

Podklad k příkladu „S“ ve cvičení předmětu
Betonové a zděné konstrukce 2 (133BK02)

Podklad k příkladu „S“ ve cvičení předmětu Betonové a zděné konstrukce 2 (133BK02)

Zpracoval: Ing. Petr Bílý, březen 2015

Návrh rozměrů

- Rozměry desky a trámy navrhne podle empirických vztahů vhodných pro danou konstrukci, ověříme vhodnost návrhu pomocí podmínky ohybové štíhlosti (viz NNK, BK01).
- Tloušťka zděné stěny bude zvolena min. 300 mm. Studenti s hlubším zájmem o problematiku zděných konstrukcí si mohou zvolit materiál zdiva a ověřit únosnost stěny v lokálním zatížení v místě uložení trámy (viz přednášky ze zdiva v předmětu BK02).
- V další části výkladu budou podrobněji rozebrány pouze skutečnosti, které nebyly obsahem předmětů NNK a BK01.

Výpočet zatížení a vnitřních sil

- Při výpočtu zatížení a vnitřních sil je nutno uvážit:
 - **Změnu statického schématu v průběhu výstavby** – prefabrikované trámy po osazení působí jako dvojice prostých nosníků, po zmonolitnění pak jako spojitý prostě podepřený nosník o dvou polích.

Schéma I:

Dopočteme pomocí
Schwedterových
vzt. ze známého
průběhu zatížení
a posouvajících sil

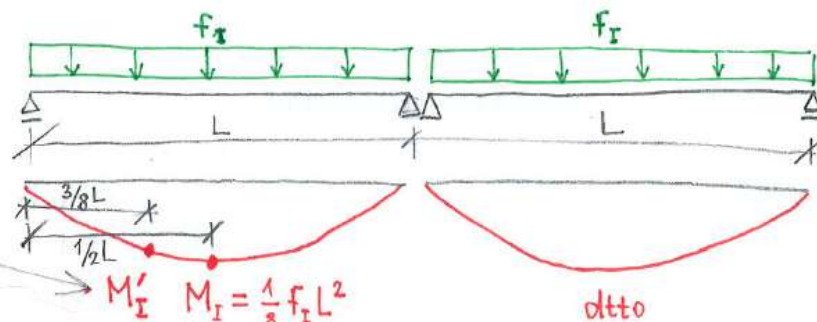
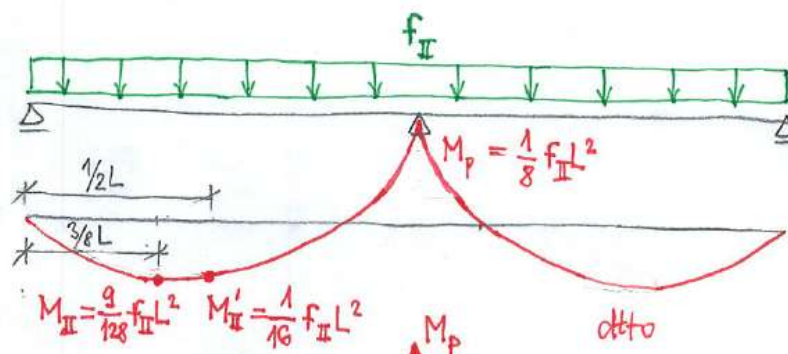
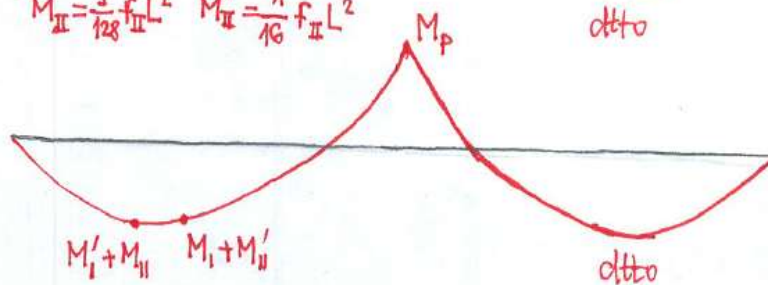


Schéma II:



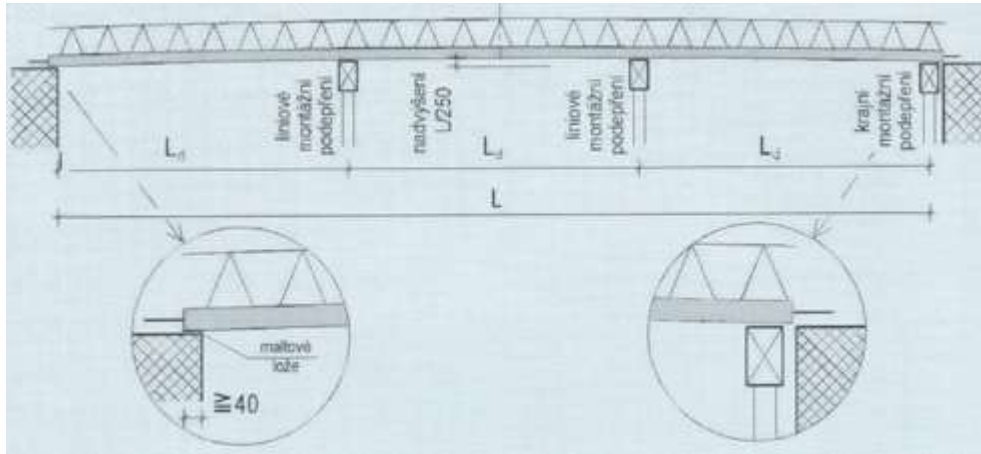
Výsledné M:



Analogicky platí pro posouvající síly

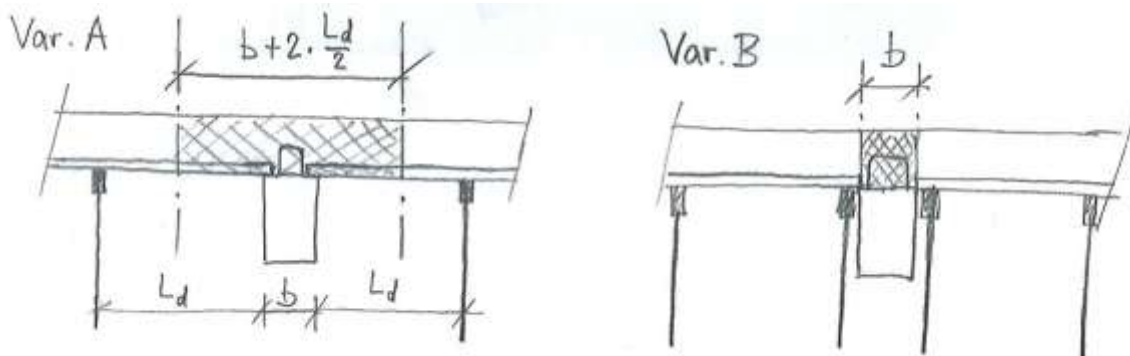
▪ **Způsob uložení a podepření filigránových panelů.**

- Panely jsou v montážním stavu vždy podepřeny v poli (ve cvičení uvažujte podepření **ve třetinách rozpětí**).
- Výrobce udává minimální velikost uložení panelů na podporu (ve cvičení uvažujte **40 mm**). Je-li minimální uložení dodrženo (ve cvičeních dáno variantou uložení A/B), není potřeba panel podpírat v místě uložení. V opačném případě je nutno panel montážně podepřít i v místě uložení.



Obrázek převzat ze stránek firmy HB Beton (http://www.hbbeton.cz/images/produkty/filigran_schema.jpg)

- Zatížení f_I a f_{II} působící na jednotlivá statická schémata:
 - **Schéma I:** Vlastní tíha trámu + část vlastní tíhy desky. Je-li dodrženo minimální uložení panelů a panely nejsou poblíž trámu podepřeny, nese trám během montáže zatížení desky z 1/3 rozpětí panelu. V opačném případě nese pouze zatížení z části desky nad trámem.

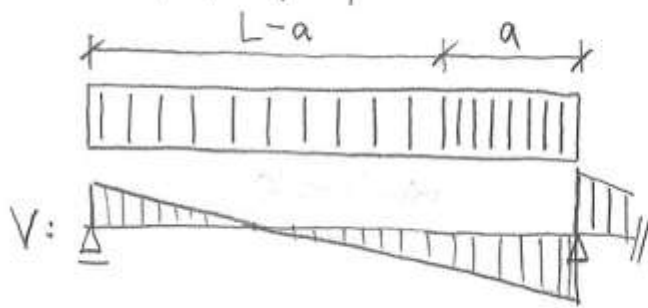


- **Schéma II:** Vlastní tíha zbylé části desky + ostatní stálé a užité zatížení z celé zatěžovací šířky.
- Vnitřní síly stanovíme lineárně pružným výpočtem.
- Studenti s hlubším zájmem o problematiku betonových konstrukcí mohou též zohlednit přerozdělení vnitřních sil vlivem relaxace napětí po změně statického schématu a vlivem plastického natočení průřezů v oblasti nad vnitřní podporou. Výklad bude proveden na přednáškách o spřažených konstrukcích v předmětu BK02. K problematice relaxace je navíc na webu umístěn příklad (v angličtině, program CaS dostupný na <http://concrete.fsv.cvut.cz/~vrablik/Veda.htm>), problematika plastického natočení průřezů a s ním související redistribuce vnitřních sil byla probírána již v BK01.

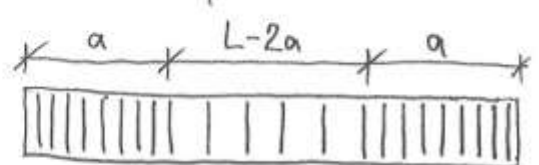
Návrh a posouzení ohybové a smykové výztuže

- Ve všech případech kontrolujeme i konstrukční zásady!
- Navrhujeme a posoudíme dolní ohybovou výztuž prefabrikovaného trámu na výsledný návrhový moment. Trám uvažujeme jako T-průřez (deska spolupůsobí s prefabrikovaným trámem).
- Posoudíme ohybovou únosnost trámu v montážním stádiu:
 - Uvažujeme schéma I, zatížení zvětšíme o užité montážní zatížení $q_{\text{mont,k}} = 0,75 \text{ kN/m}^2$ (na příslušné zatěžovací šířce). V určitých případech je nutno uvažovat i další zatížení – viz přednáška.
 - Trám uvažujeme jako obdélníkový průřez, výška trámu je rovna pouze výšce prefabrikované části (beton desky není zralý, a proto působí pouze jako zatížení, deska se nepodílí na únosnosti průřezu).
- Navrhujeme a posoudíme ohybovou výztuž trámu nad horní podporou.
- Navrhujeme a posoudíme smykovou výztuž prefabrikovaného trámu. Navržená výztuž bude symetrická, aby bylo vyloučeno nesprávné osazení prefabrikátu na stavbě.

Teoreticky vyhovující vyztužení:



Skutečné vyztužení:

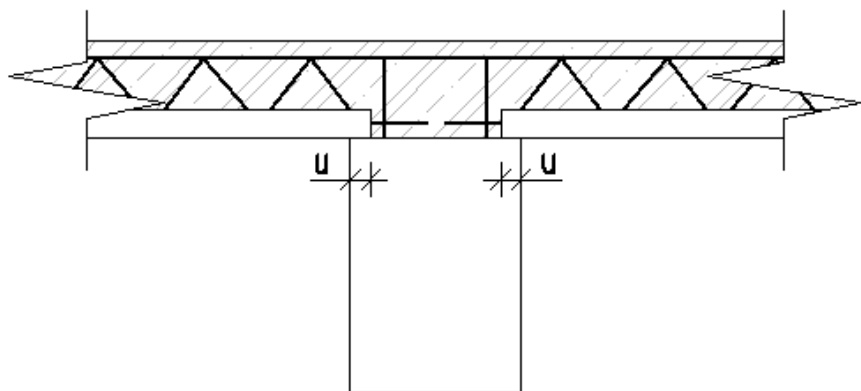


Možná libovolně otočit

Návrh a posouzení spřažení

Obecně

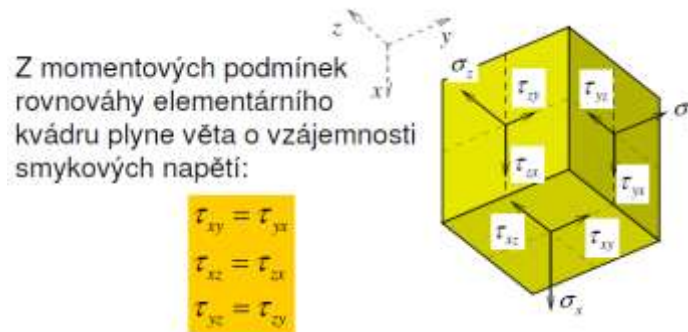
- Z horního povrchu prefabrikované části trámu musí vyčnívat **spřahovací prvky**, které zajistí spolupůsobení s deskou. Ilustrační obrázky:



- Na styku mezi trámem a deskou působí podélné smykové napětí:



- Velikost tohoto napětí je vzhledem k platnosti **věty o vzájemnosti smykových napětí** rovna velikosti svislého smykového napětí:



- Podélné smykové napětí** se obecně spočte jako:

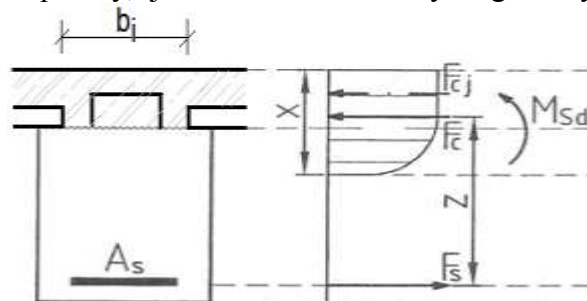
$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{zb_i}$$

kde: V_{Ed} je smyková síla působící v daném průřezu,

β je poměr podélné síly (tlakové nebo tahové) v dobetonované části průřezu ku celkové podélné síle (F_{cj}/F_c), v našem případě $\beta = 1,0$,

z je rameno vnitřních sil v daném průřezu (viz návrh ohybové výztuže),

b_i je šířka styčné plochy, tj. vzdálenost mezi čely filigránových panelů.



- Návrhová únosnost ve smyku styčné plochy** se obecně spočte jako:

$$v_{Rd} = cf_{ctd} + \mu\sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5v f_{cd}$$

kde: c, μ jsou součinitele závislé na drsnosti styčné plochy:

f_{ctd} je návrhová pevnost betonu v tahu, spočte se jako $f_{ctk,0.05}/1,5$,

σ_n je minimální normálové napětí působící kolmo na styčnou plochu, viz dále,

ρ je stupeň vyztužení styčné plochy spřahovací výztuží, viz dále,

α je úhel mezi spřahovacím prvkem a smykovou plochou,

v je redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem, $v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$.

Podklad k příkladu „S“ ve cvičení předmětu
Betonové a zděné konstrukce 2 (133BK02)

- Spřahovací prvky budou v našem případě kolmé na povrch betonu, takže $\alpha = 90^\circ$ a platí:

$$V_{Rd} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \mu \rho f_{yd} \leq 0,5 v f_{cd}$$

- Součinitele závislé na **drsnosti styčné plochy**:

Součinitele drsnosti styčné plochy		
Povrch styčné plochy	c	μ
Velmi hladký	0,025 - 0,1	0,5
Hladký	0,35	0,6
Drsný	0,45	0,7
Zazubený	0,5	0,9

- Je-li b šířka trámu a g_{ok} charakteristická hodnota zatížení od vlastní tíhy desky [kN/m], pak **minimální normálové napětí působící kolmo na styčnou plochu** je:

$$\sigma_n = \frac{g_{ok}}{b}$$

- Je-li s vzdálenost spřahovacích prvků v podélném směru a A_{ss} plocha spřahovacího prvku, pak **stupeň vyztužení styčné plochy spřahovací výztuží** je:

$$\rho = \frac{A_{ss}}{b_i s}$$

- V každém průřezu musí platit **podmínka spolehlivosti**:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

Postup výpočtu v domácím cvičení

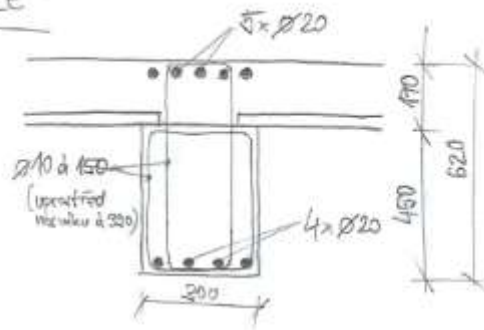
- V první fázi budeme uvažovat spřahovací výztuž **identickou** s dříve navrženou smykovou výztuží.
- **Posoudíme podmínku spolehlivosti** v „oblasti u podpor“ a ve „střední oblasti“ trámu.
 - Plocha A_{ss} odpovídá průřezové ploše jednoho třmínku, s je vzdálenost třmínků.
 - Smykovou sílu V_{Ed} uvažujeme v „oblasti u podpor“ jako maximální teoretickou posouvající sílu, ve „střední oblasti“ jako posouvající sílu na okraji této oblasti (z podobnosti trojúhelníků).
- Pokud podmínka v některé oblasti nevyhoví, **upravíme návrh** – zmenšíme rozteče nebo zvětšíme profil třmínků.

Skica navrženého vyztužení

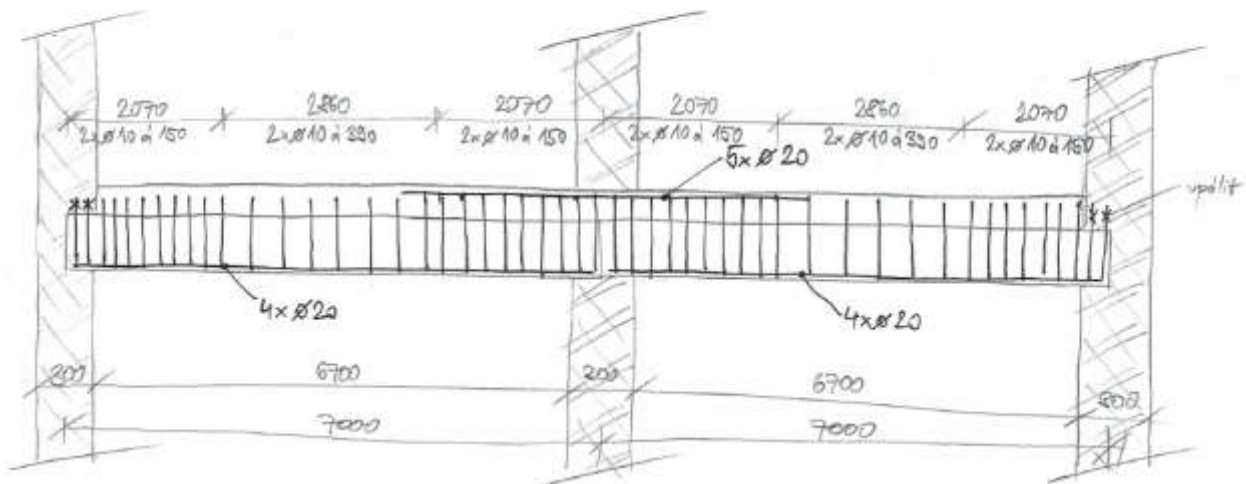
- V podélném řezu a v příčném řezu poblíž vnitřní podpory zakreslíme navrženou výztuž (skica od ruky do statického výpočtu – NE výkres výztuže).
- Zakreslujte pouze navrženou výztuž, nikoliv výztuž konstrukční (skica by byla nepřehledná).
- Navrženou výztuž popište.
- Okótujte hlavní rozměry konstrukce.
- Očekává se od vás přibližně takovýto výstup:

SKICA VÝZTUŽE

Řez u podpory:



Podélný řez:



▪ Tvary spřahovací výztuže:

- Při nulovém uložení filigránových panelů mohou třmínky navržené na smyk plnit současně i roli spřahovací výztuže (obrázek a).
- Při minimálním uložení dle pokynů výrobce je nutno navrhnout speciální výztuž pro spřažení.
 - Z prováděcího hlediska nejjednodušší možností je vložení druhé sady třmínků (obrázek b). Pro návrh smykové výztuže pak můžeme uvažovat čtyřstržné třmínky.
 - Alternativně je možno navrhnout jiný tvar spřahovacích prvků, výztuž musí být dostatečně zakotvena (obrázek c).
 - Alternativně je též možno použít dodatečně vložené spřahovací trny – tato možnost je ale vhodná spíše u rekonstrukcí (obrázek d).
 - Mezi čelem filigránových panelů a spřahovací výztuží ponechte mezeru min. 15 mm.

