**1. cvičení – Návrh desky a trámu na ohyb**

## Úvod

* Budeme navrhovat konstrukci objektu se zděnými stěnami a prefamonolitickými trámovými stropy
* Na zděné stěny se osadí prefabrikované trámy, na ně se uloží stropní panely typu FILIGRAN, které budou v průběhu výstavby podepřeny montážními stojkami. Ilustrační obrázky:



* Následně bude celá konstrukce zmonolitněna. Schéma:



## Návrh stropní desky

* Stropní desky jsou spojité jednosměrně pnuté, plně spřažené, podepřené trámy. **Tloušťka stropu** by měla zhruba odpovídat empirickému vztahu:

,

 kde *L* je osové rozpětí prvku (ve cvičení rozměr *L*2).

* Zvolíme velikost výztužného profilu 8 nebo 10 mm.
* Stanovíme **nominální krycí vrstvu výztuže** a navrhneme hodnotu krytí ***c***:



kde: 

kde: *c*min je minimální krycí vrstva,

*c*dev je přídavek na návrhovou odchylku (0 – 10 mm dle technologie a kvality provádění), ve cvičení brát *c*dev = 10 mm,

*c*min,b je minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti, v našem případě odpovídá profilu použitých prutů ,

*c*min,dur je minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí, získá se z normové tabulky (viz pomůcky) podle konstrukční třídy a stupně vlivu prostředí. Stupeň vlivu prostředí je zadán. Základní hodnota konstrukční třídy S4 se upraví podle zadání s ohledem na životnost, třídu betonu a typ konstrukce.

*c*dur, je přídavná bezpečnostní složka, uvažovat 0 mm,

*c*dur,st je redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli, brát 0 mm,

*c*dur,add je redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany, brát 0 mm.

* Stanovíme výšku staticky účinné části průřezu:



* Spočteme **podmínku vymezující ohybové štíhlosti**. Její splnění zaručuje, že konstrukce bezpečně vyhoví z hlediska průhybů. Při nesplnění je potřeba provést podrobný výpočet průhybů (konstrukce může, ale nemusí vyhovět) nebo zvýšit tloušťku desky (což se případně provede ve cvičení). Musí platit, že:



kde: ** je ohybová štíhlost posuzovaného prvku,

*L*je osové rozpětí prvku,

*d* je výška staticky účinné části průřezu,

**d je vymezující ohybová štíhlost,

**c1 je součinitel tvaru průřezu, pro T-průřez s poměrem šířky příruby k šířce žebra větším než 3 je **c1 = 0,8, jinak **c1 = 1,0 ⇨ uvažovat **c1 = 1,0,

**c2 je součinitel rozpětí, pro *L* ≤ 7 m je **c2 = 1,0, jinak **c2 = 7/*L*,

**c3 je součinitel napětí tahové výztuže, obecně , uvažovat **c3 = 1,2,

**d,tab je tabulková hodnota vymezující ohybové štíhlosti, získá se z tabulky (viz pomůcky) podle typu prvku, třídy betonu a stupně vyztužení (uvažovat  = 0,5 %).

* ve cvičení posoudit desku v krajním poli ⇨ krajní pole spojitého nosníku
* Návrh tloušťky desky ve cvičení provedeme jako určitý „kompromis“ mezi empirií a požadavkem na ohybovou štíhlost:

 

* Stanovíme celkové **návrhové zatížení stropní desky** *f*d (vlastní tíha + podlaha + proměnné)
* **Návrhové hodnoty momentů** na desce budeme uvažovat zjednodušeně stejné v poli i nad podporou (kromě konzoly): 
* **Navrhneme ohybovou výztuž** desky. Vzorce známy z NNKB, pro připomenutí bez dalšího komentáře:





* **Posoudíme ohybovou výztuž** (u desky je *b* = 1000 mm):









* Zkontrolujeme dodržení **konstrukčních zásad**:

 

 

 Osová vzdálenost profilů 

## Návrh trámu na ohyb

* Navrhujeme celkovou **výšku trámu** po zmonolitnění konstrukce (tj. ne pouze prefabrikovanou část, *L*T je osové rozpětí trámu):



* **Šířka trámu** se stanoví z empirického vztahu:



* Zvolíme velikost profilu ohybové výztuže ∅T (cca 14 – 20 mm, větší jen v nezbytně nutných případech) a třmínků ∅sw (8 nebo 10 mm)
* Stanovíme **nominální krycí vrstvu výztuže** (obdobně jako u desky) a navrhneme konkrétní hodnotu krytí. POZOR, krycí vrstva musí být dodržena pro všechny pruty výztuže, tj. i pro třmínky!!!
* Stanovíme výšku staticky účinné části průřezu:



* Ověříme **podmínku vymezující ohybové štíhlosti** pro obě stádia působení:
1. před zmonolitněním - trám působí jako prostý nosník
2. po zmonolitnění - trám působí jako spojitý nosník o 2 polích ⇨ krajní pole spoj. nosníku

 ⇨ nosník spolupůsobí s deskou (T-průřez) ⇨ **c1 = 0,8

* Následně provedeme **návrh ohybové výztuže** pro více trám **T1** ⇨ zatížení trámu do TABULKY!!!.
* Pro návrh výztuže trámu budeme uvažovat **2 návrhové situace**:

**1. dočasná návrhová situace:**

Trámy působí jako prosté nosníky (bez nutnosti montážního podepření) a přenášejí dočasné zatížení v průběhu výstavby:

* *vlastní tíha prefabrikovaného nosníku* ***g*0,trám**
* *vlastní tíha stropní desky* ***g*0,deska** = tíha filigránových panelů + nadbetonávky

- zatěžovací šířka závisí na montážním podepření:

* + uvažujte montážní podepření desky v polovině rozpětí (při rozpětí desky do 6,0 m) nebo ve třetinách rozpětí (při rozpětí desky nad 6,0 m)
	+ konzola montážně podepřena pouze na konci



* *užitné zatížení* během výstavby *q*k,mont,1 = 0,75 kN/m2, resp. *q*k,mont,2 = 1,5 kN/m2 ve středních 3 m rozpětí nosníku



**2. trvalá návrhová situace:**

Trámy působí jako spojité nosníky o dvou polích a přenášejí zatížení v provozním stavu:

* *vlastní tíha prefabrikovaného nosníku* ***g*0,trám**
* *vlastní tíha stropní desky* ***g*0,deska** = tíha filigránových panelů + nadbetonávky

- tentokrát již bez montážního podepření desek ⇨ zat. šířka odpovídající konečnému podepření: pro trám **T1** …. *b*zat = *L*2

* *podlaha* ***g-g*0**
* *užitné zatížení* za provozu ***q***: a) plné (obě pole) ⇨ ZS1

 b) střídavé (pouze 1 pole) ⇨ ZS2



* **Navrhneme a posoudíme ohybovou výztuž**, která bude vyhovovat oběma návrhovým situacím. Zároveň zkontrolujeme dodržení **konstrukčních zásad** (u minimální plochy výztuže za šířku ***b*** dosazujeme šířku nosníku ***b*T**).
* při dočasné návrhové situaci vzdoruje účinkům zatížení (moment ***M*1**) pouze prefabrikovaný nosník průřezu ***b*T × *h*1**
* při trvalé návrhové situaci (momenty ***M*2** a ***M*3**) vzdoruje zatížení spřažený nosník o průřezu ***b*T × *h*T** , v případě spodního momentu v poli (moment ***M*2**) navíc zohledňujeme spolupůsobící šířku desky ***b*eff** - viz dále.

Doporučení pro návrh ve cvičení:

* Za účelem omezení průhybu nosníku v montážním stádiu (nosník montážně nepodepřen) navrhněte **plochu spodní výztuže** ***A*s,prov** **o min. 20% větší** než je požadovaná plocha výztuže ***A*s,req** stanovená pro dočasnou návrhovou situaci (moment ***M*1**).



* **Mezipodporový moment** v trvalé návrhové situaci ***M*2** **zvětšete** pro účely návrhu výztuže **o cca 20%** - vliv vnesené deformace důsledkem nepodepření nosníku v montážním stádiu.



 

* **Podporový moment** v trvalé návrhové situaci ***M*3** **redukujte** dle pravidel redukce pro prvky probíhající spojitě nad podporou s možností volného natočení:

,

 kde *F*Ed,sup je svislá reakce v místě podpory

 *t* je šířka podpory (zde šířka zdiva, tj. 380 mm)



Výpočet spolupůsobící šířky:

* Při posouzení únosnosti mezipodporového průřezu v trvalé návrhové situaci (***M*Rd,2**) uvažujeme *b* = *b*eff. Spolupůsobící šířka *b*eff se stanoví jako:



kde:





V našem případě *b*w = *b*T.

Hodnota *L*0 je vzdálenost nulových momentů na trámu - pro spojitý nosník o 2 polích přibližně . Význam ostatních symbolů je patrný z obrázku.

