

4. cvičení – výpočet zatížení a vnitřních sil

Výpočet zatížení – stropní deska

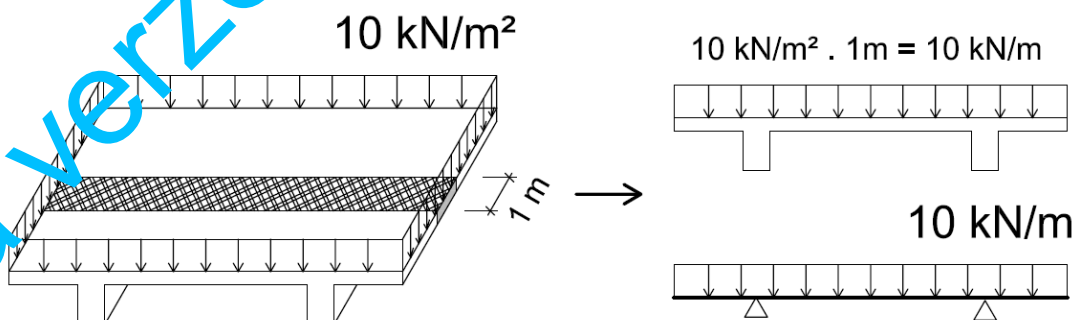
- Skladbu podlahy a hodnotu užitého zatížení převezměte z 1. úlohy.
- Uvažujte tloušťku ŽB desky, kterou jste sami navrhli ve 3. cvičení (tj. nepřebírejte zadanou tloušťku desky z 1. úlohy – ta neodpovídá konstrukci, kterou teď řešíte, byla pevně zadána jen pro urychlení výpočtu v 1. úloze)
- Spočítejte celková **charakteristická** zatížení a přenásobte je příslušnými **dílčími součiniteli**, abyste získali hodnoty **návrhové** (viz 1. cvičení). Zatížení od podlahy stačí uvést dohromady v jednom řádku – nevypisujte znovu celou skladbu. Vaše tabulka by měla vypadat takto:

ZATÍŽENÍ STROPNÍ DESKY

Typ	Zatížení	Obj.tíha [kN/m ³]	Tloušťka [m]	Charakter. zat. [kN/m ²]	Souč. [-]	Návrhové zat. [kN/m ²]
Stálé	vl.tíha desky	25	0,14	3,50	1,35	4,73
	Ostatní (podlaha z 1.úlohy)			1,50	1,35	2,02
	Celkem stálé			$q_k = 5,00$		$g_d = 6,75$
Proměnné	užitné			$q_k = 2,00$	1,5	$q_d = 3,00$
CELKEM				$s_k+q_k = 7,00$		$g_d+q_d = 9,75$

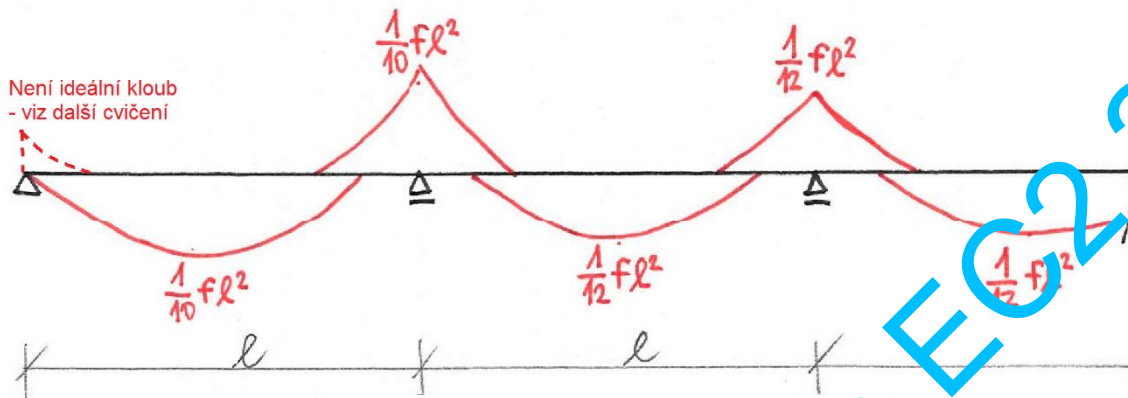
Výpočet vnitřních sil – stropní deska

- Z předmětů stavební mechaniky jste byli zvyklí mít přesně zadané schéma konstrukce a na něm počítat vnitřní síly
- U reálných konstrukcí musí projektant nejprve sám stanovit statické schéma, na kterém bude síly počítat. Je potřeba zvolit vhodný výpočetní model, který se blíží skutečnému působení konstrukce.
- Pro desky jednosměrně podélně obvykle provádíme výpočet na výseku jednotkové šířky (např. 1 m). Konstrukci pak můžeme převést na rovinnou a zredukovat dimenzi zatížení – z plošných se stanou liniová, z bodových bodová (protože původní zatížení vynásobíme hodnotou 1 m).



- Naše stropní deska je podepřena vnitřními trámy a na okrajích svislými zděnými stěnami. Proto ji lze modelovat jako prostě podepřený spojité nosník. **To samozřejmě neplatí obecně**, obzvláště pokud by svislé konstrukce byly železobetonové. Podrobnější výklad k této problematice přesahuje rámec cvičení a proběhne na přednáškách.

- Obecně je nutné uvažovat **různé kombinace zatížení**, abychom získali extrémní hodnoty vnitřních sil pro návrh výztuže (viz návrh trámy dále). V našem případě (spojitá deska o stejných rozpětích všech polí zatížená rovnoměrně) průběh obálky ohybových momentů na desce zjednodušeně stanovíme podle následujícího schématu:

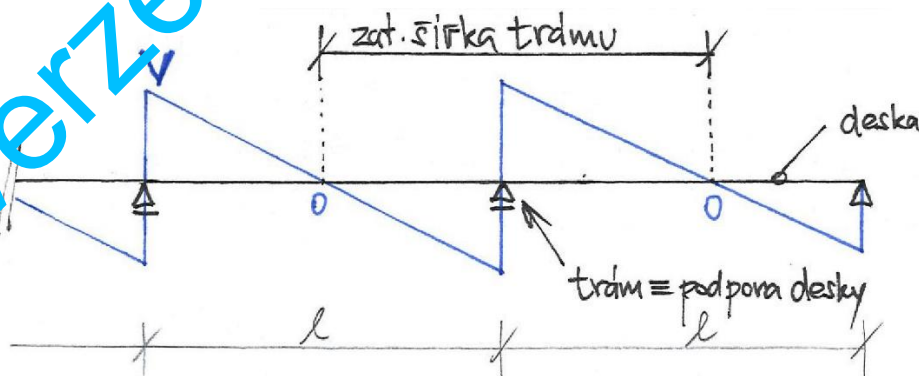


Pozn.: Hodnoty momentů lze uvažovat hodnotami $1/12 \cdot f \cdot l^2$ i v krajním poli a 1. vnitřní podpoře za předpokladu, že je deska v krajním styčniku uložena do velmi tuhého průvlaku, masivní ŽB stěny nebo masivního věnce zděné stěny.

- Postup pro domácí cvičení:** Spočítejte zatížení desky v tabulce, stanovte hodnoty momentů a načrtněte průběh obálky momentů s popisem bodů (rozsah: všechna 4 desková pole).

Výpočet zatížení – trámy

- Plošné zatížení desky převezměte z předchozího výpočtu, plošnou hmotnost příčky z úlohy 1.
- Zatěžovací šířka se obecně stanovuje jako vzdálenost mezi body nulových posouvajících sil na desce. Jelikož jsme průběh vnitřních sil (momentů) na desce stanovili zjednodušeně, neznáme ani přesný průběh posouvajících sil na desce a budeme tedy zjednodušeně uvažovat zatěžovací šířku $2 \times 0,5l = l$, kde l je osový rozpon jednoho pole desky.



Pozn.: Výše uvedený způsob stanovení zatěžovacích šířek je pouze přibližný. Zejména v krajním poli by byla poloha nulové posouvající síly výrazně blíže krajní podpoře (menší posouvající síla v krajní podpoře) a reálná zatěžovací šířka 1. vnitřního trámu by tak byla větší než l .

- Stanovte zatížení pro trámy T1 a T2. Trám T1 představuje prostý nosník s převislým koncem (konzolou), trám T2 působí jako prostý nosník. POZOR, zatížení trámů se liší (příčka), u trámu T1 může být odlišné proměnné zatížení v poli a na konzole - viz níže. Tabulky pro výpočet zatížení budou vypadat takto:

ZATÍŽENÍ STROPNÍHO TRÁMU T1 – v poli (s příčkou)

Typ	Zatížení	Plošné zat. [kN/m ²]	Zat. šířka [m]	Charakter. zat. [kN/m']	Souč. [-]	Návrhové zat. [kN/m']
Stálé	Stálé od desky	5,00	4,00	20,00	1,35	27,00
	Trám pod deskou	0,3 · (0,54 - 0,14) · 25		3,00	1,35	4,05
	Příčka	1,4 · (3,6 - 0,54)		4,28	1,35	5,78
	Celkem stálé			g_k = 27,28		g_d = 36,83
Proměnné	Užitné	2,00	4,00	q_k = 8,00	1,5	q_d = 12,00
CELKEM				g_k+q_k = 35,28		g_d+q_d = 48,83

Pozn.: tíha příčky byla spočtena jako plošná tíha v [kN/m²] × výška příčky v [m]

ZATÍŽENÍ STROPNÍHO TRÁMU T1 – na konzole (balkon - bez příčky)

Typ	Zatížení	Plošné zat. [kN/m ²]	Zat. šířka [m]	Charakter. zat. [kN/m']	Souč. [-]	Návrhové zat. [kN/m']
Stálé	Stálé od desky	5,00	4,00	20,00	1,35	27,00
	Trám pod deskou	0,3 · (0,54 - 0,14) · 25		3,00	1,35	4,05
	Celkem stálé			g_k = 23,00		g_d = 31,05
Proměnné	Užitné - balkon	3,00	4,00	q_k = 12,00	1,5	q_d = 18,00
CELKEM				g_k+q_k = 35,00		g_d+q_d = 49,05

Pozn.: užitné zatížení na balkonu uvažováno jako větší z hodnot užitného zatížení v přilehlých prostorách a 3,00 [kN/m²]

Na konci konzoly působí síla od tíhy zábradlí – uvažuje se jako stálé zatížení. Spočteme charakteristickou i návrhovou hodnotu sil ze zadané hmotnosti zábradlí 50 kg/m × zat.šířka:

Typ	Zatížení	Liniové z. [kN/m']	Zat. šířka [m]	Charakter. zat. [kN]	Souč. [-]	Návrhové zat. [kN]
Stálé	Zábradlí	0,50	4,00	G_k = 2,00	1,35	G_d = 2,70

ZATÍŽENÍ STROPNÍHO TRÁMU T2

Typ	Zatížení	Plošné zat. [kN/m ²]	Zat. šířka [m]	Charakter. zat. [kN/m']	Souč. [-]	Návrhové zat. [kN/m']
Stálé	Stálé od desky	5,00	4,00	20,00	1,35	27,00
	Trám pod deskou	0,3 · (0,54 - 0,14) · 25		3,00	1,35	4,05
	Celkem stálé			g_k = 23,00		g_d = 31,05
Proměnné	Užitné od desky	2,00	4,00	q_k = 8,00	1,5	q_d = 12,00
CELKEM				g_k+q_k = 31,00		g_d+q_d = 43,05

Výpočet vnitřních sil – trám T1

- Statickým modelem trámu T1 je **prostý nosník s převislým koncem**
- Stálé zatížení je na konstrukci přítomno stále ve stejné hodnotě, proměnné se však mění. Pro výpočet vnitřních sil je nutné uvažovat všechny nepříznivé možnosti zatěžovacích situací.
- Označíme stálé zatížení g_d a proměnné užité q_d (pozor, v poli a na konzolách se hodnoty liší) a budeme uvažovat následující **kombinace zatížení**:

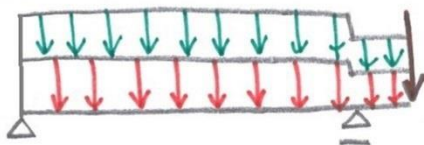
KZ1 odpovídá situaci, kdy je konstrukce v celé ploše plně zatížena stálým i užitným zatížením (lidmi, vybavením, skladovaným materiálem apod.).

KZ2 představuje případ, kdy na konzole je pouze stálé zatížení bez užitého a v poli je plné zatížení (stálé i užité).

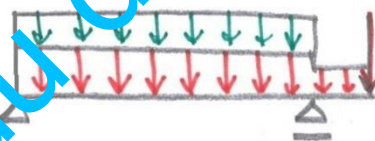
KZ3 - zde naopak uvažujeme plné zatížení na konzole a v poli pouze stálé bez užitého.

- **Schémat kombinací zatížení trámu T1** (ve cvičení nakreslete včetně popisu hodnot s jednotkami):

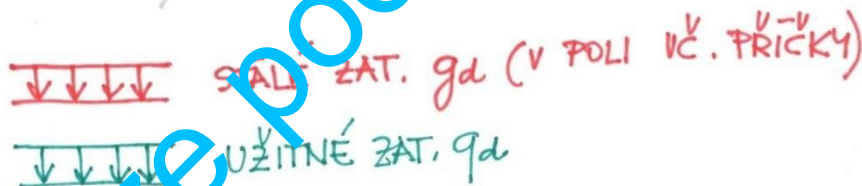
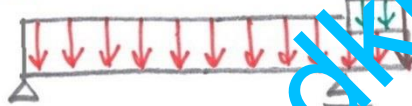
KZ1



KZ2



KZ3



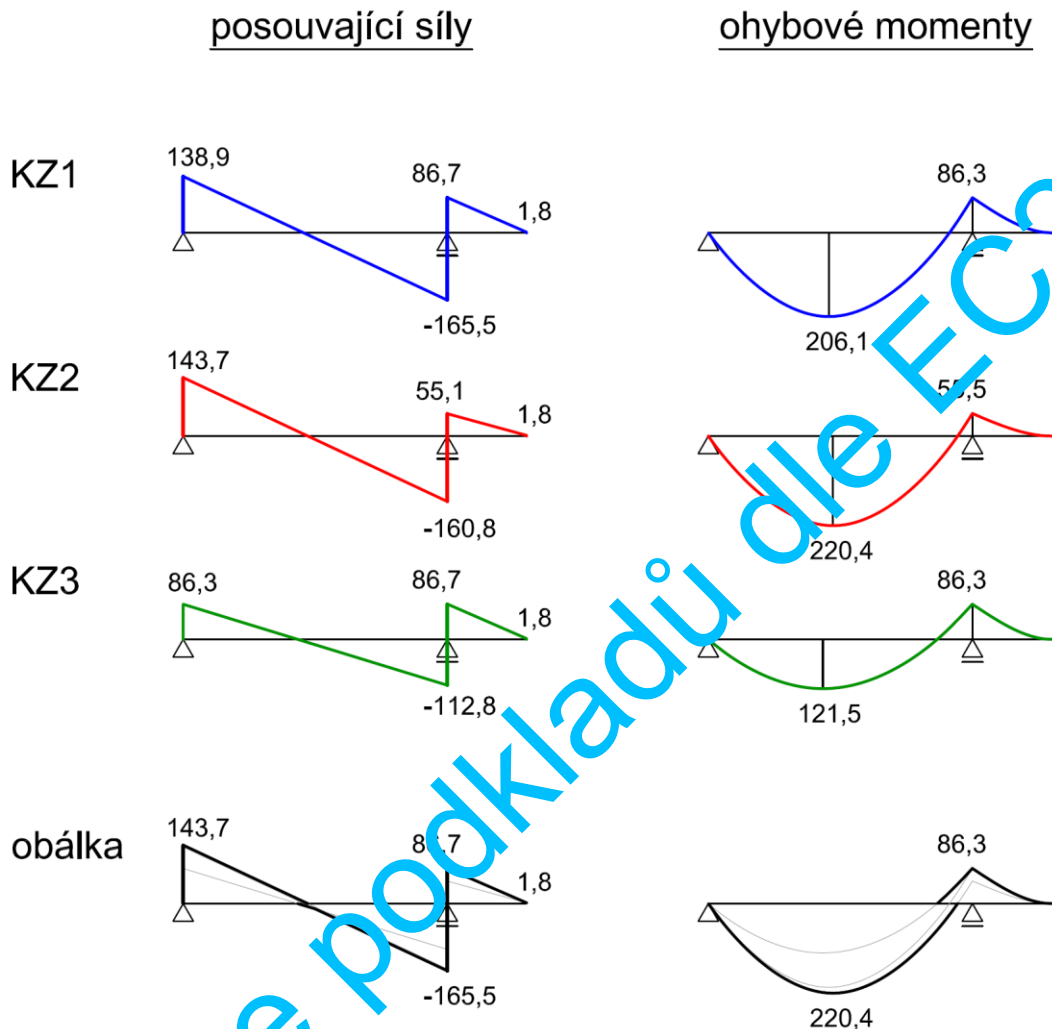
- Pro každou kombinaci zatížení spočítejte **reakce v podporách** a stanovte **průběhy posouvajících sil a momentů** (viz stavební mechanika). U momentů je nutné znát přesný průběh (stačí jen extrémní hodnoty momentů) - budeme jej potřebovat pro návrh délek prutů výztuže. Průběhy posouvajících sil a momentů od každé kombinace vykreslete (v měřítku!).
- Zamyslete se nad výsledky a pochopíte, proč je nutno počítat s různými kombinacemi zatížení. **Obecně neplatí, že plné zatížení vyvozuje všechny nejnepříznivější účinky.**

- Nakonec vynesete v měřítku:

- do jednoho obrázku **průběhy posouvajících sil od všech kombinací**, vytáhněte tzv. **obálku posouvajících sil** a extrémní hodnoty popište,
- do druhého obrázku **průběhy ohybových momentů od všech kombinací**, vytáhněte tzv. **obálku ohybových momentů** a extrémní hodnoty opět popište.

Obálka obecně ukazuje, jaké extrémní hodnoty vnitřních sil mohou v jednotlivých průřezech konstrukce vzniknout. Obálku použijeme později pro návrh výztuže.

Průběhy posouvajících sil a momentů od jednotlivých kombinací zatížení vynesete v měřítku, s popisem hodnot (ve cvičení přímo k výpočtu jednotlivých kombinací, obálky na konec):



Výpočet vnitřních sil – trám T2

- Trám T2 působí jako prostý nosník. V tom případě jsou nejhorší účinky vždy vyvozeny největším zatížením, není tedy nutno počítat více kombinací zatížení.
- Stanovte **maximální ohybový moment a posouvající síly od plného zatížení konstrukce**. Průběhy posouvající síly a ohybového momentu vykreslete.