

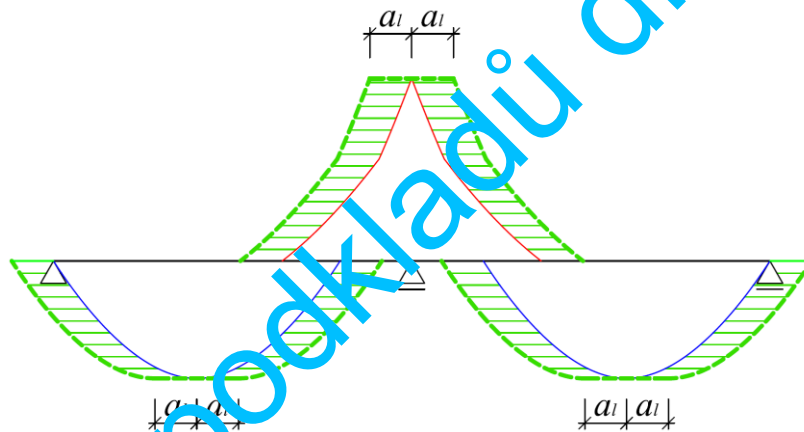
8. cvičení – výkresy výztuže trámu

Délka prutů výztuže

- Vycházíme z **obálky** ohybových momentů na trámu, kterou ale ještě upravíme.
- Extrémní podporový moment by bylo možné redukovat (viz přednášky), v tomto cvičení to vzhledem k jeho velikosti není nutné.
- Síly v podélné výztuži jsou ovlivněny nejen hodnotami ohybových momentů, ale také působením posouvajících sil. Pro stanovení délek prutů podélné výztuže proto budeme uvažovat tzv. **rozšířenou obálku ohybových momentů** = posun hranice momentů o hodnotu a_l :

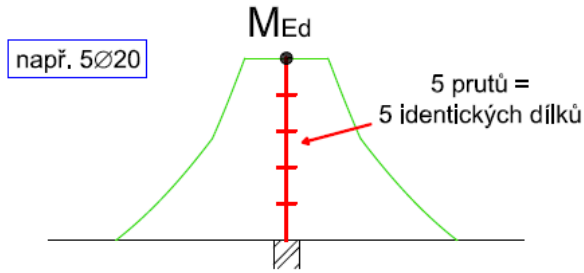
$$a_l = \frac{z}{2} \cot \theta$$

kde z je rameno vnitřních sil v daném průřezu (podpora, pole), $\cot \theta$ převezmeme z předchozích výpočtů (návrh smykové výztuže). **Výsledný tvar rozšířené obálky je zelený:**

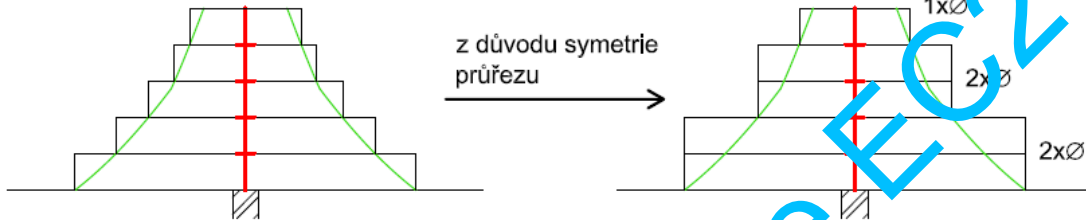


Pozn.: Při návrhu smykové výztuže jsme volili hodnotu $\cot \theta$ dle doporučení v intervalu 1,2 až 1,5. Dle požadavku normy je tento interval 1,0 až 2,5. Vyšší hodnoty (např. 2,5) by sice vedly k návrhu menšího množství smykové výztuže v oblastech max. posouvajících sil, ale rozšíření obálky momentů a tím i délka podélné výztuže by pak byla větší.

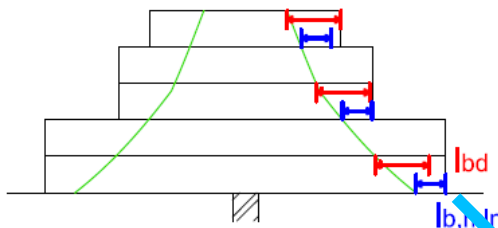
- **Rozdělení materiálu a délek prutů na příčli** - viz následující obrázek
 - Moment od zatížení M_{Ed} vydělíme počtem prutů v daném průřezu a zaneseme do rozšířené obálky momentů - každý dílek následně představuje 1 prut výztuže
 - Dva pruty v rozích třmínků budou mít plnou délku, ostatní pruty mohou být kratší.
 - Průřez vyztužujeme symetricky.
 - Od místa plného využití musí být každý prut zakotven návrhovou kotevní délkou l_{bd} . Od konce základní délky musí být zakotven minimální kotevní délkou $l_{b,min}$. Pro návrh rozhoduje ta kotevní délka, která sahá dále - viz OBR.



základní délky prutů:



zakotvení:



- U spodní výztuže postupujeme stejně s tím rozdílem, že alespoň dva pruty (obecně alespoň 25 % prutů, ale dva jsou minimum) musí sahat alespoň $10 \varnothing$ za líc podpory, i kdyby ze schématu vyšly všechny pruty (včetně kotevní délky) kratší (nezasahovaly by nad podporu).
- Návrhovou kotevní délku l_{bd} stanovíme zjednodušeně jako k -násobek profilu výztuže (podrobněji bude popsáno v pokročilejších kurzech):

$$l_{bd} = k \cdot \varnothing_s$$

Hodnota k závisí na třídě betonu a podmínkách soudržnosti. Dobré podmínky soudržnosti uvažujeme, pokud se prut nachází při betonáži méně než 250 mm nade dnem bednění.

k	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C50/60
1)	66,9	55,7	48,3	40,3	36,2	33	29	25
2)	94	79,6	69	57,6	52	47,4	41,4	35,7

- pro „dobré“ podmínky soudržnosti
- pro ostatní případy

- Pro horní pruty trámů při výpočtu kotevní délky uvažujeme horší podmínky soudržnosti (= ostatní případy) - jsou více než 250 mm nad dnem bednění.

- Podrobný postup výpočtu součinitele k včetně možností redukce jeho hodnoty bude vysvětlen na přednášce a procvičen v pokročilejších kurzech.
- **Minimální kotevní délku** $l_{b,min}$ stanovíme jako:

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \varnothing; 100 \text{ mm})$$

Ve cvičeních uvažujte $l_{b,rqd} = l_{bd}$. Podrobněji viz přednášky a pokročilejší kurzy.

Pokyny pro cvičení

- Obecné zásady kreslení výkresu výztuže trámů jsou stejné jako u výkresu výztuže desky.
- Měřítka volte tak, aby se výkres vešel na formát A3 – případně výkaz výztuže zvlášť na A4.
- Délku **koncových úseků třmíneků** stanovit min. jako 10x profil třmínku.
- K hornímu povrchu (do míst, kam nesahá nosná výztuž) přidat **konstrukční výztuž** kvůli třmínekům (přesah s nosnou výztuží v rozích třmíneků cca 200 mm) - **profil 10** nebo **12 mm**.
- Je-li výška trámů větší než 500 mm, přidat do poloviny výšky **konstrukční výztuž** (pravděpodobně rozdělit na více kusů a stykovat, přesah opět cca 200 mm).
- **Horní výztuž** na volném okraji (**konec konzoly**) zakotvit min. na vzdálenost $l_{b,min}$. V případě, že chcete vytvořit tušší armokoš, je možné tuto výztuž protáhnout až ke spodnímu povrchu a konstrukčně stykovat (přesah 200 mm) se spodní konstrukční výztuží konzoly.
- **Horní výztuž** na okraji trámů **v místě uložení do zdiva** (věnce) kotvit min. na vzdálenost l_{bd} od místa teoretické podpory. Z praktického hlediska lépe dotáhnout ke spodnímu povrchu a zde stykovat s nejdelšími pruty spodní výztuže na délku l_{bd} spodní výztuže.
- **Spodní výztuž** na okraji trámů **v místě uložení do zdiva** (věnce) ponechat přímou a stykovat se zakotvením horní výztuže min. na vzdálenost l_{bd} .
- Budou zakresleny **příčné řezy trávem** - počet řezů se řídí pravidlem, že každý prut výztuže musí být zobrazen alespoň v jednom řezu (tím je definovaná jeho příčná poloha).
- Na webu najdete vzorový „školní“ výkres výztuže. Výkresem se pouze inspirujte, nekopírujte jej.
- V praxi se na výkresu určeném pro realizaci (na stavbu) nekreslí průběhy momentů. V tomto cvičení se ale učíte navrhovat výztuž včetně řádného kotvení, proto je potřeba nakreslit tzv. **rozdělení materiálu** = obálku momentů z vynesení M všech zatěžovacích stavů, výpočet a okotvení kotevních délek přímo na výkres (viz vzor), případně ve stejném měřítku na jiný papír.
- **Pro trám T1** zpracujete kompletní výkres včetně rozdělení materiálu, výkazu výztuže a popisu nad rozpiskou.
- **Pro trám T2** zpracujte zjednodušený výkres – podélný řez se zakreslením výztuže, rozkreslení položek s popisy a 2 příčné řezy (uprostřed rozpětí a u podpory) - přesné stanovení délek prutů, výpočet kotvení a výkaz výztuže nejsou požadovány.