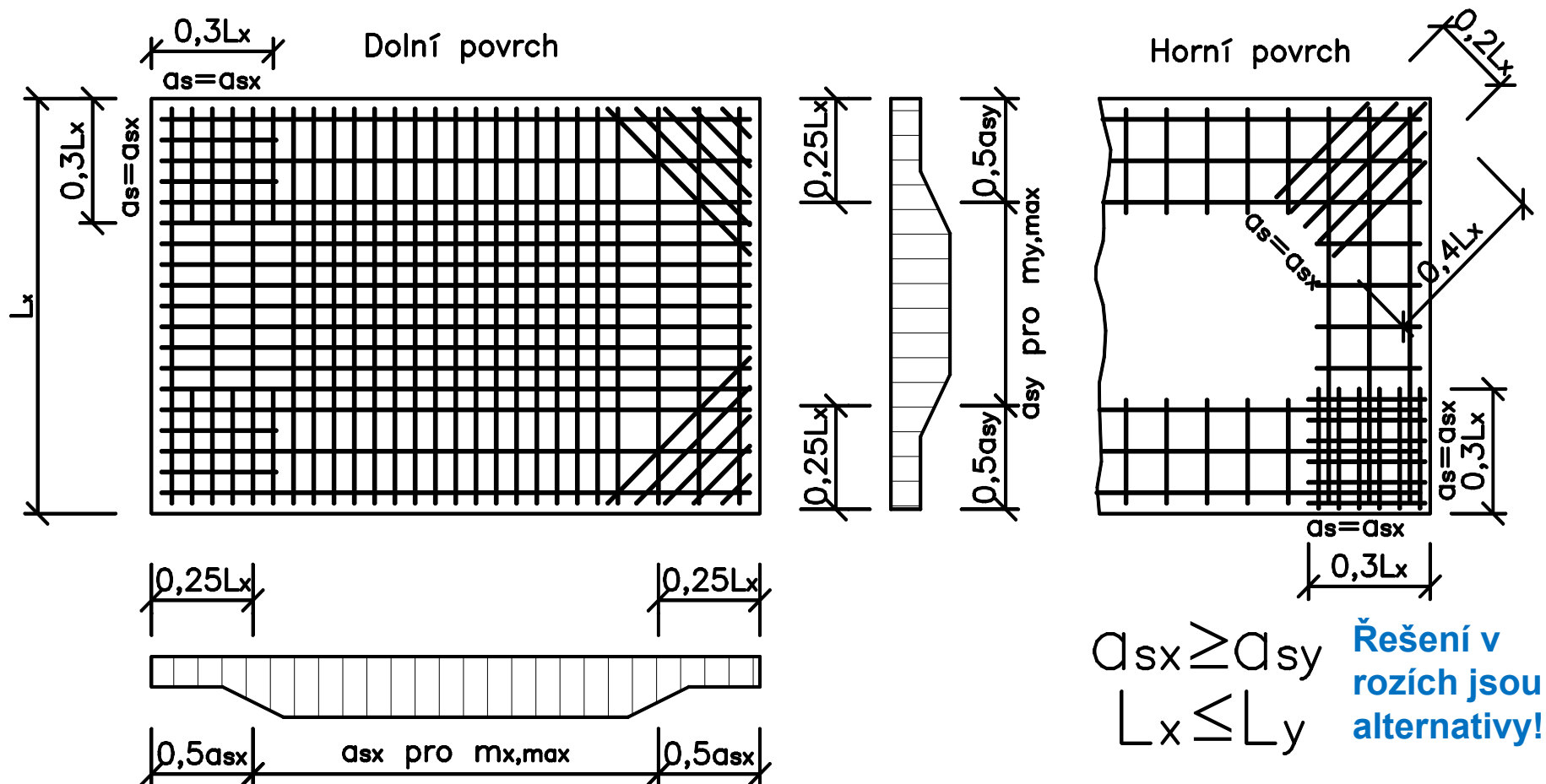
- A. Nutnost zajistit vyztužení rohových oblastí na účinky kroutících momentů.
- B. Při výpočtu mezipodporových momentů a při výpočtu pružného průhybu desek je možno přihlédnout k příznivému vlivu přerozdělení vnitřních sil a redukovat je pomocí součinitele κ (podle H. Marcuse nebo K. Hrubana):

$$\kappa = \frac{5}{6} \cdot \frac{L_x^2 \cdot L_y^2}{L_x^4 + L_y^4}$$

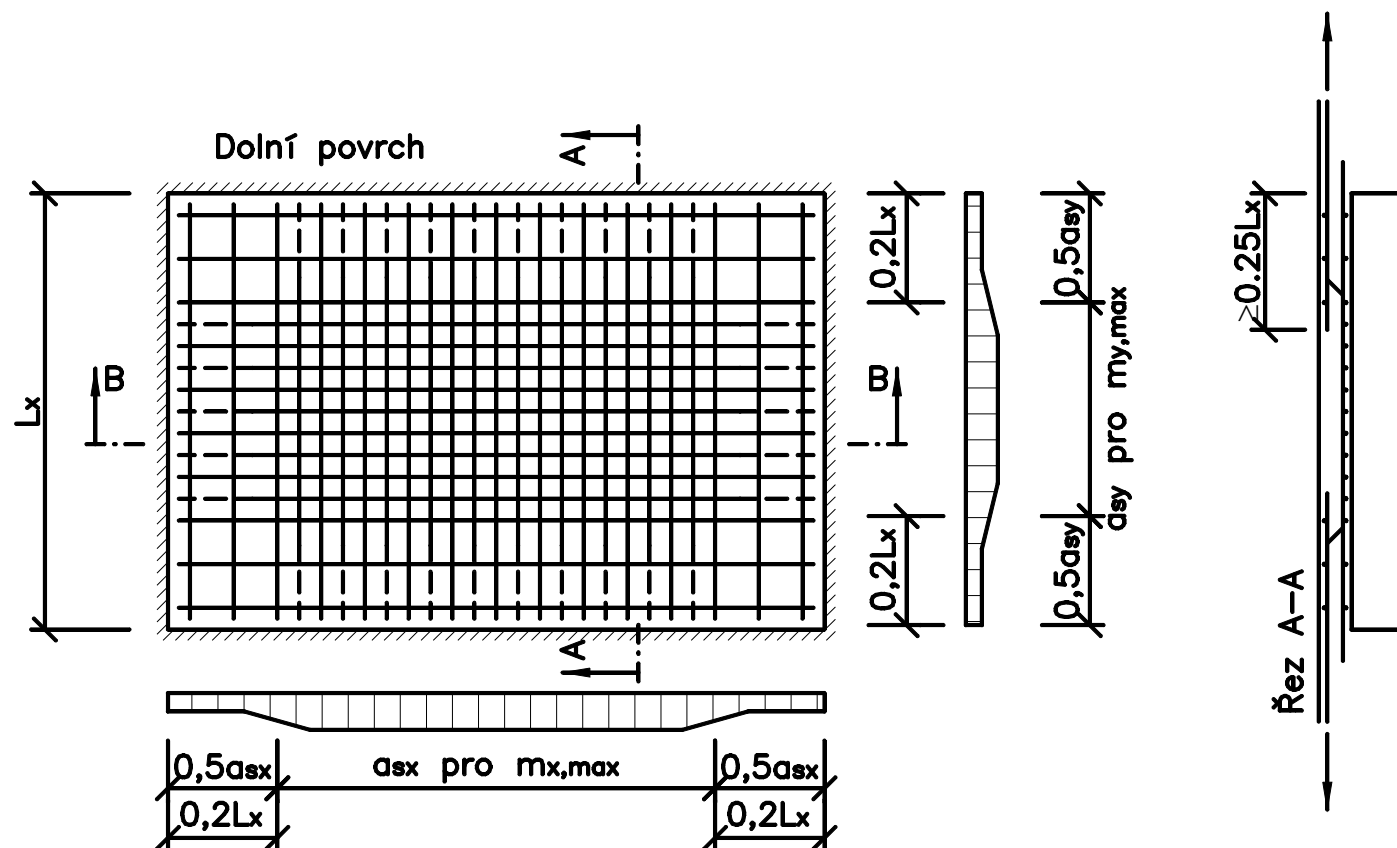
Pro náhradní nosník s podepřením:

- prostě na obou okrajích bude vypočtený moment redukován hodnotou: $(1-\kappa)$
- na jednom konci prostě a na druhém s vetknutím bude redukce: $(1-2/3 \kappa)$
- oboustranně vetknutý bude redukce: $(1-1/3\kappa)$

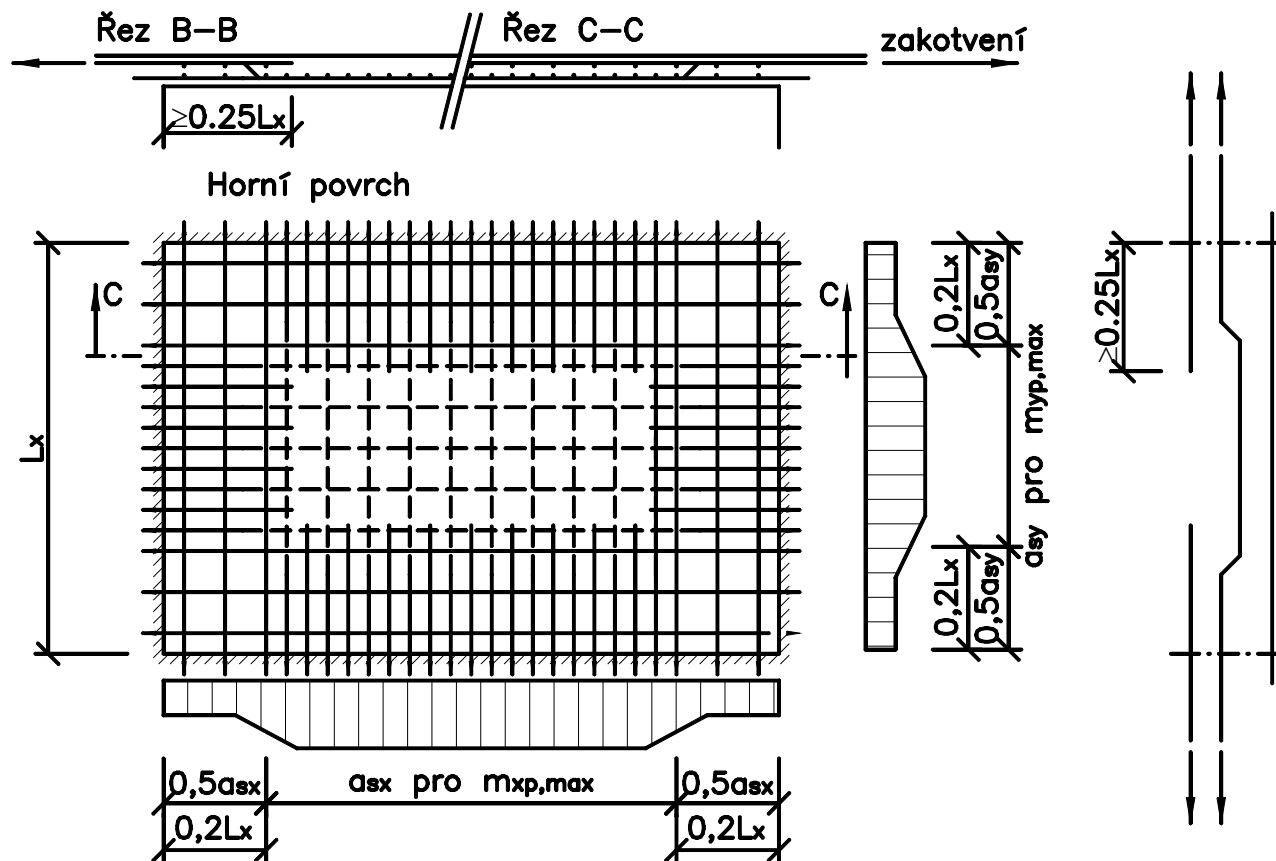
Uspořádání výztuže obdélníkové, rovnoměrně zatížené desky, při prostém podepření a upnutí v rozích

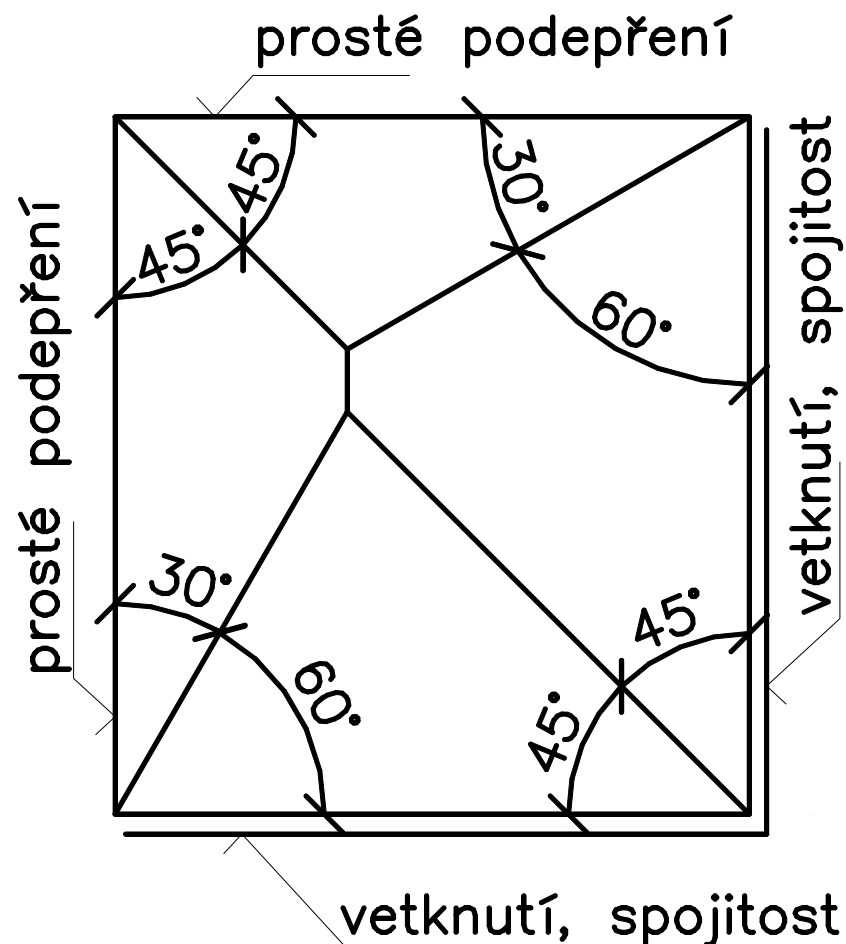
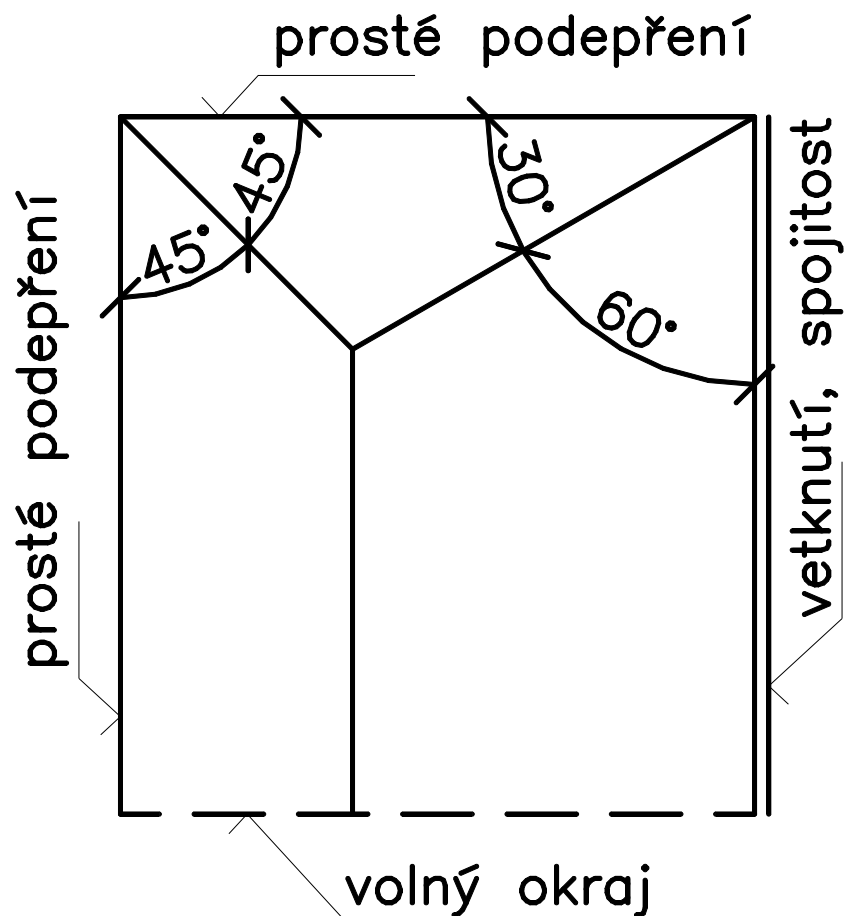


Uspořádání výztuže obdélníkové, rovnoměrně zatížené desky, po obvodě vetknuté – výztuž při dolním povrchu



Uspořádání výztuže obdélníkové, rovnoměrně zatížené desky, po obvodě vetknuté – výztuž při horním povrchu



Rozdělení plochy desky pro stanovení přímkového zatížení podporových prvků

Děkuji za pozornost.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Středoevropské centrum pro vytváření a realizaci inovovaných
technicko-ekonomických studijních programů

Registrační číslo CZ.1.07/2.2.00/28.0301

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a
státním rozpočtem České republiky.