

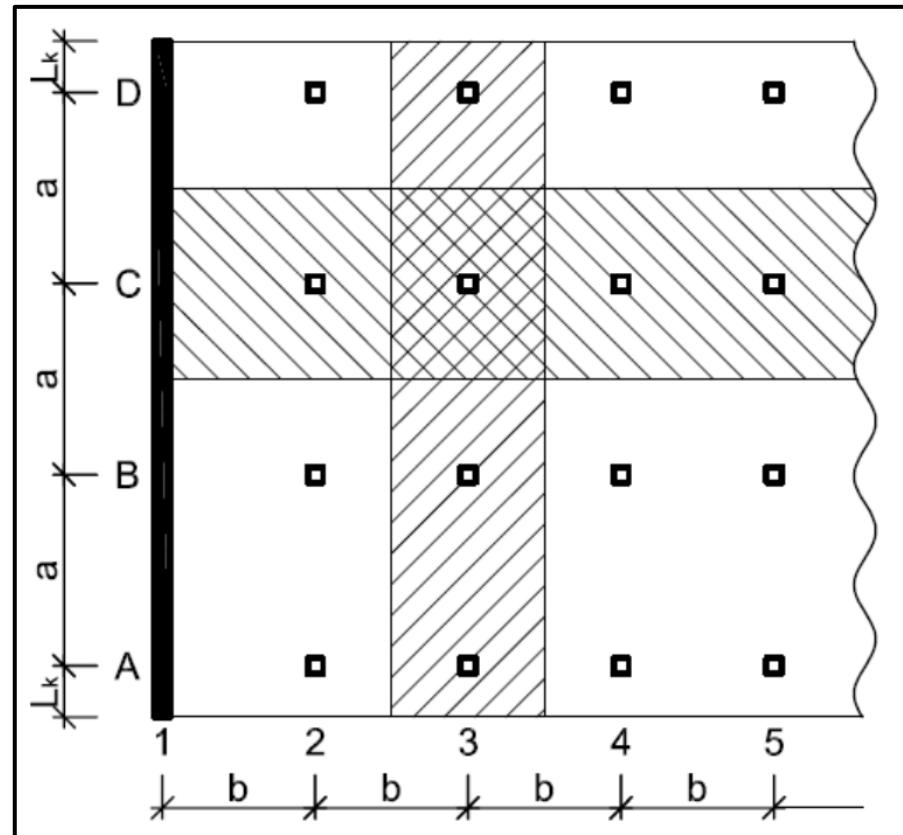


Deskové schodiště v železobetonovém skeletu
Železobetonové schodiště

Zadání

Zadání

Do železobetonového skeletu **navrhněte monolitické ŽB schodiště.**



Úkoly

Navrhněte monolitické ŽB schodiště – pro návrh **geometrie** schodiště nakreslete potřebné **detaily** (řezy lomů schodišťových ramen a podest, řezy uložení podest).

Navrhněte výztuž prvků schodiště (ramen, podest a případných podestových trámů).

Nakreslete skicu vyztužení schodiště.

Postup úlohy

- 1) **Koncepční návrh**, návrh **podepření** a vyřešení akustiky
- 2) Návrh **geometrie**
- 3) Výpočet **zatížení**
- 4) Výpočet **vnitřních sil**
- 5) Návrh **výztuže** a posouzení
- 6) Nakreslení **skici výztuže**

ARCHA

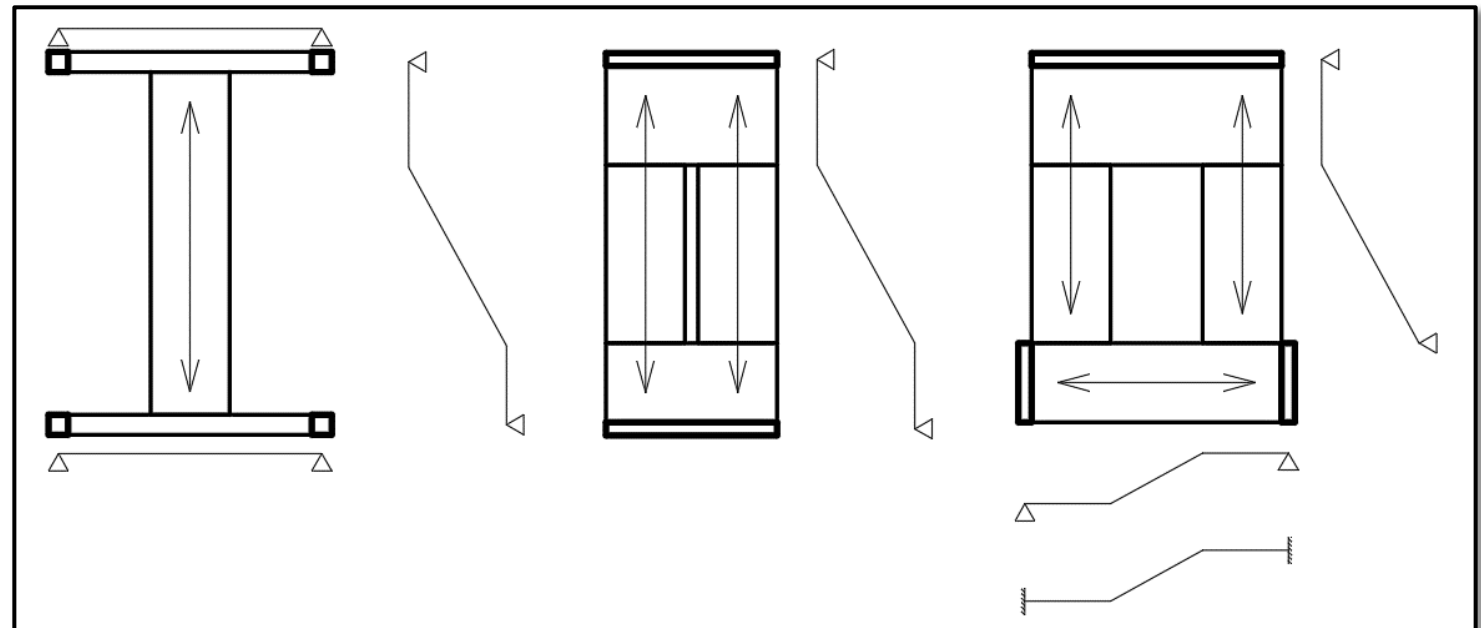
Na archu tentokrát nekoukejte na řešené úkoly. Jsou často vyřešeny špatně :/

Koncepční návrh, podepření a akustika

Koncepční návrh

Jako první se musíme rozhodnout, jaký typ schodiště navrheme. Pro naši úlohu jsou vhodná schodiště

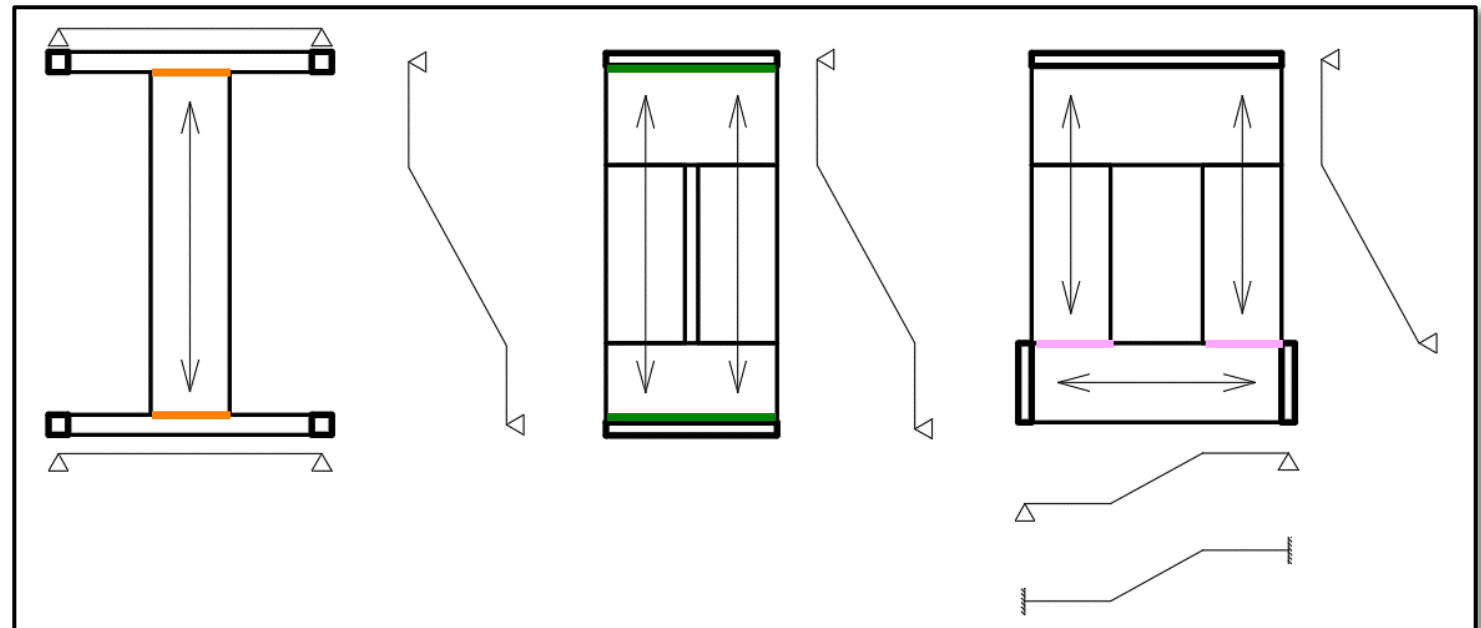
- **jednoramenná,**
- **dvouramenná** (většinou nejvhodnější),
- **tříramenná.**



Návrh podepření

Zároveň s konceptním návrhem se musíme rozhodnout, **jak budou ramena a podesty uloženy**, a **definovat statická schémata**

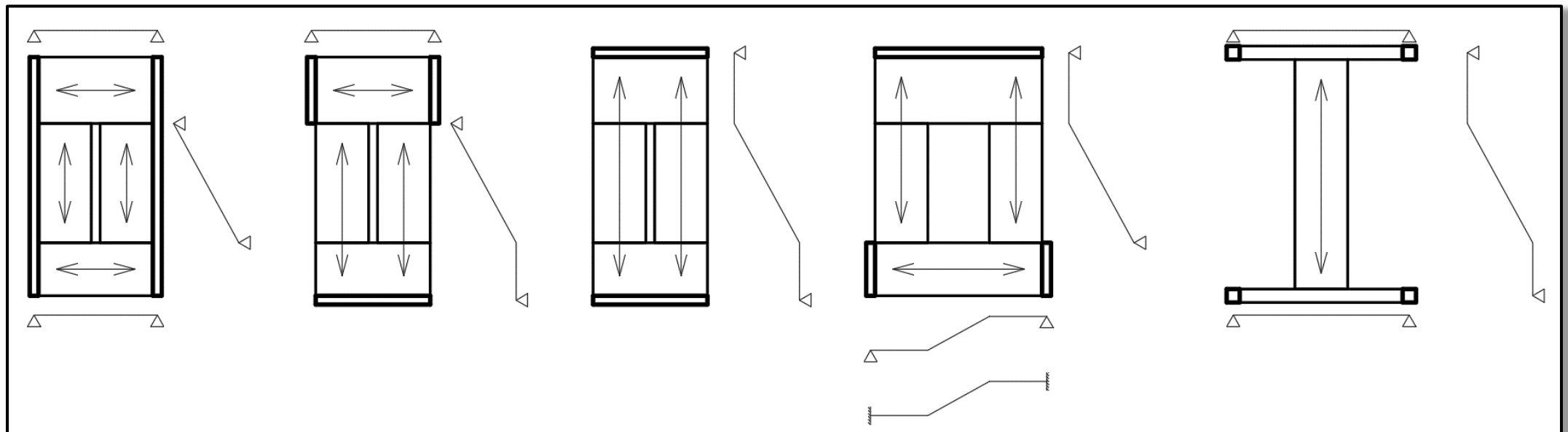
do průvlastku
do stěny
do podesty



Koncepční návrh

Možností, jak navrhnout schodiště, je velké množství. V úkolu **navrhněte vaše schodiště dle vaší preference.**

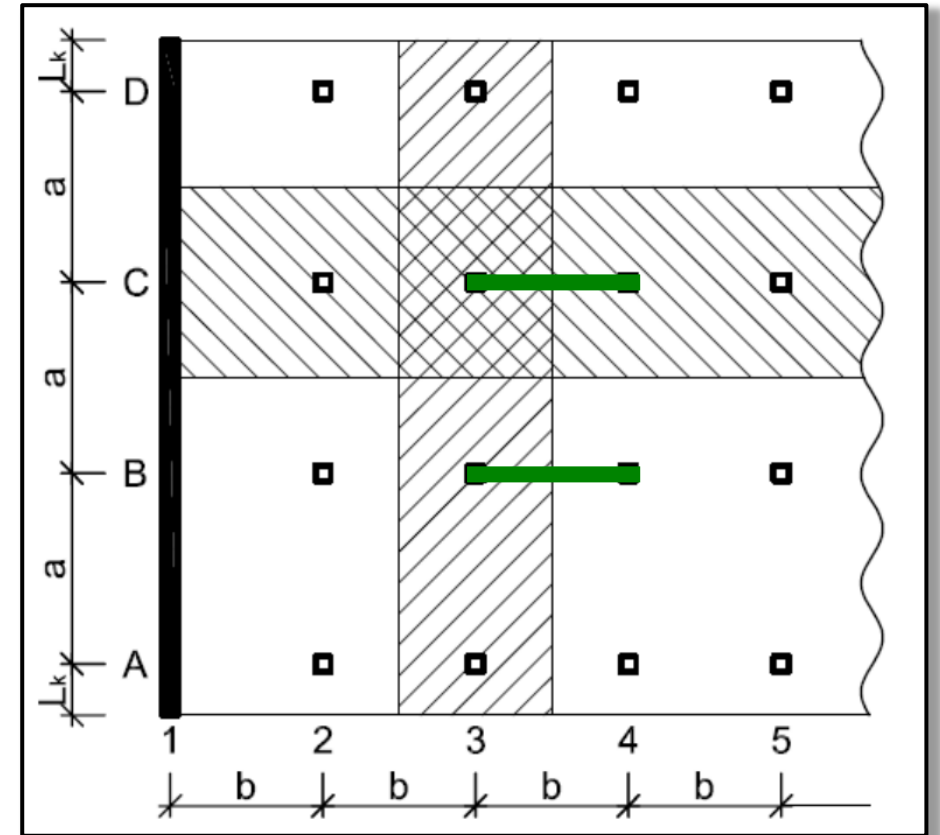
Příklady* možných návrhů:



Přidání stěn

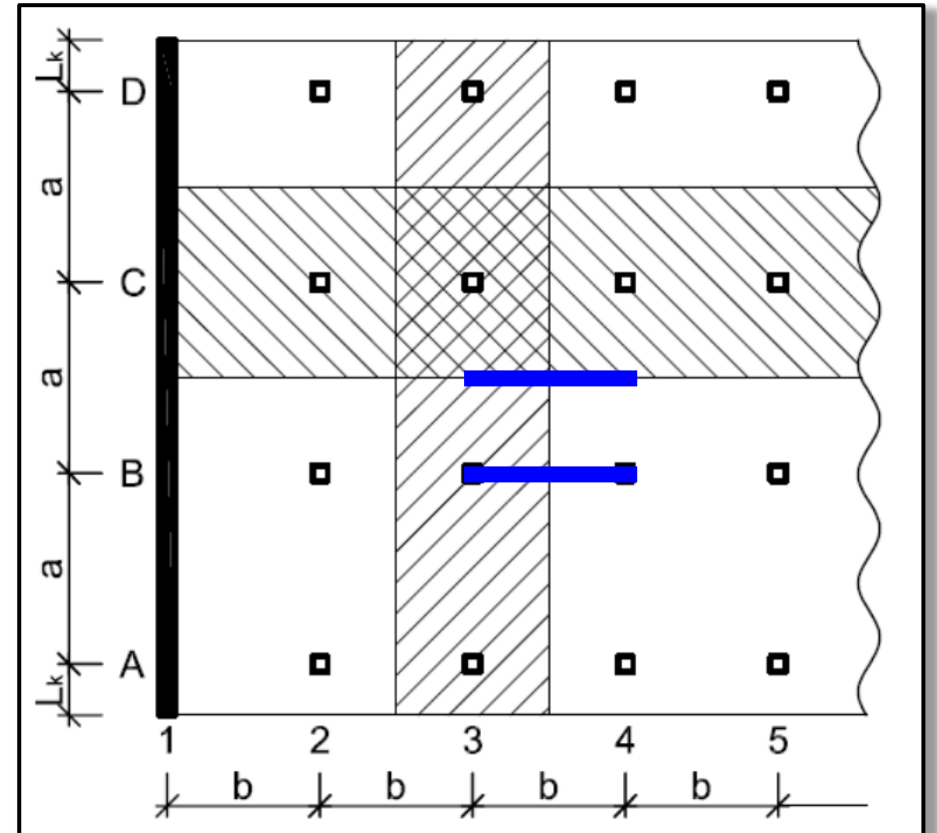
Při návrhu schodiště musíme do konstrukce (lokálně podepřená deska) **přidat stěny**, které budou podporovat schodiště.

Stěny **přidávejte zejména ve vodorovném směru**, aby mohly fungovat i jako ztužení proti bočnímu zatížení (větru), a **ideálně v rastru sloupů**.



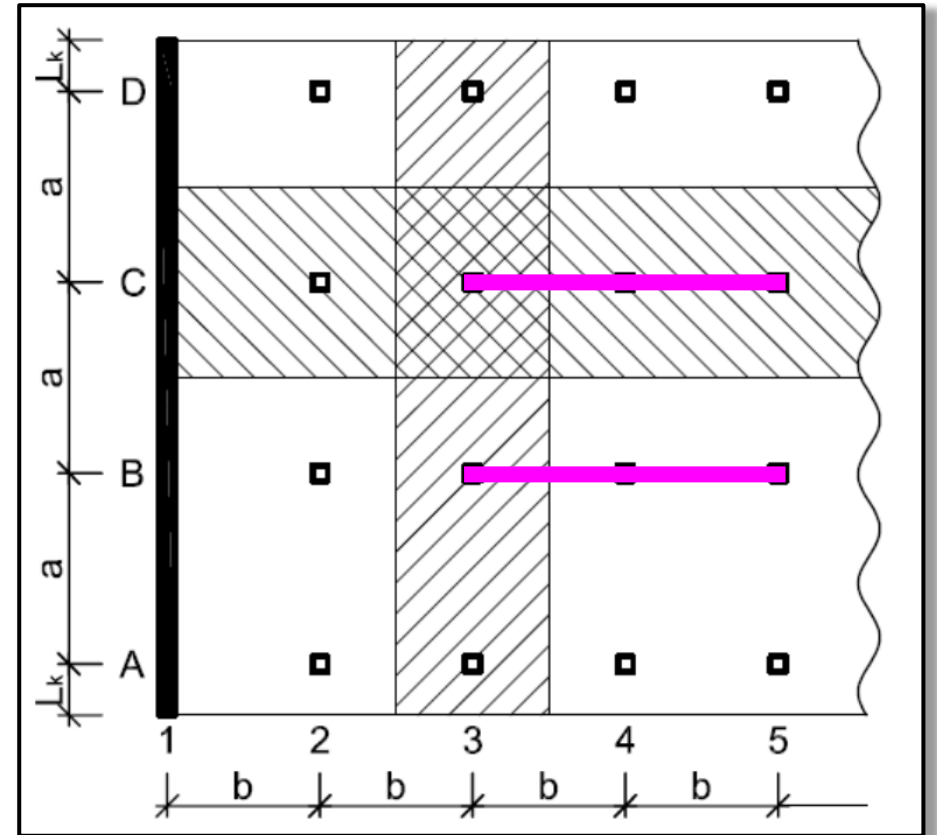
Přidání stěn

Případě potřeby můžete stěny přidat i mimo rastr nebo stěny přes více polí.



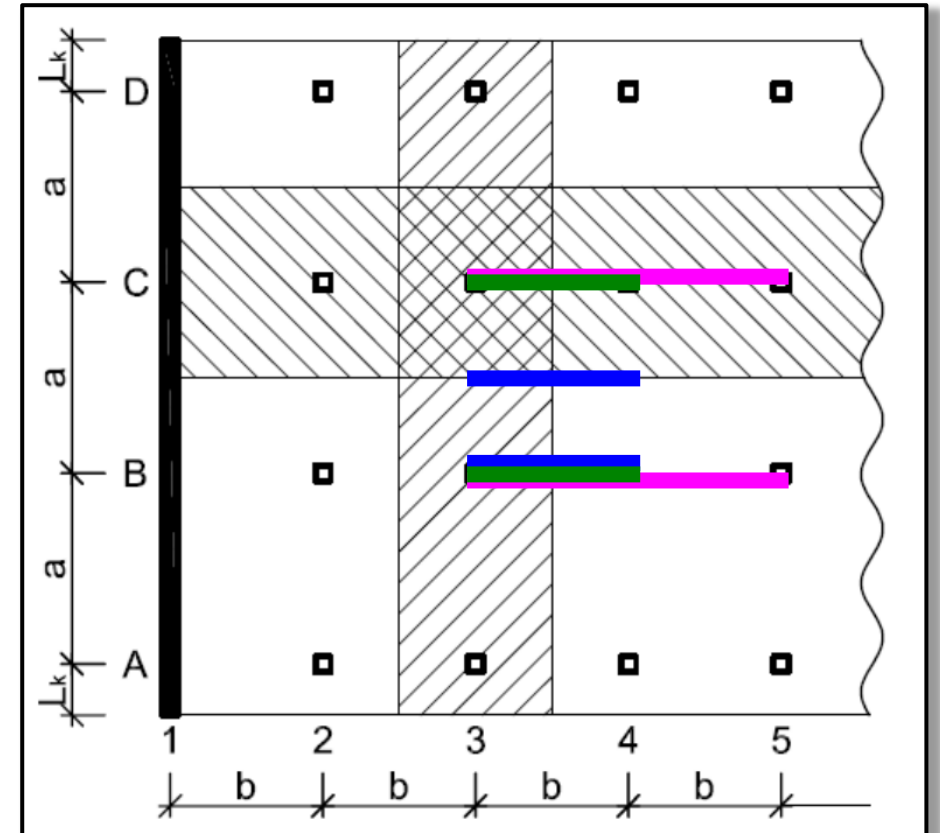
Přidání stěn

Případě potřeby můžete stěny přidat i mimo rastr nebo **stěny přes více polí.**



Přidání stěn

Konkrétní počet a délka stěn vychází z nutné geometrie schodiště* – viz další kapitola.



*Konstrukční výška podlaží udává počet schodů, a počet schodů pak udává délku ramen. Při velké K.V. a malé rozteči sloupů je možné, že budete potřebovat stěnu přes dvě pole.

Akustika

Při návrhu schodiště musíme také řešit **kročejovou neprůzvučnost***. Kročejovou neprůzvučnost řešíme **dvěma způsoby**.

- 1) Neřešíme, že v prvku vzniká kročejových hluk** (např. ramena schodišť), ale **musíme prvek** od ostatních prvků (např. podest) **akusticky oddělit** – viz dále.
- 2) Navrhujeme prvek** tak, aby v něm **nevznikal kročejových hluk** (např. podesta s akustickou izolací ve skladbě podlahy). Takový prvek pak už **nemusíme akusticky oddělovat** od ostatních prvků (např. stěn).

* Aby se nám dupání na schodech nepřenášelo stěnami do stropní desky, a následně z desky do obytných místností.

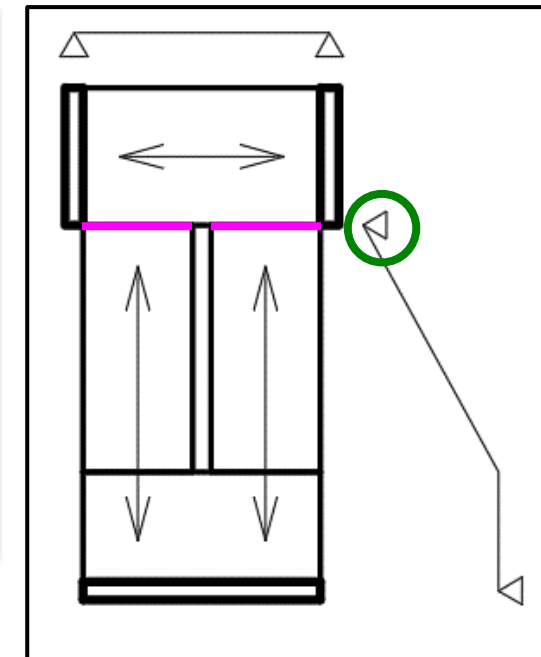
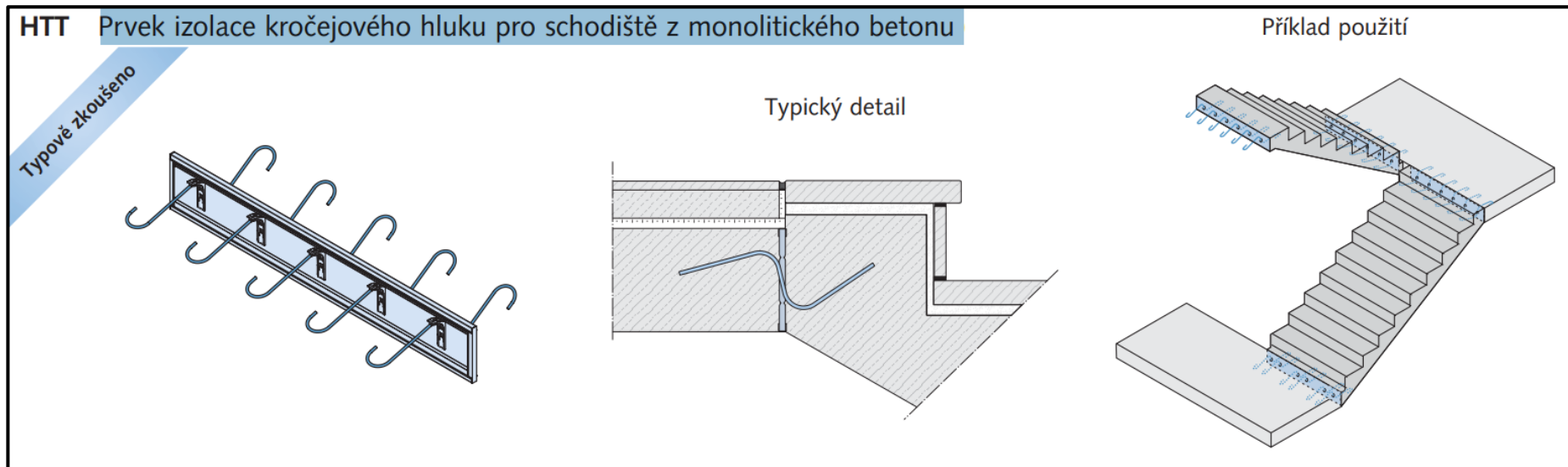
Akustika

Pro akustické oddělení prvků **používáme prvky akustické (zvukové) izolace.**

Typ prvku volíme v závislosti na tom, co oddělujeme – viz dále.

Akustika

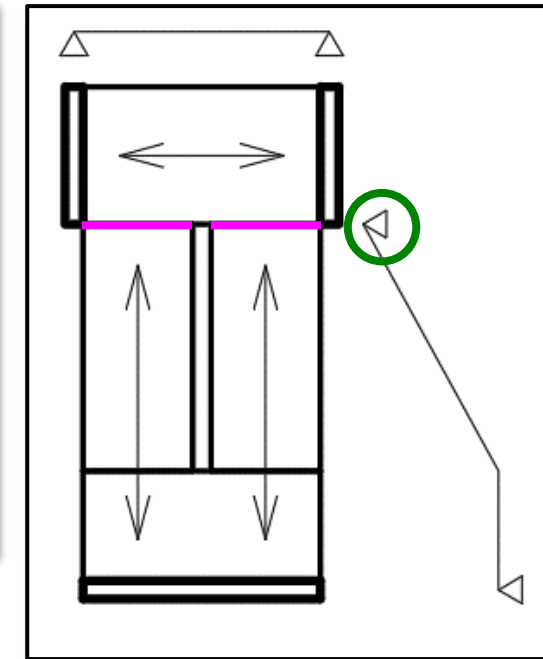
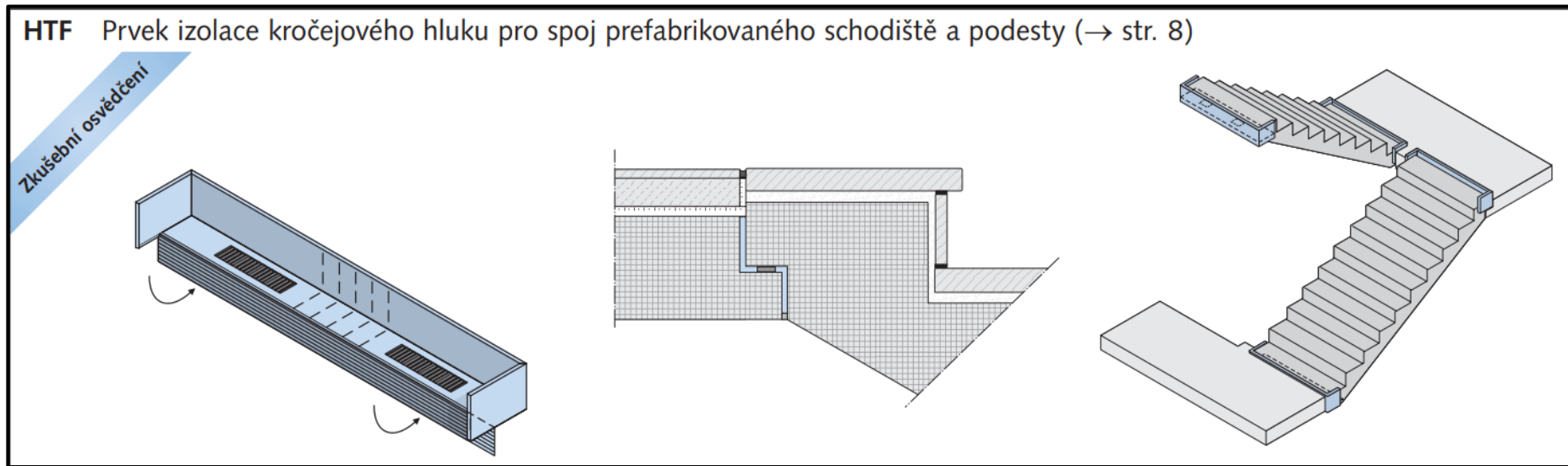
Akustické oddělení **monolitického ramene od podesty.**



Tento prvek je schopen přenášet posouvající sílu, ale ne moment. Proto toto uložení modelujeme jako **kloub**.

Akustika

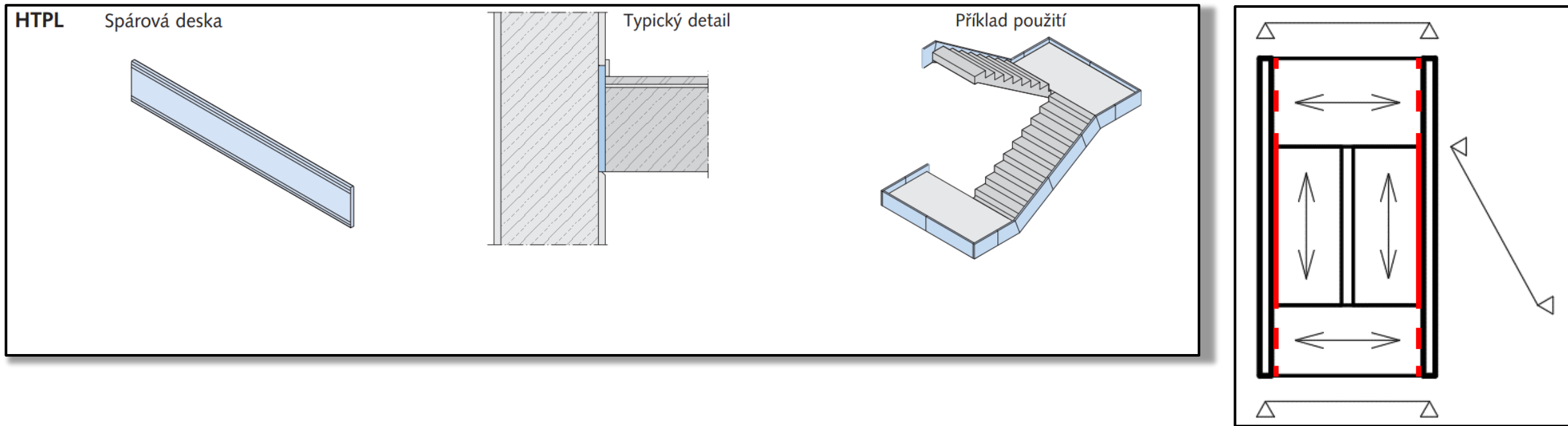
Akustické oddělení **prefabrikovaného ramene od podesty.**



Tento prvek je schopen přenášet posouvající sílu, ale ne moment. Proto toto uložení modelujeme jako **kloub**.

Akustika

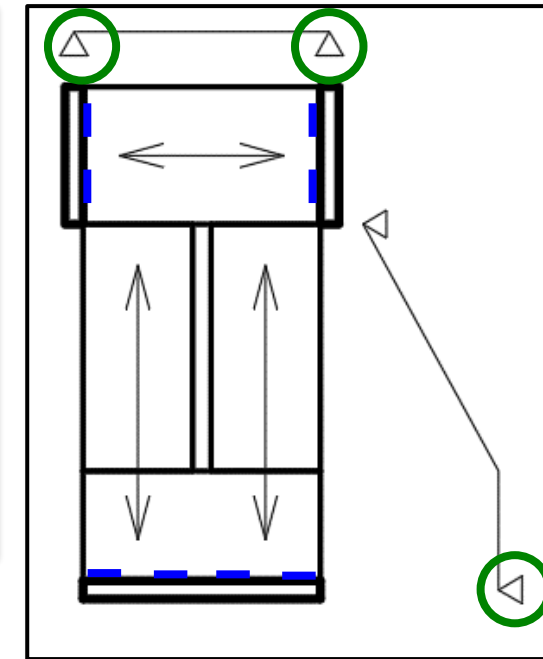
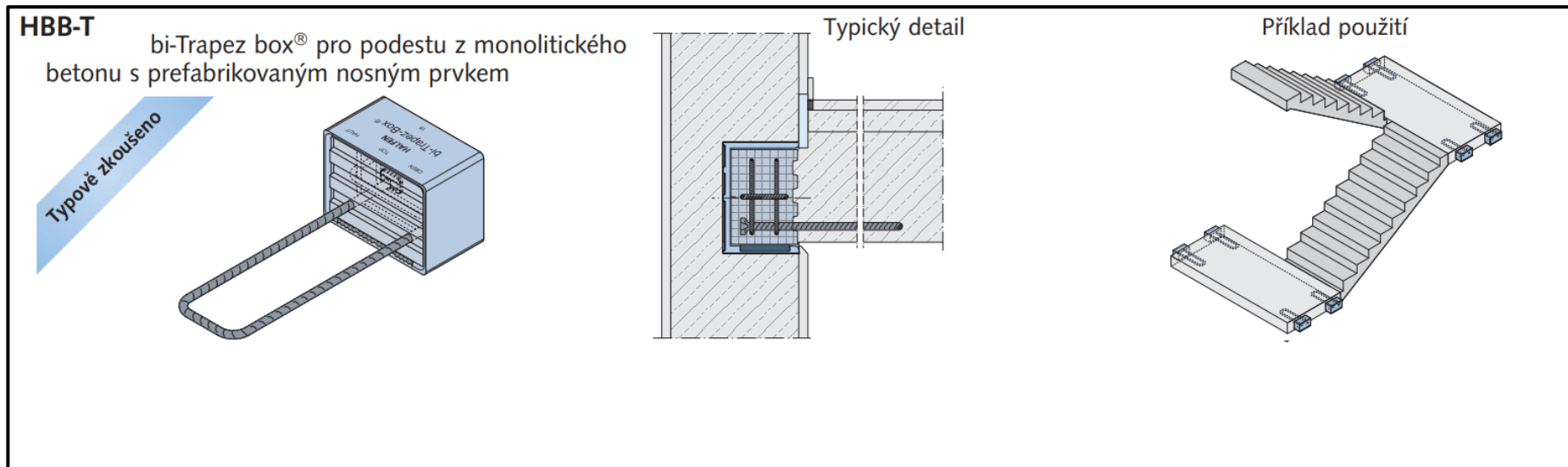
Akustické oddělení ramene/podesty od stěny.



Tento prvek umísťujeme do miest, kde se prvky vôbec nemajú dotýkat – např. do „mezery“ mezi ramenem a rovnoběžnou stěnou.

Akustika

Akustické oddělení **monolitické podesty od stěny.**



Tento prvek je schopen přenášet posouvající sílu, ale ne moment. Proto toto uložení modelujeme jako **kloub**.

Akustika

Další informace o akustických prvcích a jejich použití najdeme pod odkazy níže nebo v [prezentaci k přednášce](#).

https://downloads.halfen.com/catalogues/de/media/catalogues/reinforcement_systems/ISI_Leviat_18.pdf

(katalog z roku 2020, německy)

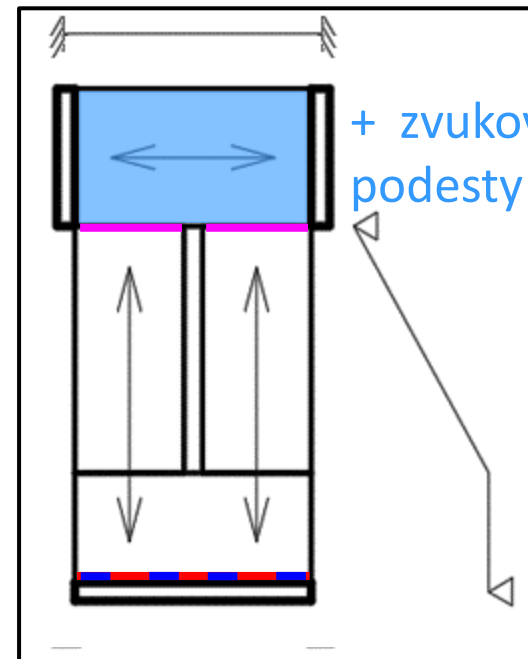
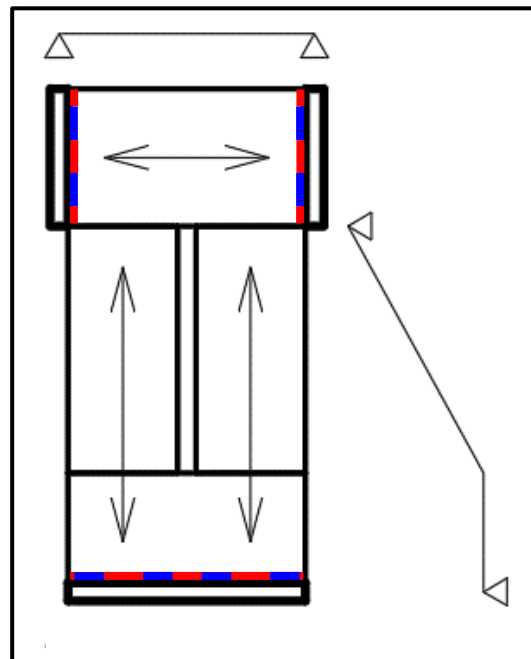
https://downloads.halfen.com/catalogues/cz/media/catalogues/reinforcement_systems/Isi07_CZ.pdf

(katalog z roku 2010, česky)

Akustika

Použití konkrétních prvků závisí na navrženém schodišti a **uvážení projektanta.**

Možné způsoby akustického oddělení:

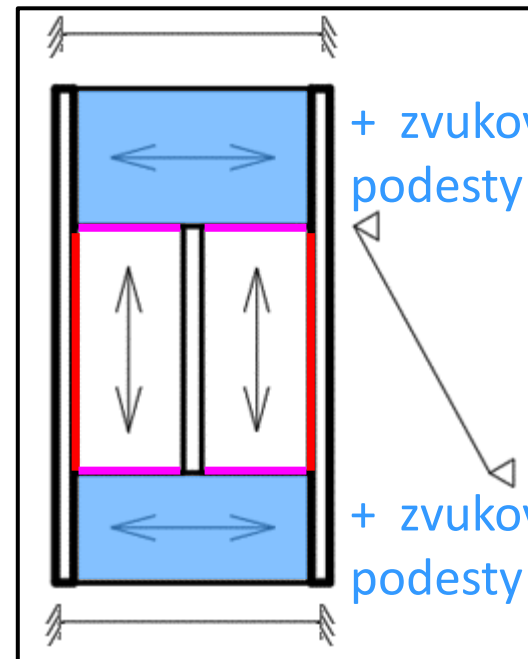
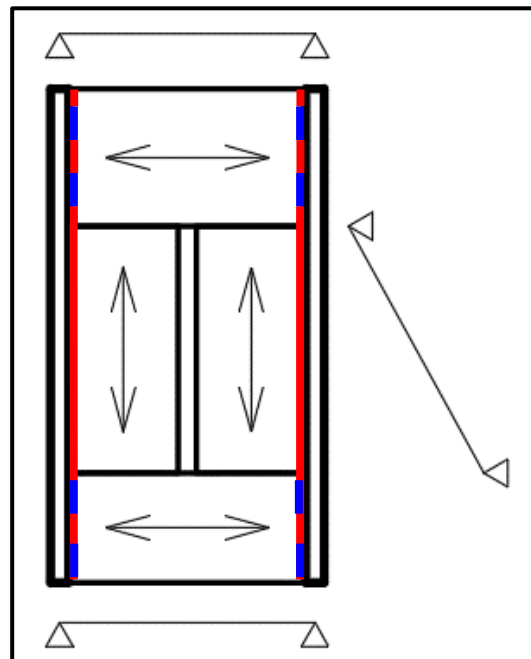


+ zvuková izolace ve skladbě podlahy podesty

Akustika

Použití konkrétních prvků závisí na navrženém schodišti a **uvážení projektanta.**

Možné způsoby akustického oddělení:



+ zvuková izolace ve skladbě podlahy
podesty

+ zvuková izolace ve skladbě podlahy
podesty

Geometrie

Geometrie

Konkrétní geometrie schodiště je **zcela na vaší volbě**.

Návrh je ale nutné provést **dle běžných konstrukčních pravidel** – viz vaše **znalosti a zkušenosti z předmětů PSI**.

Geometrie

Základní pravidla, kterých bychom se měli držet jsou:

- pro rozměry stupňů platí $b + 2h = 630$ mm,
- maximálně 16 stupňů v jednom rameni,
- šířka podesty > 1200 mm,
- šířka ramene > 1100 mm,
- výška podchodná > 2100 mm,
- výška průchodná > 1900 mm.

Blíže viz [oficiální návod k domácímu úkolu](#).

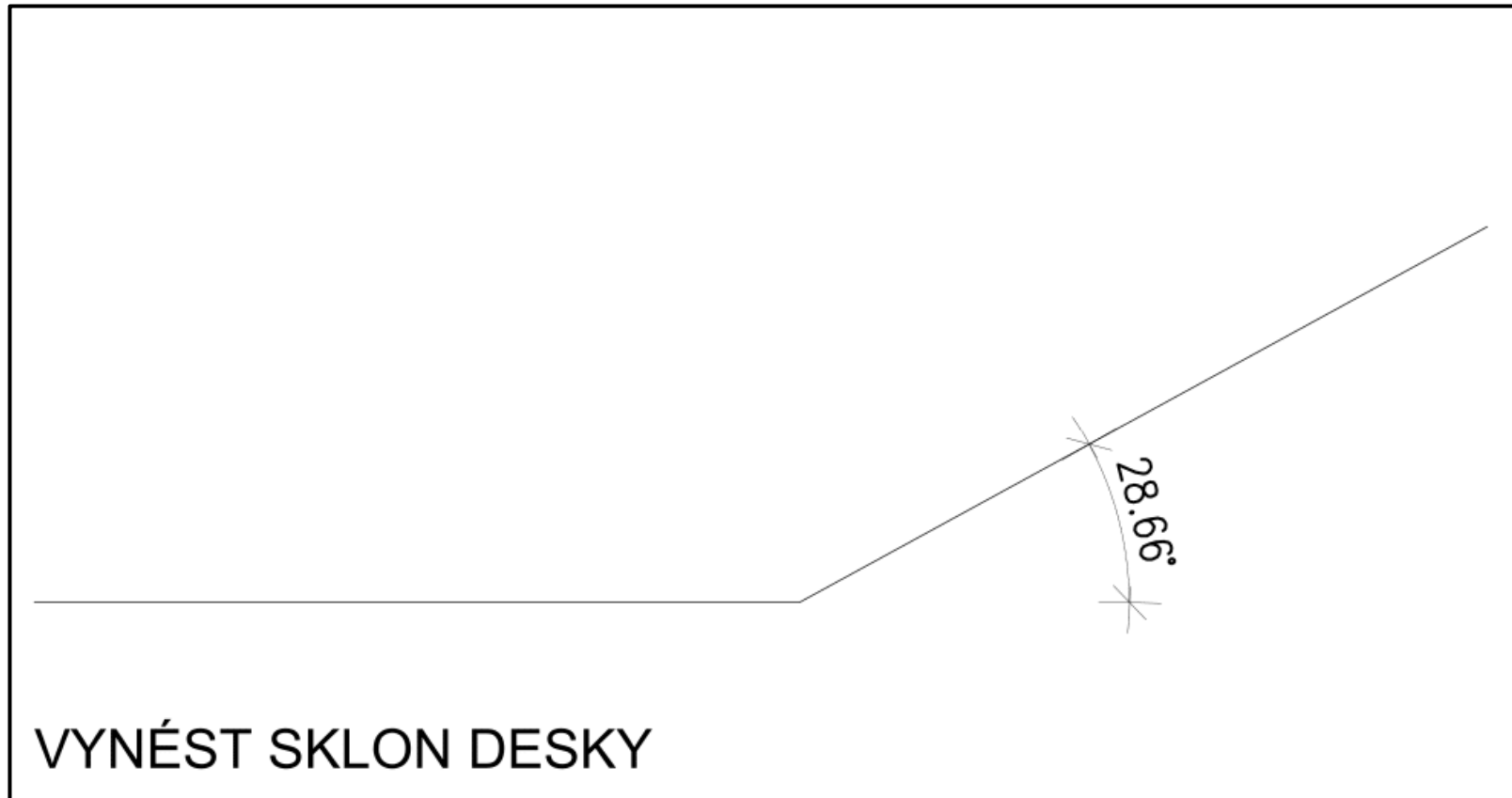
Geometrie

Schodiště může mít **jakýkoliv tvar** – jednoramenné, dvouramenné, tříramenné nebo jiné*.

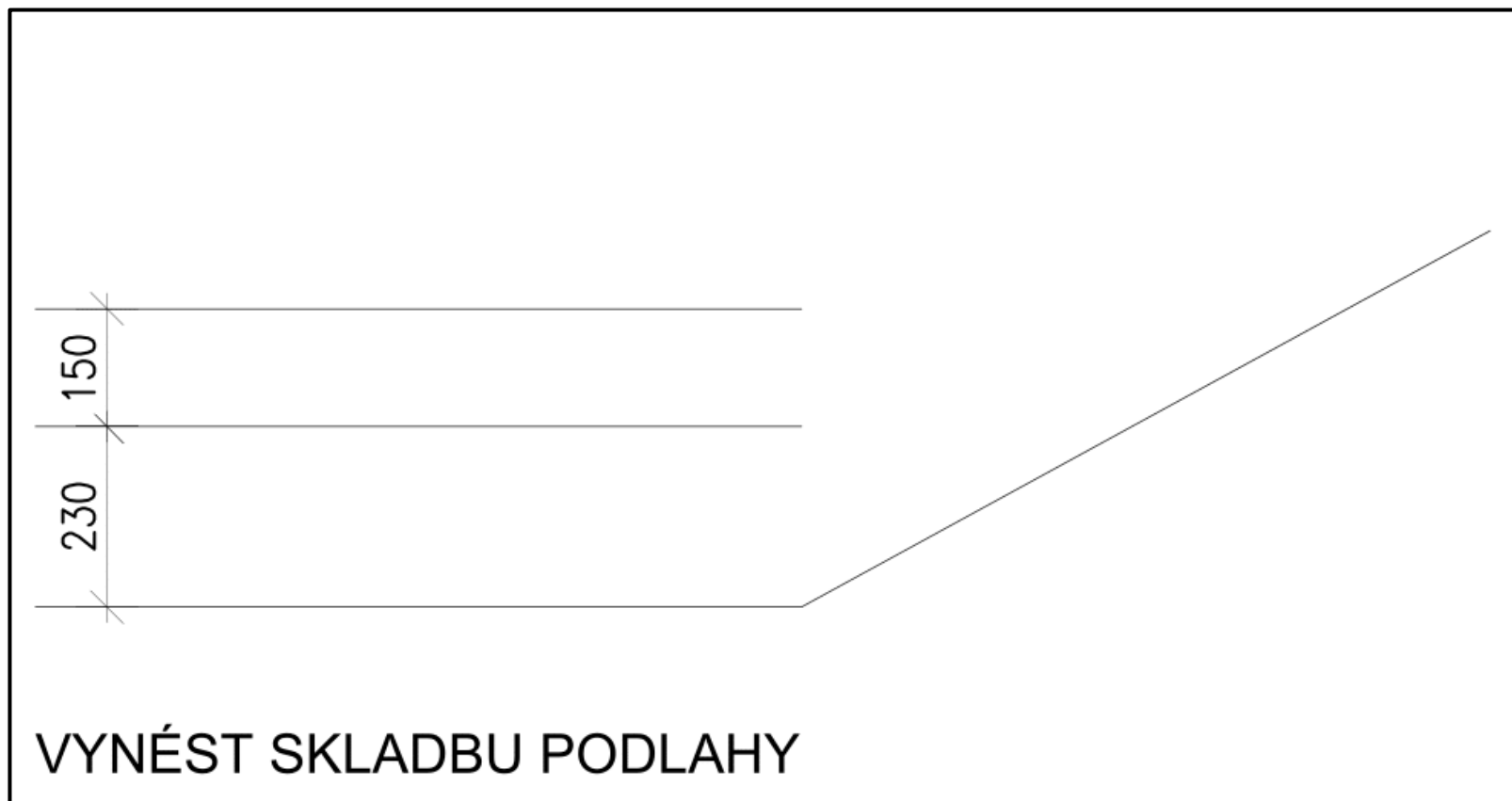
Schodišťové rameno může být **uložené** na **průvlak**, do **stěny** nebo na **podestu** – viz výše.

Dále si ukážeme, jak stanovit **geometrii dvouramenného schodiště**.

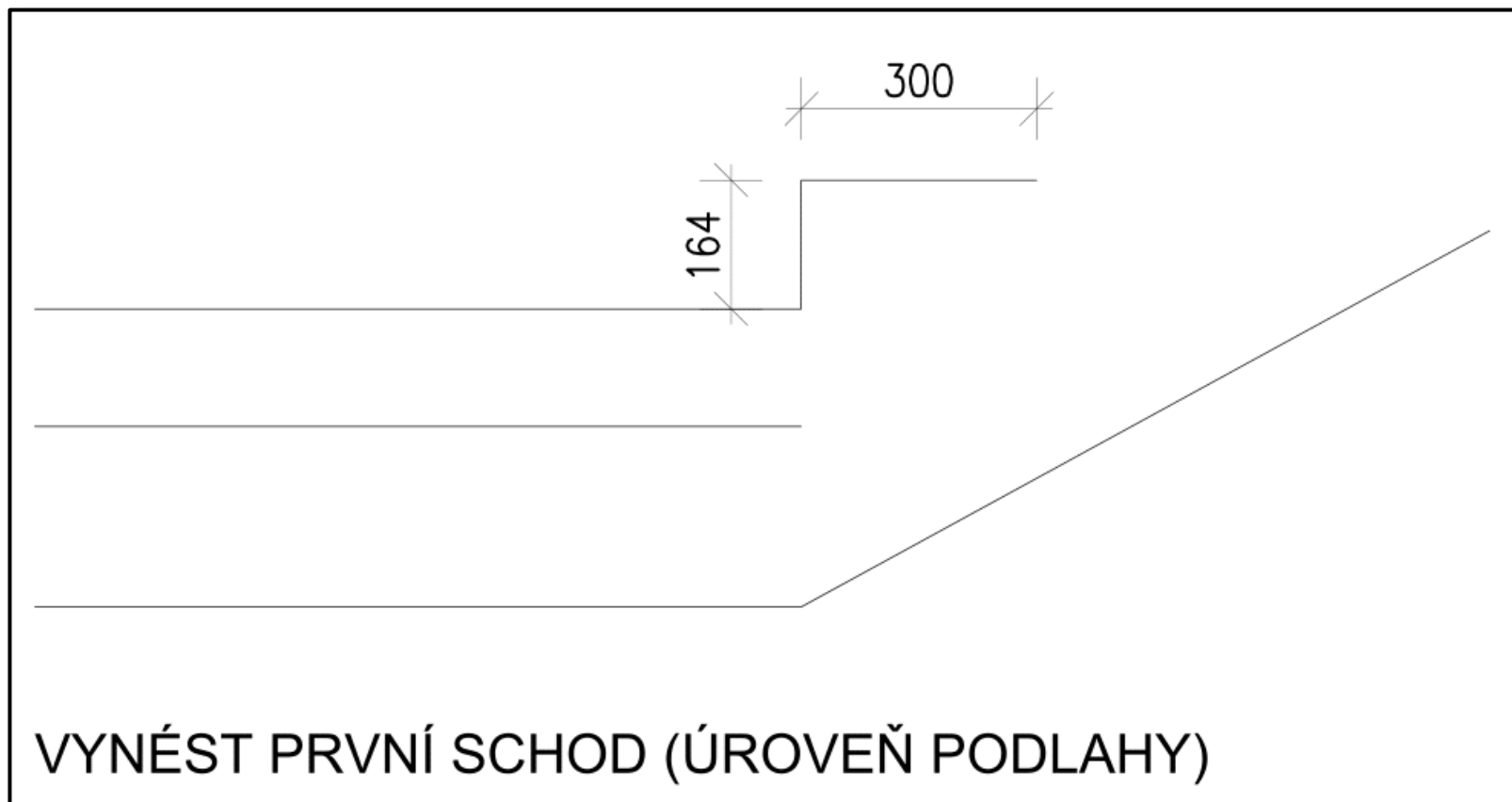
Sklon nástupního ramene



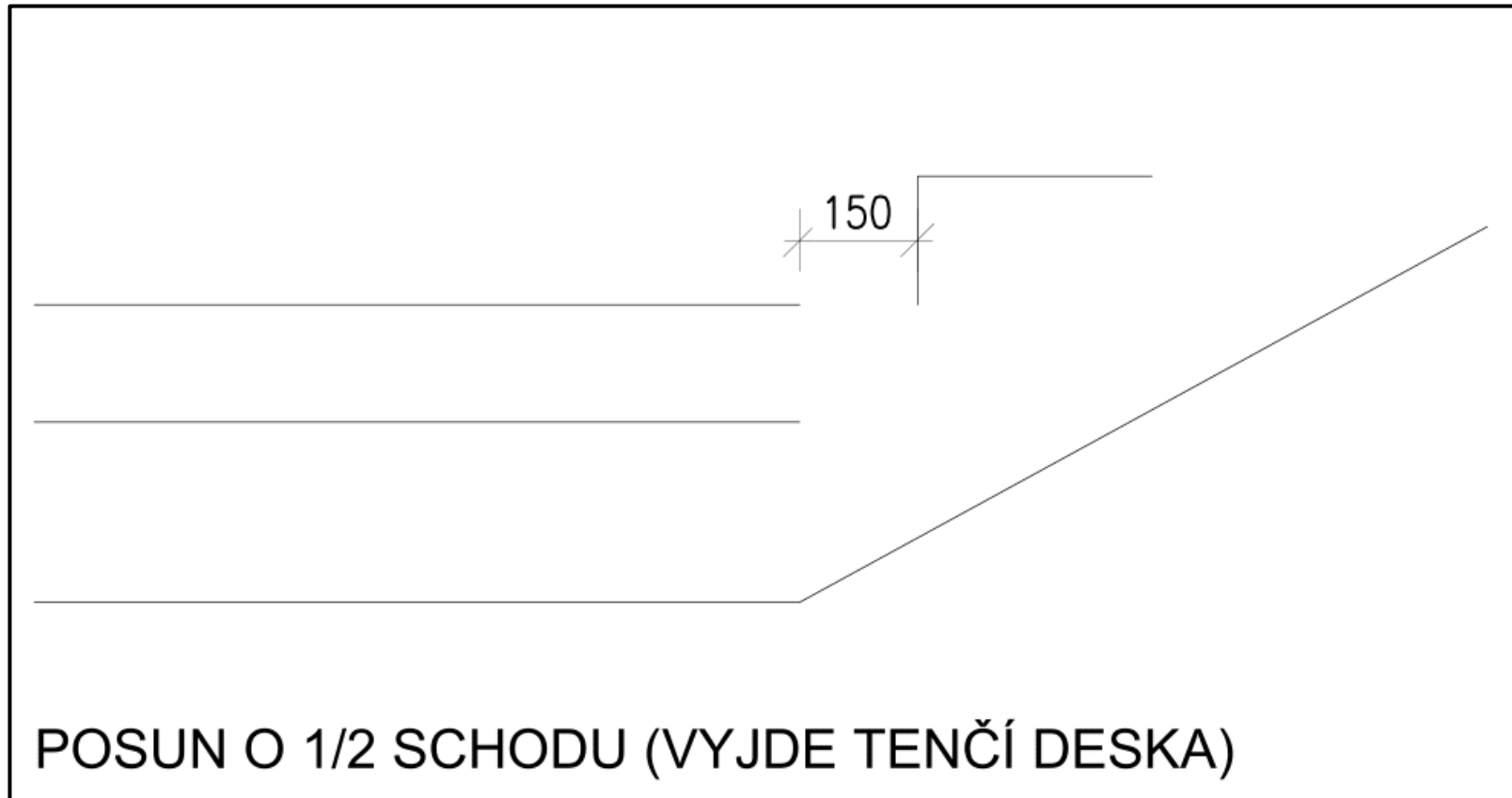
Skladba podlahy



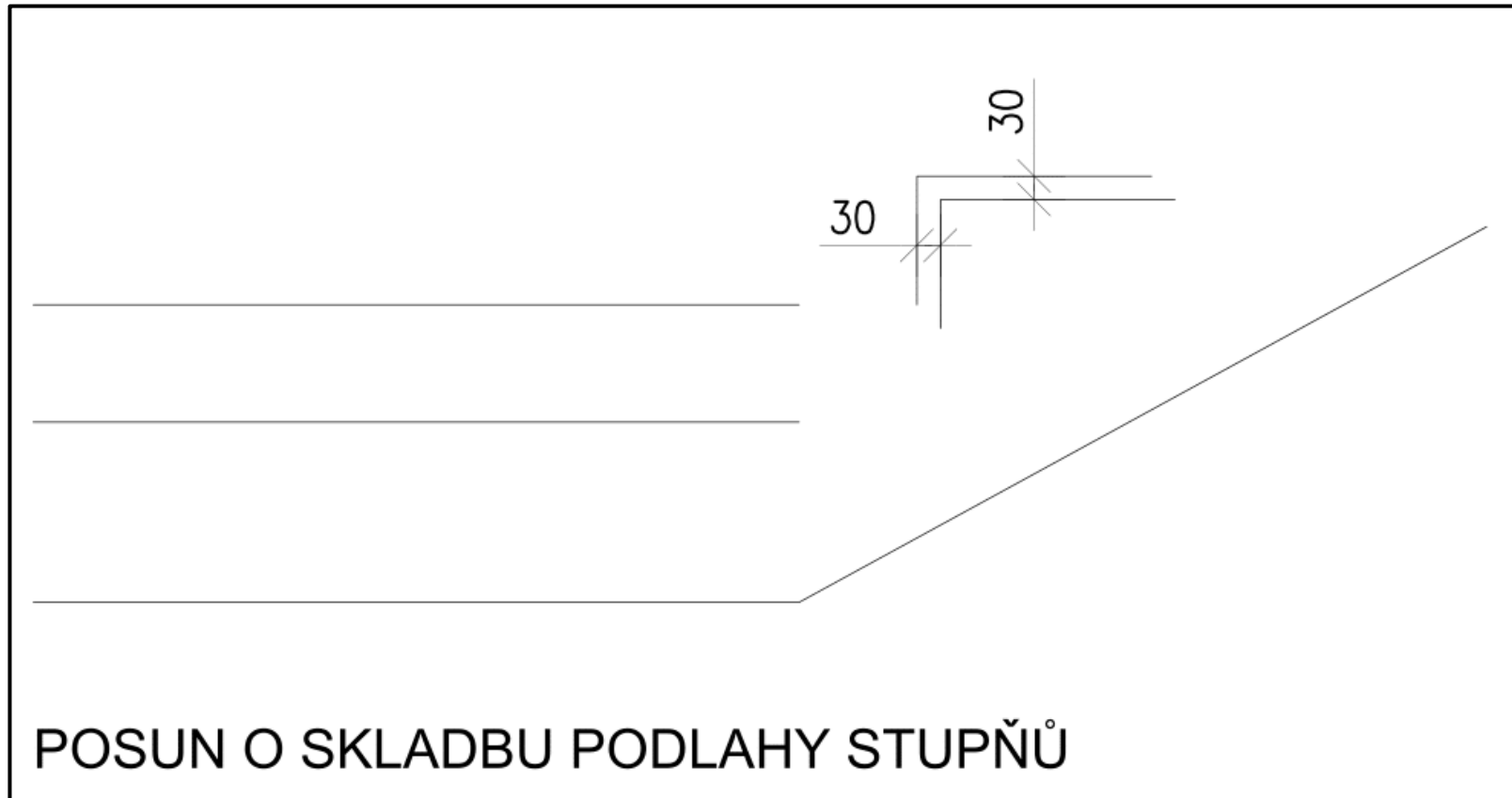
První schod



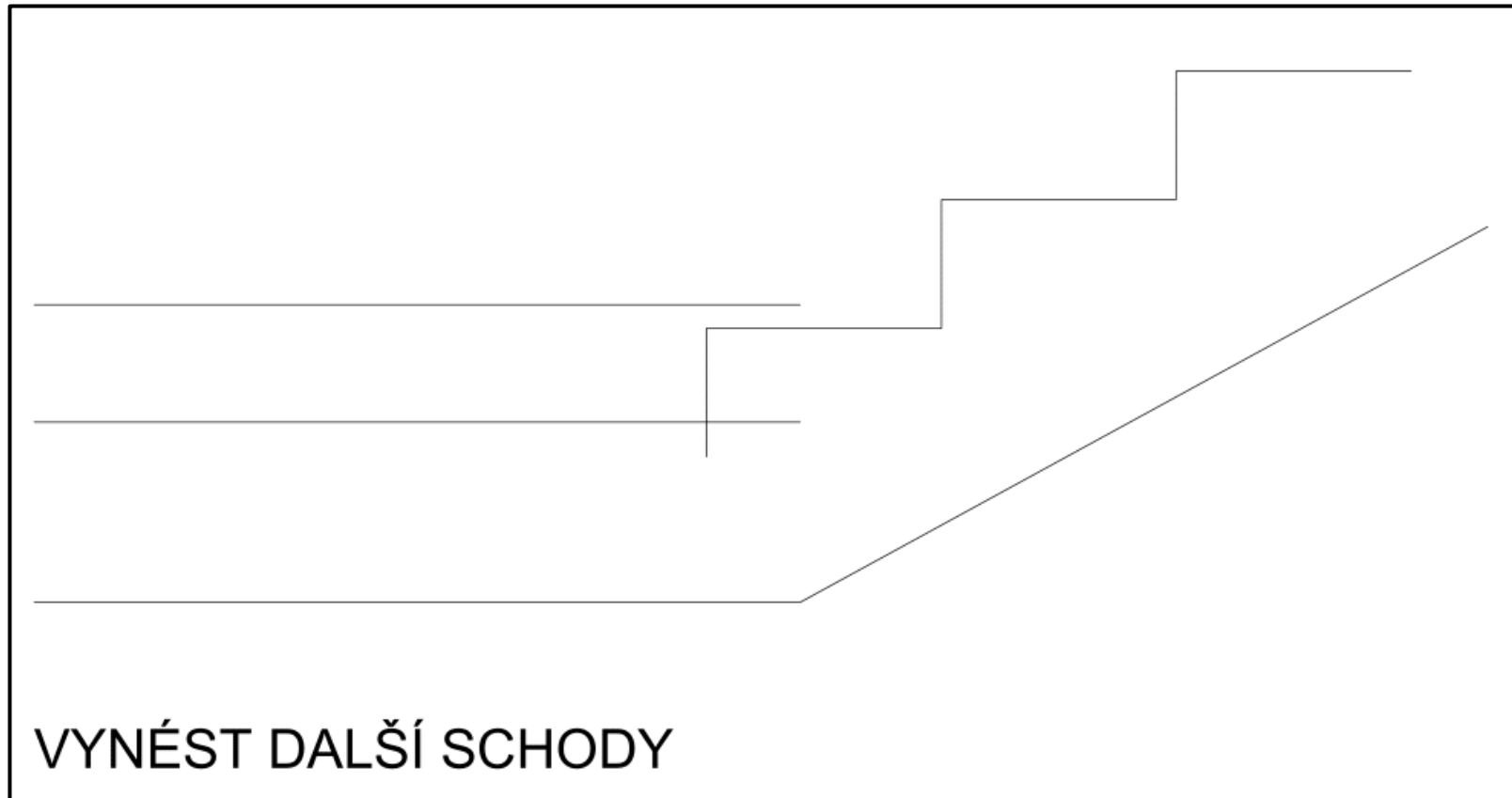
Posun schodu (volitelné*)



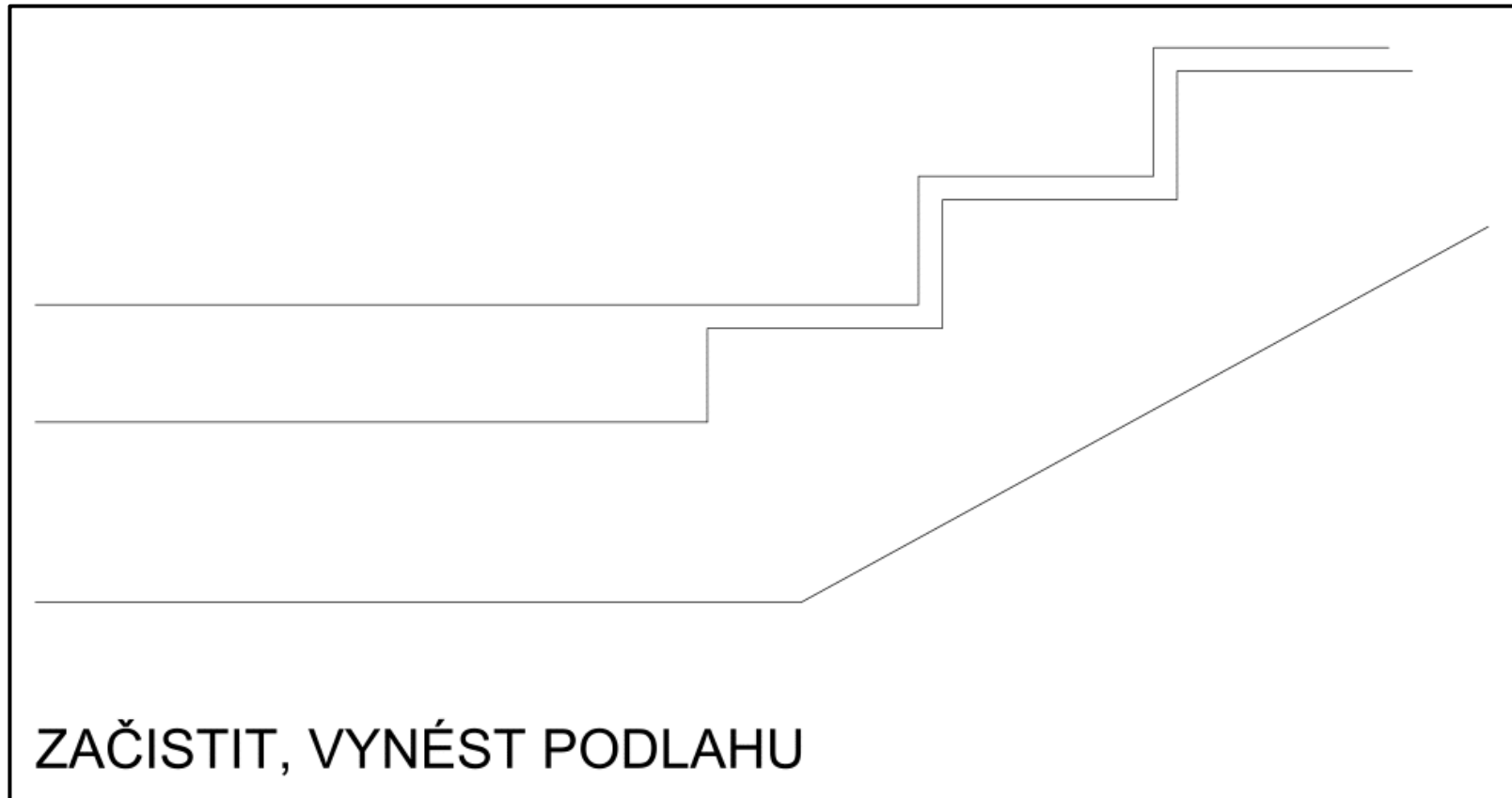
Nášlapná vrstva stupně



Další betonové schody

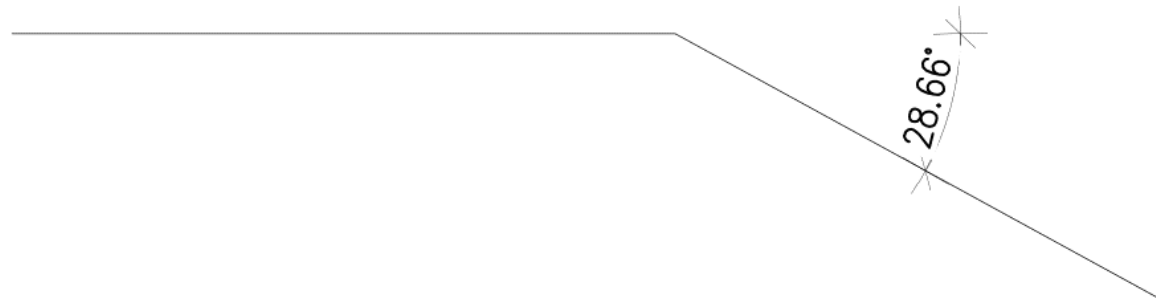


Začištění, podlaha a nášlapná vrstva stupňů

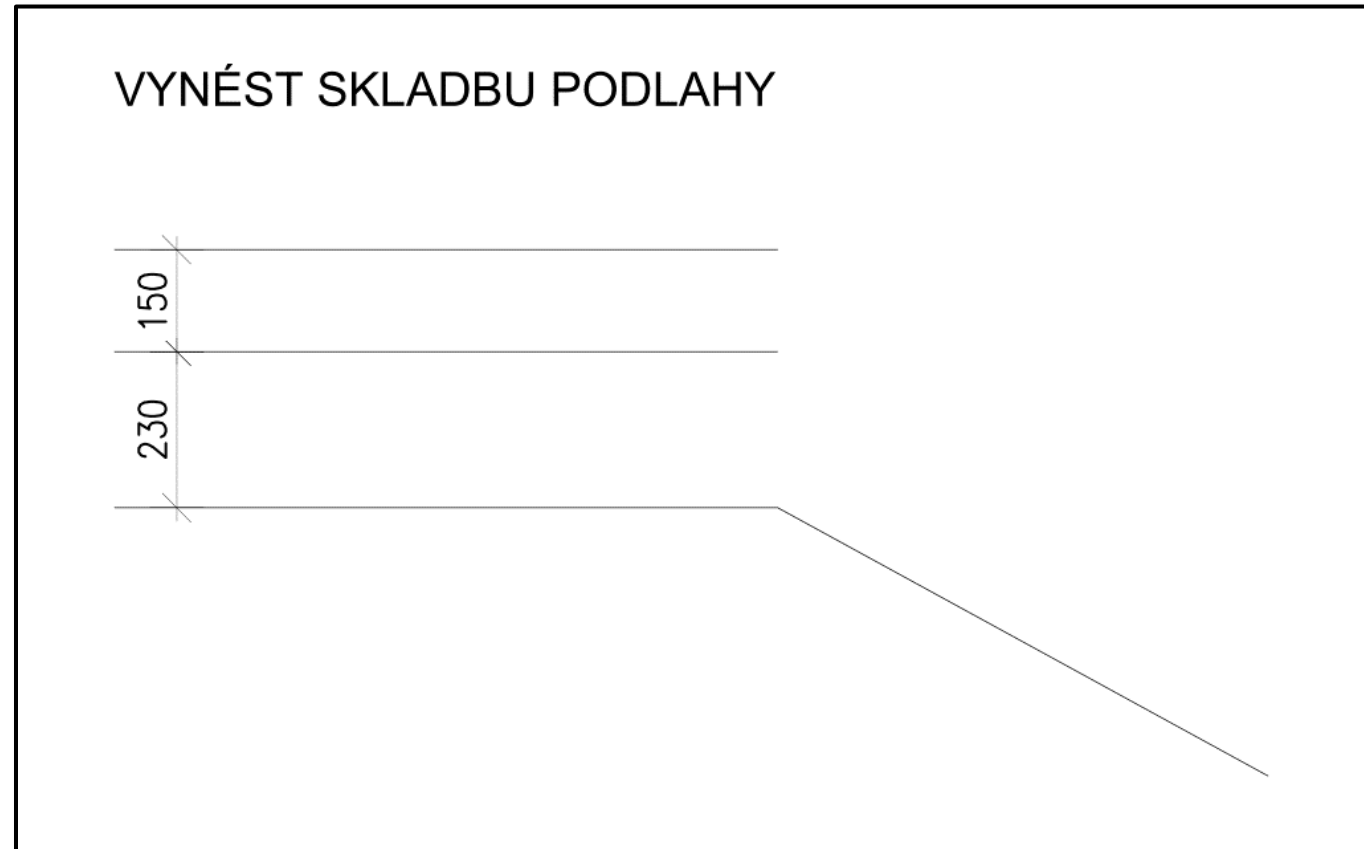


Sklon výstupního ramene

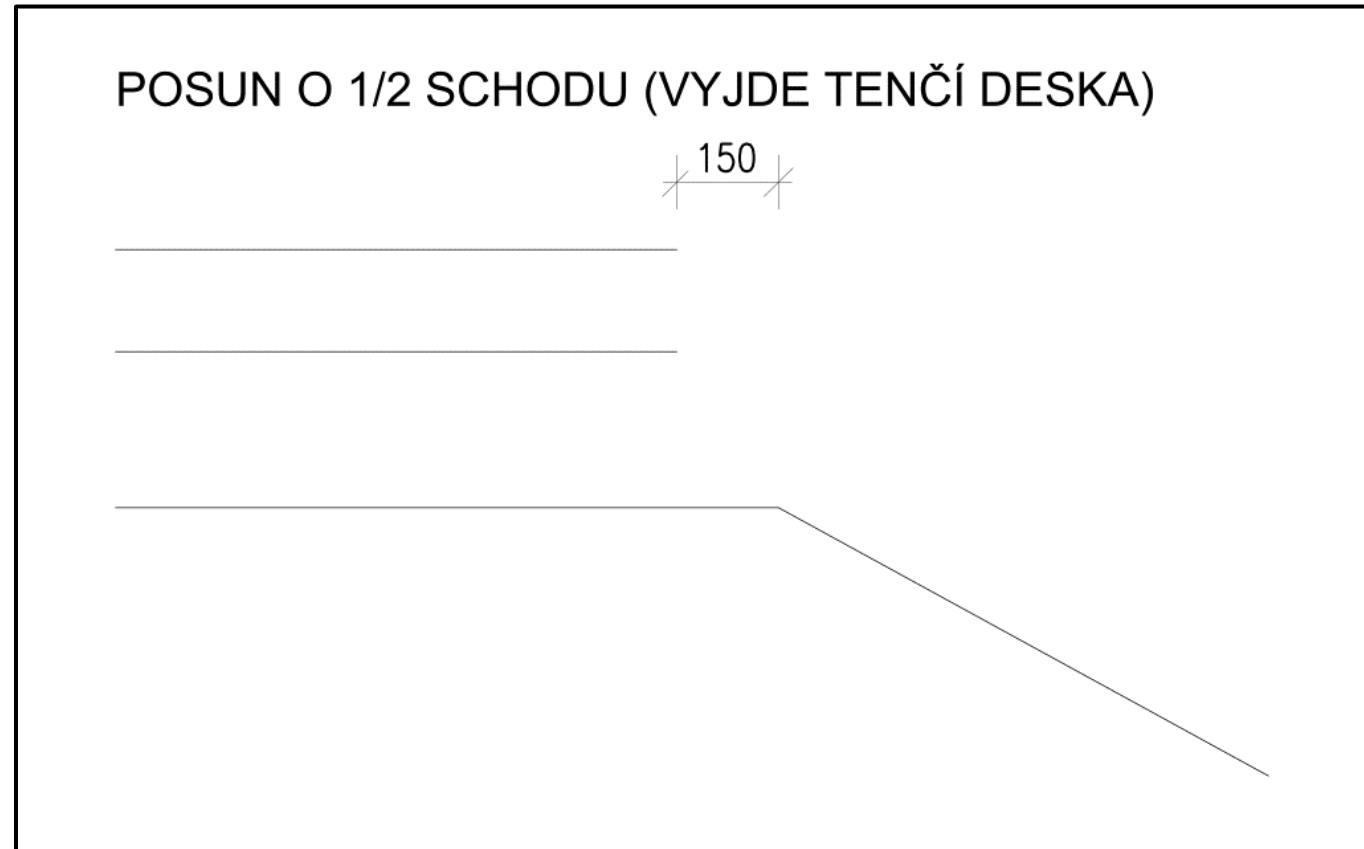
VYNĚST SKLON DESKY



Skladba podlahy



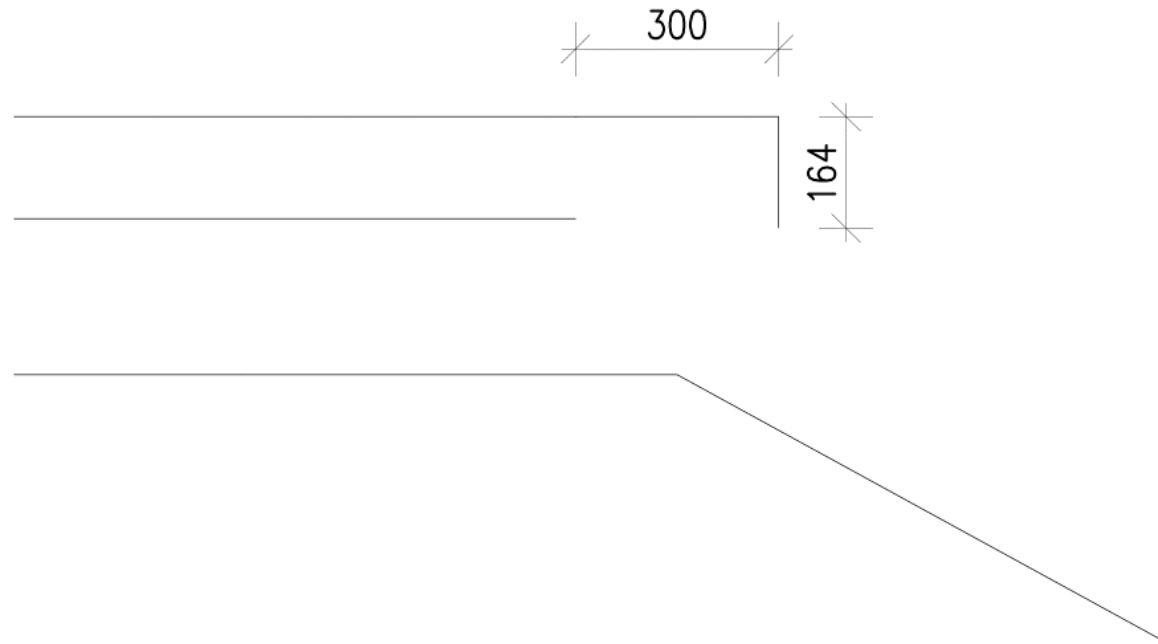
Posun schodu (povinně volitelné*)



* Pokud uděláme posun schodu u nástupního ramene, je nutné ho udělat i u výstupního. A naopak, pokud posun schodu neuděláme u nástupního ramene, nesmíme ho udělat ani u výstupního.

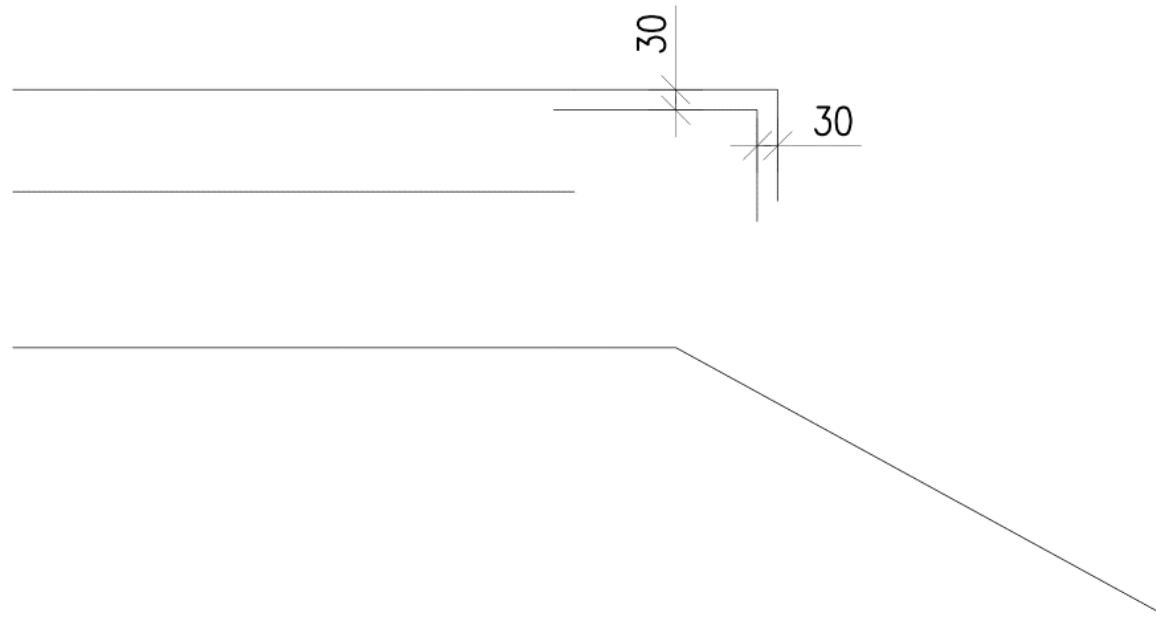
První schod

VYNĚST PRVNÍ SCHOD (ÚROVEŇ PODLAHY)



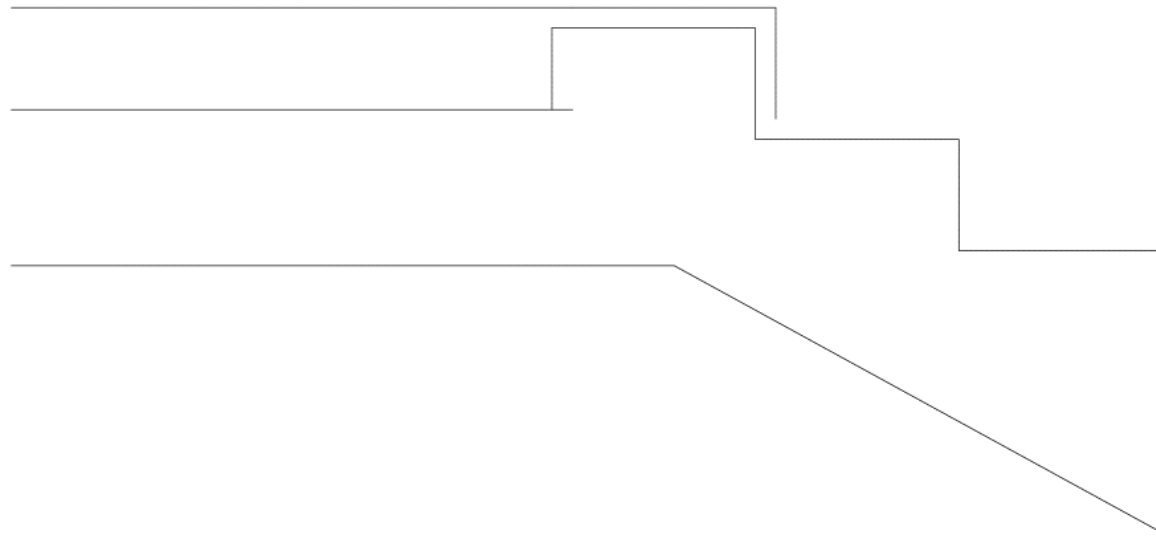
Nášlapná vrstva stupně

POSUN O SKLADBU PODLAHY STUPŇŮ

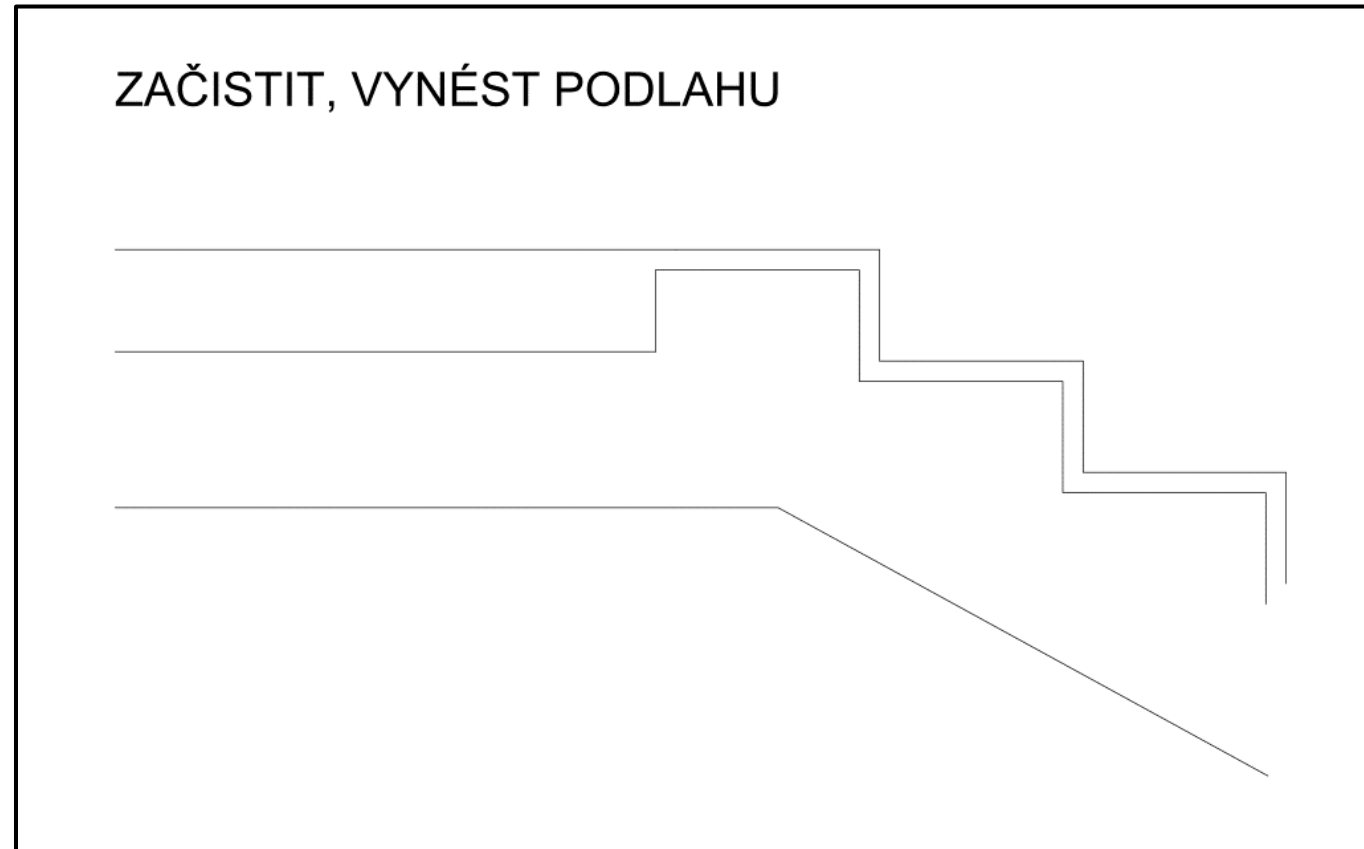


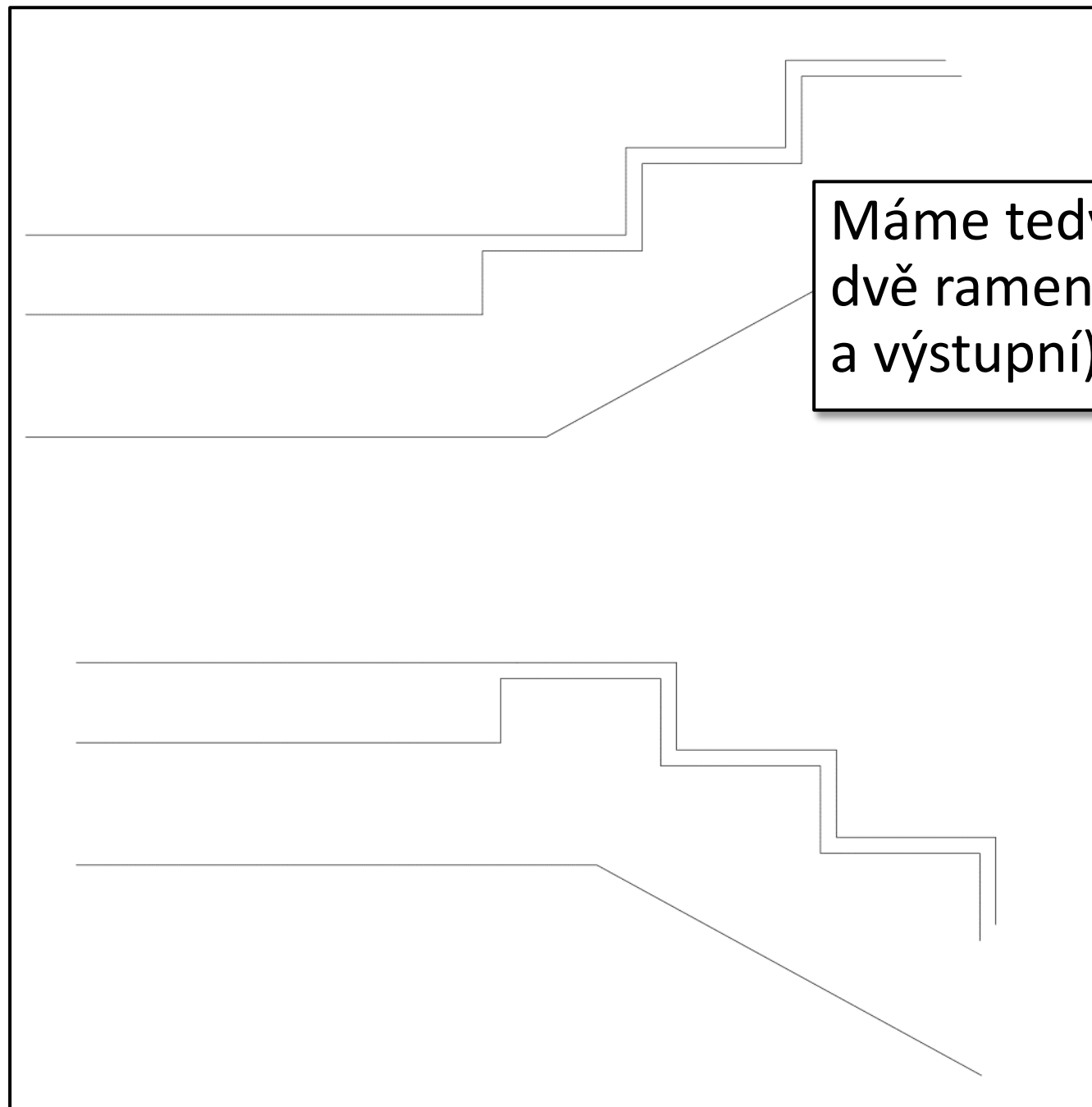
Další betonové schody

VYNĚST DALŠÍ SCHODY



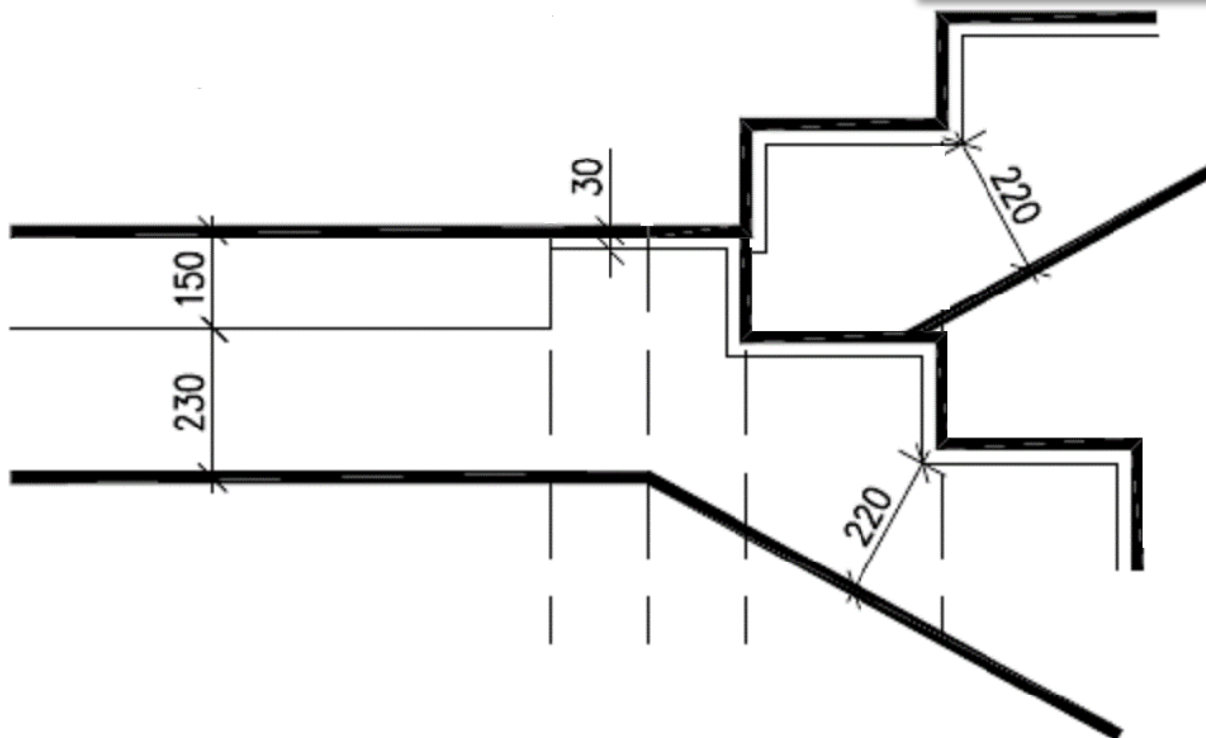
Začištění, podlaha a nášlapná vrstva stupňů





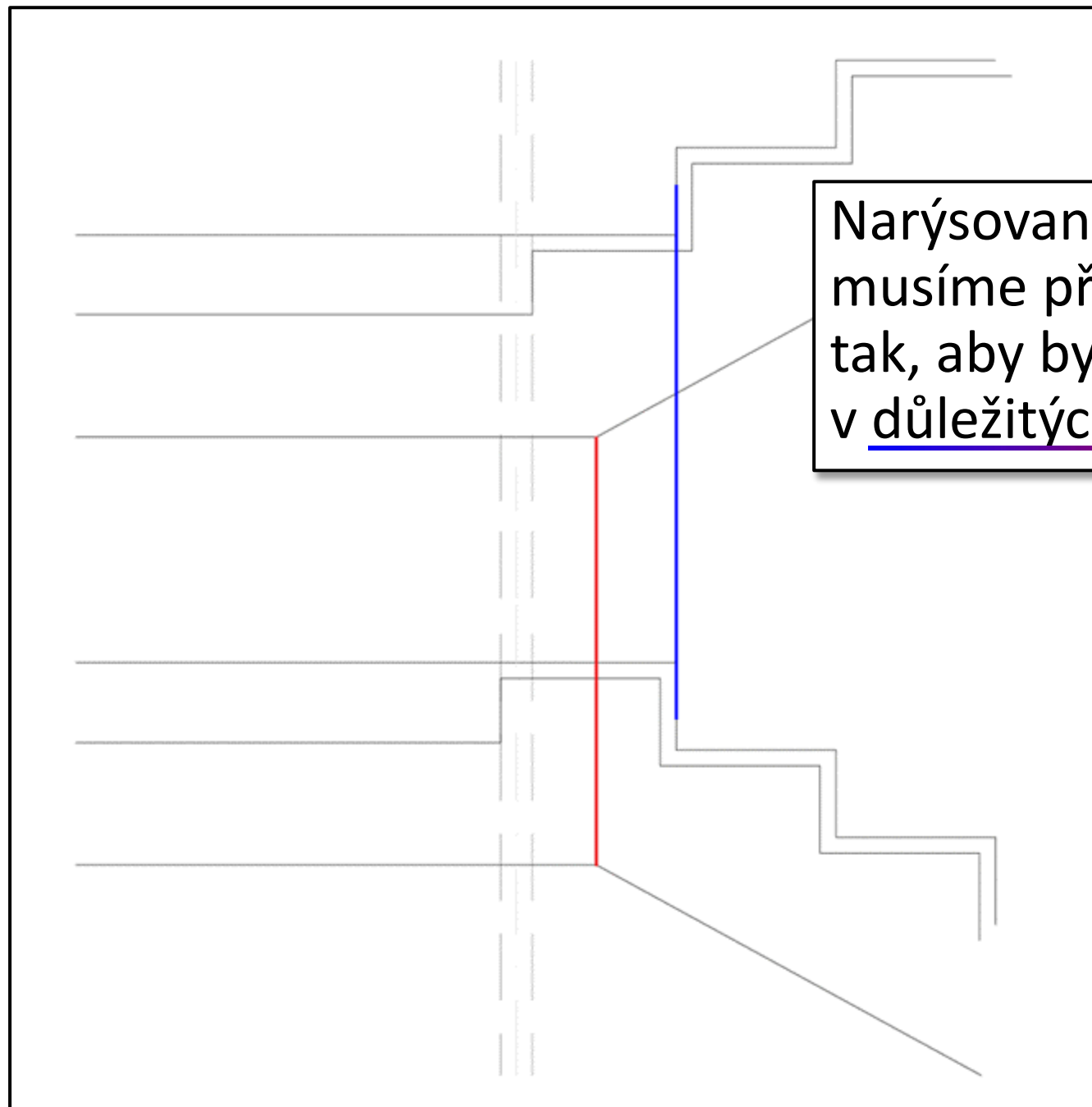
Máme tedy narýsovaná
dvě ramena (nástupní
a výstupní)

Narýsovaná ramena
musíme přes sebe „přeložit“
tak, aby byla zarovnána
v důležitých bodech.



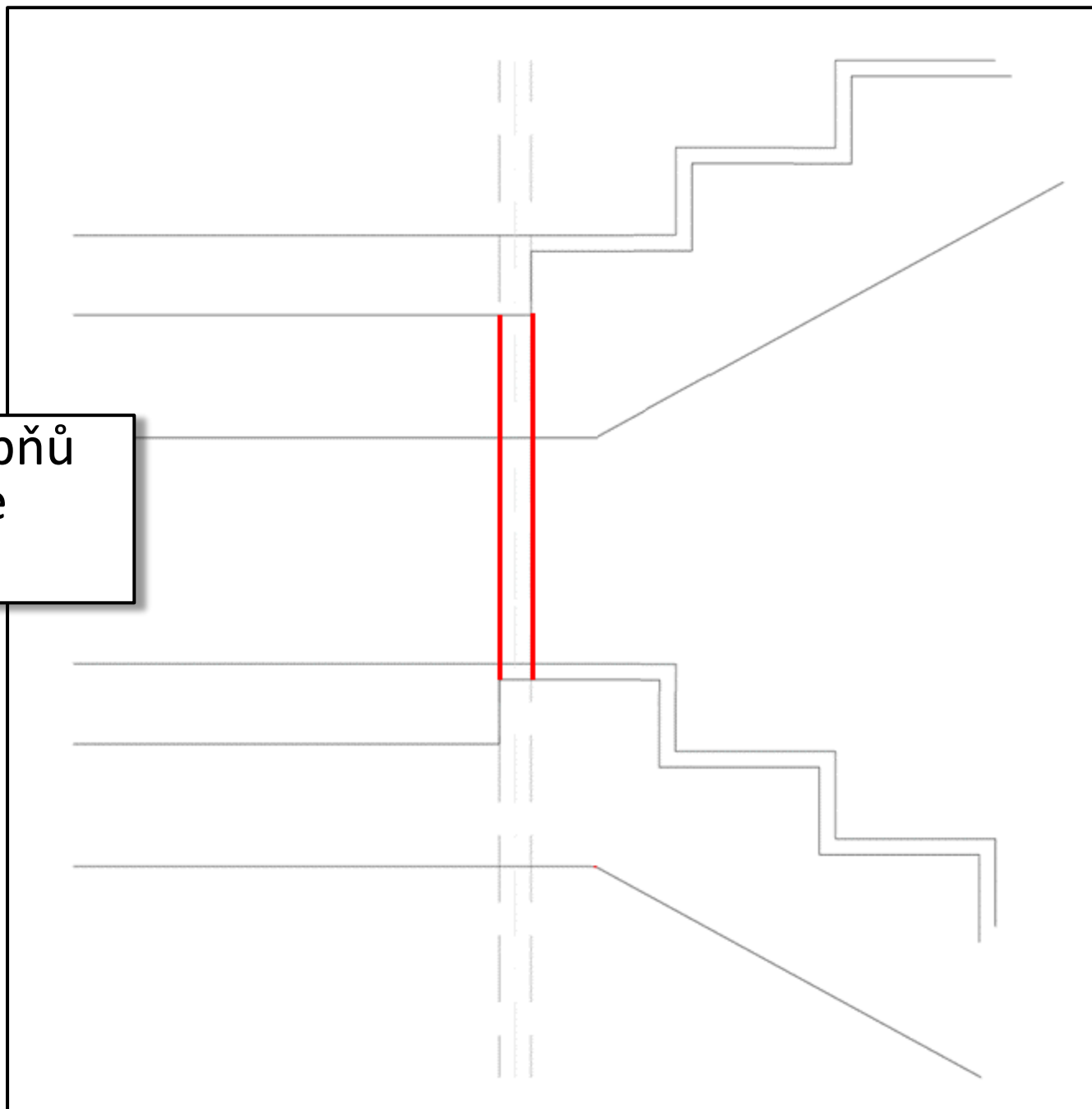


Narýsovaná ramena
musíme přes sebe „přeložit“
tak, aby byla zarovnána
v důležitých bodech.

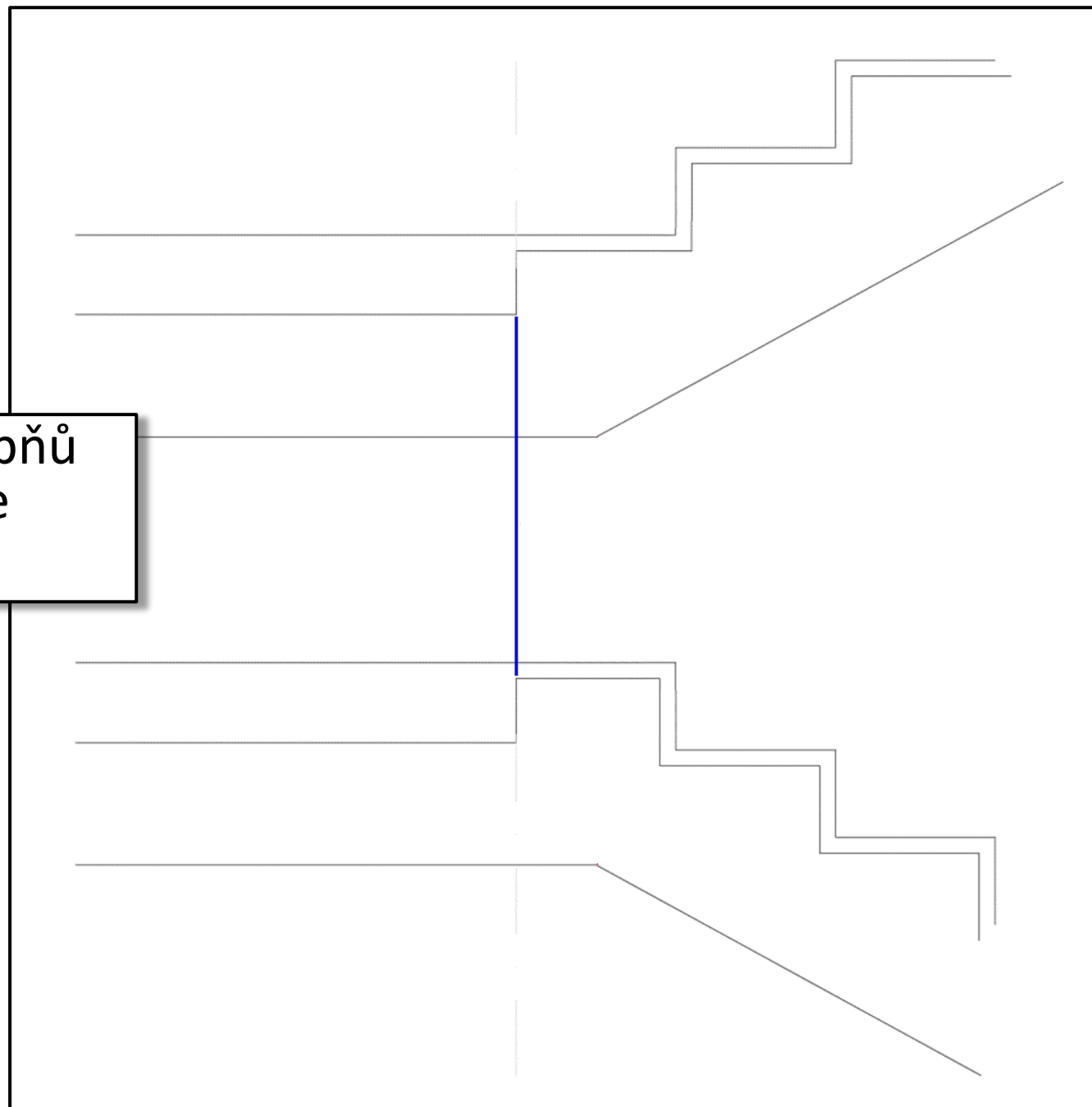


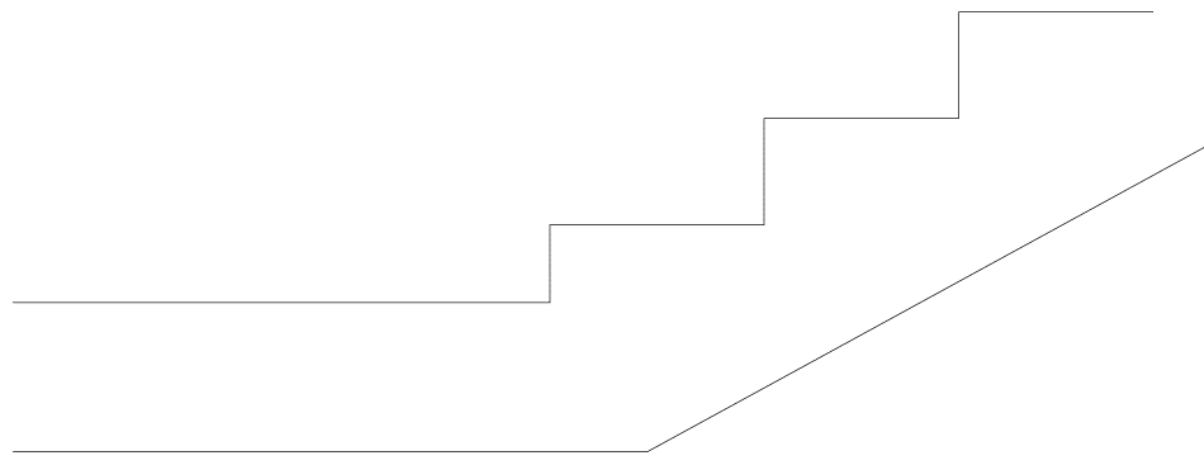
Narýsovaná ramena
musíme přes sebe „přeložit“
tak, aby byla zarovnána
v důležitých bodech.

Hrany jalových stupňů
si **neodpovídají** a je
třeba je sjednotit.

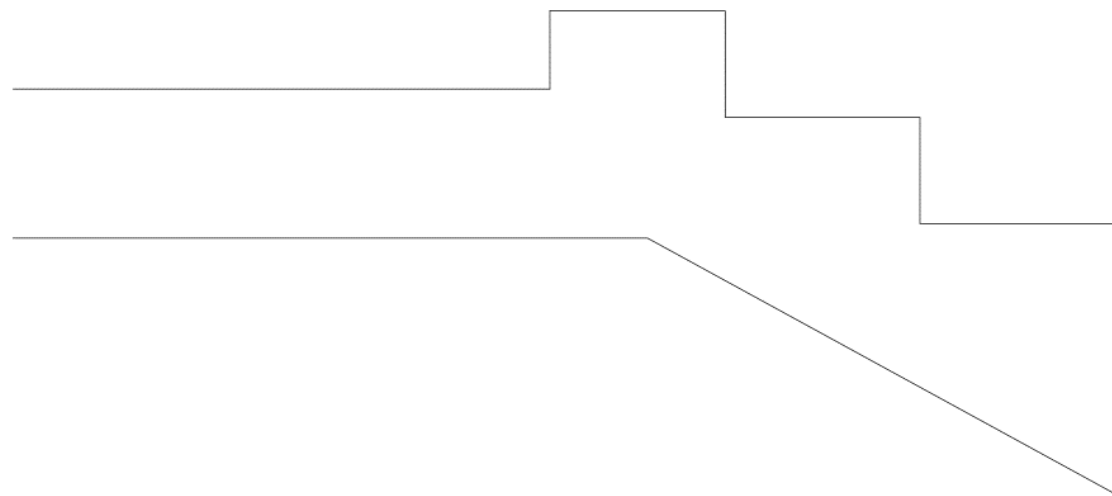


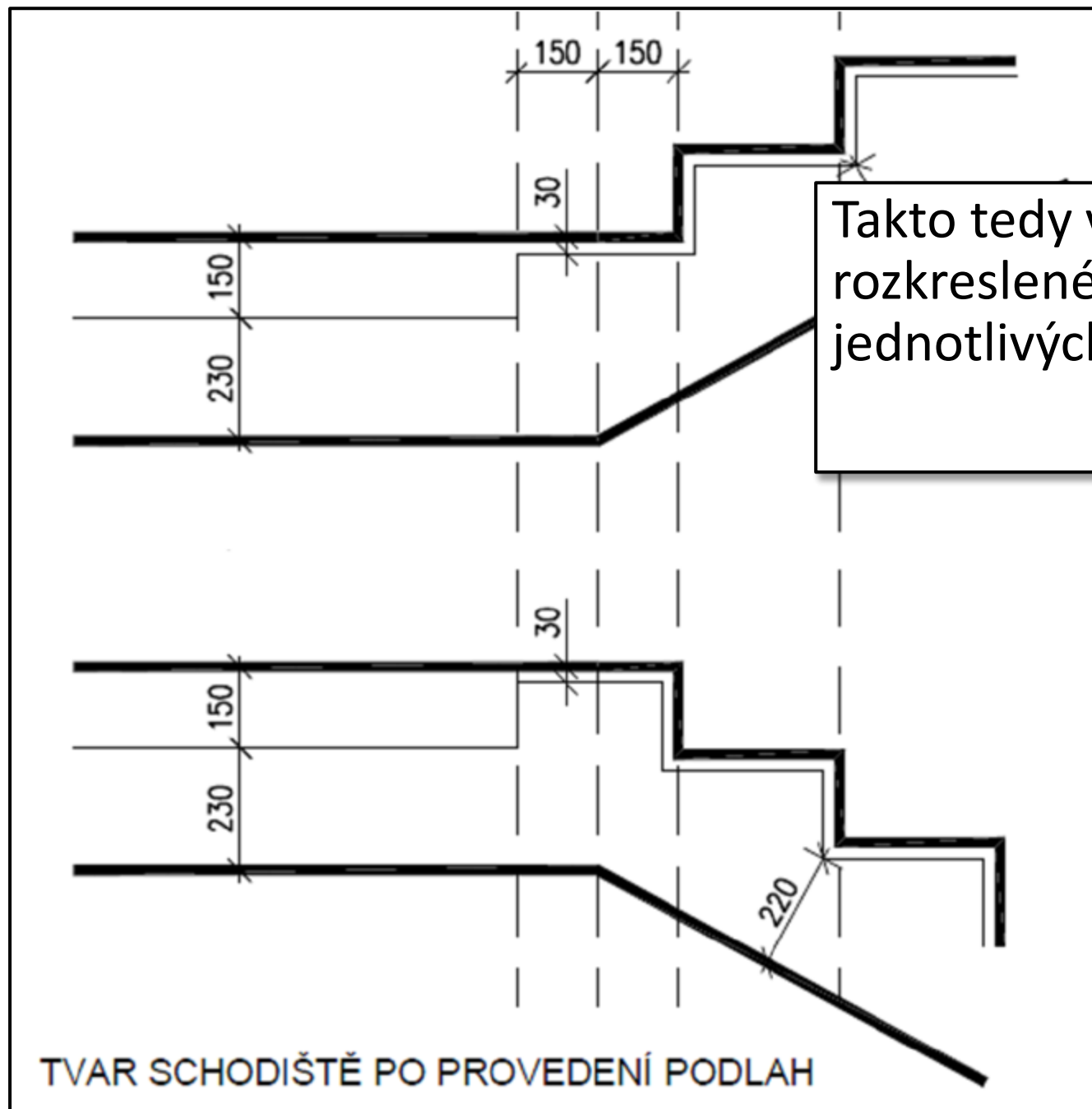
Hrany jalových stupňů
si neodpovídají a je
třeba je **sjednotit**.

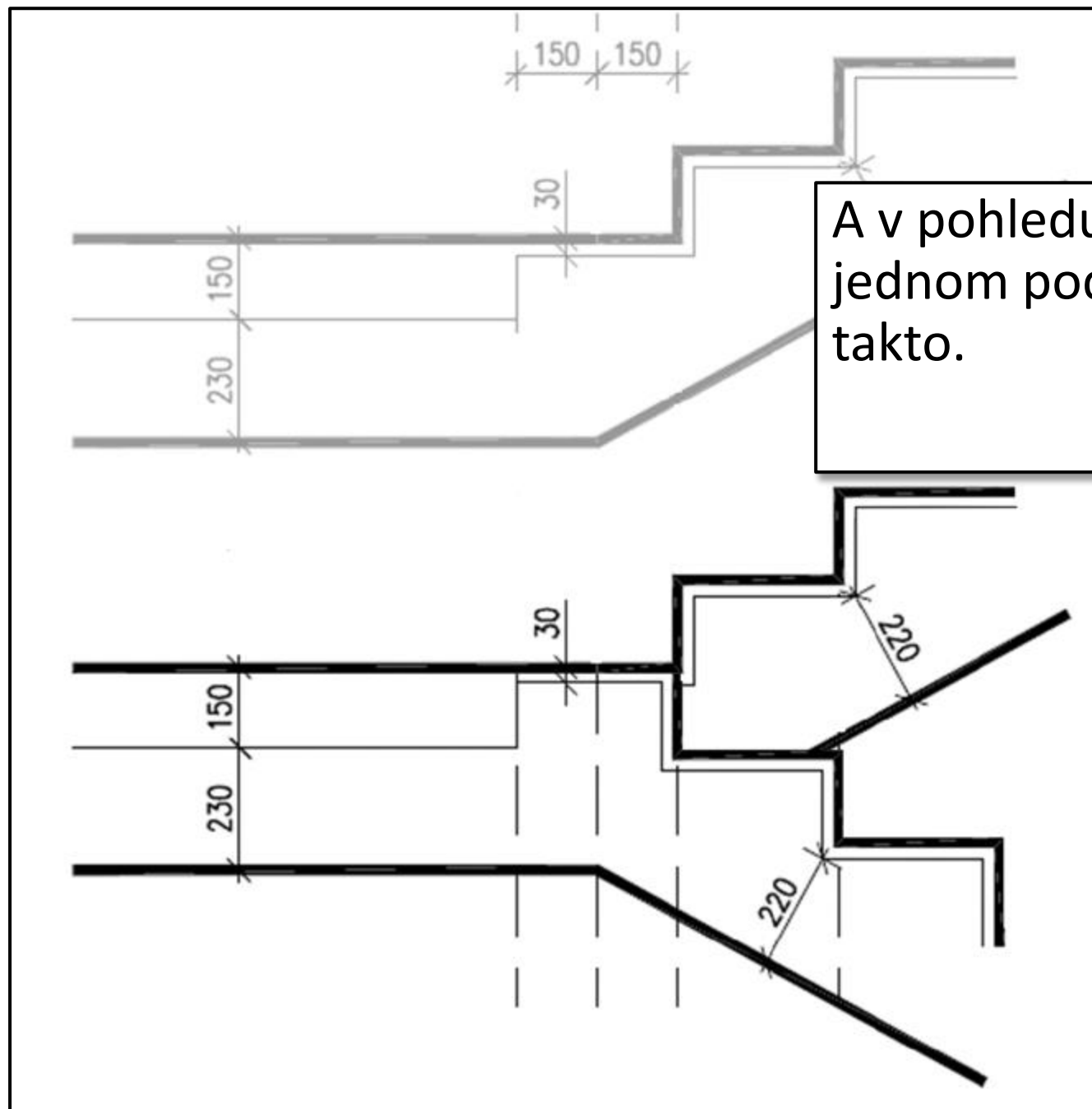




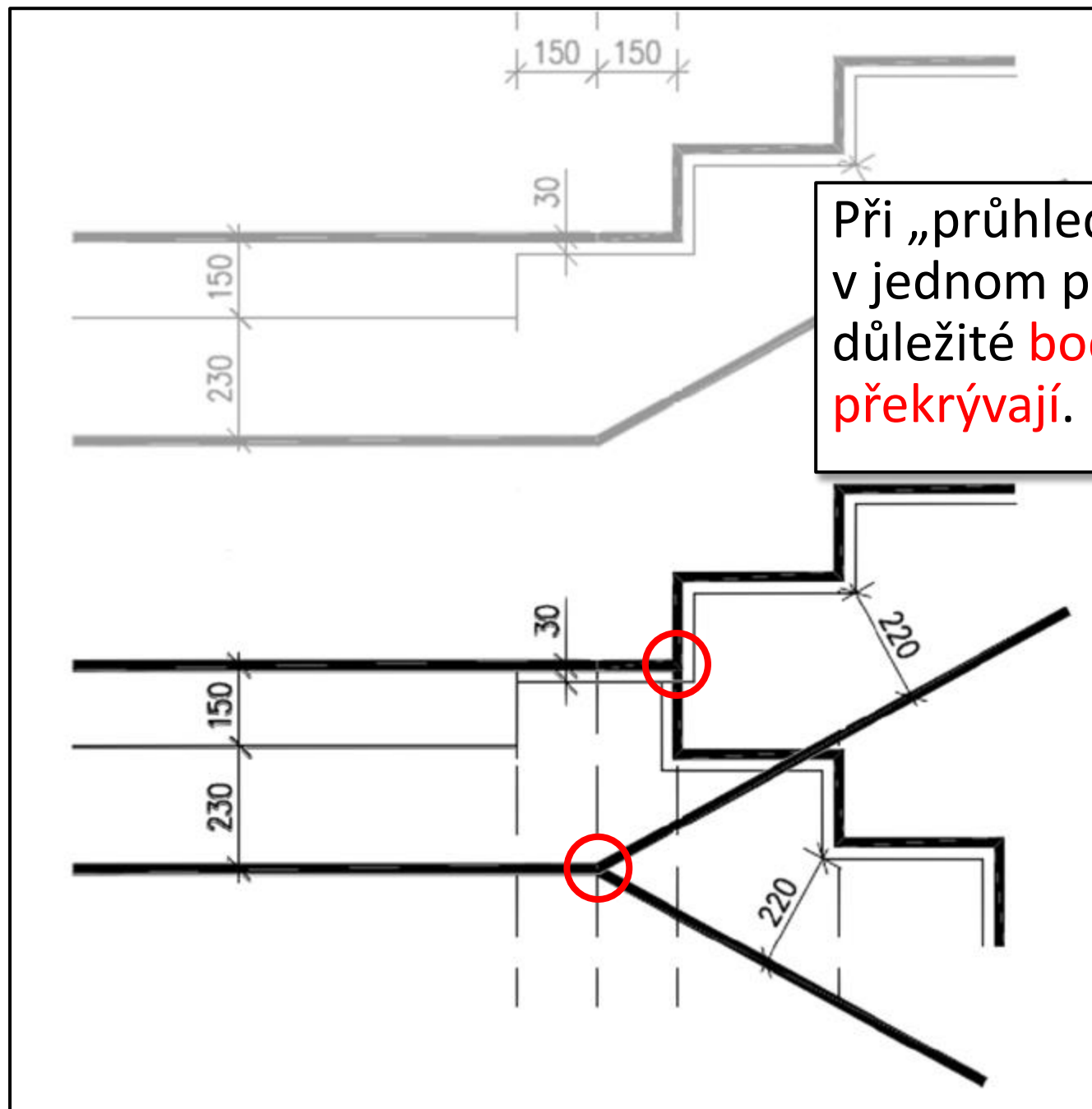
VÝSLEDNÉ TVARY BETONU







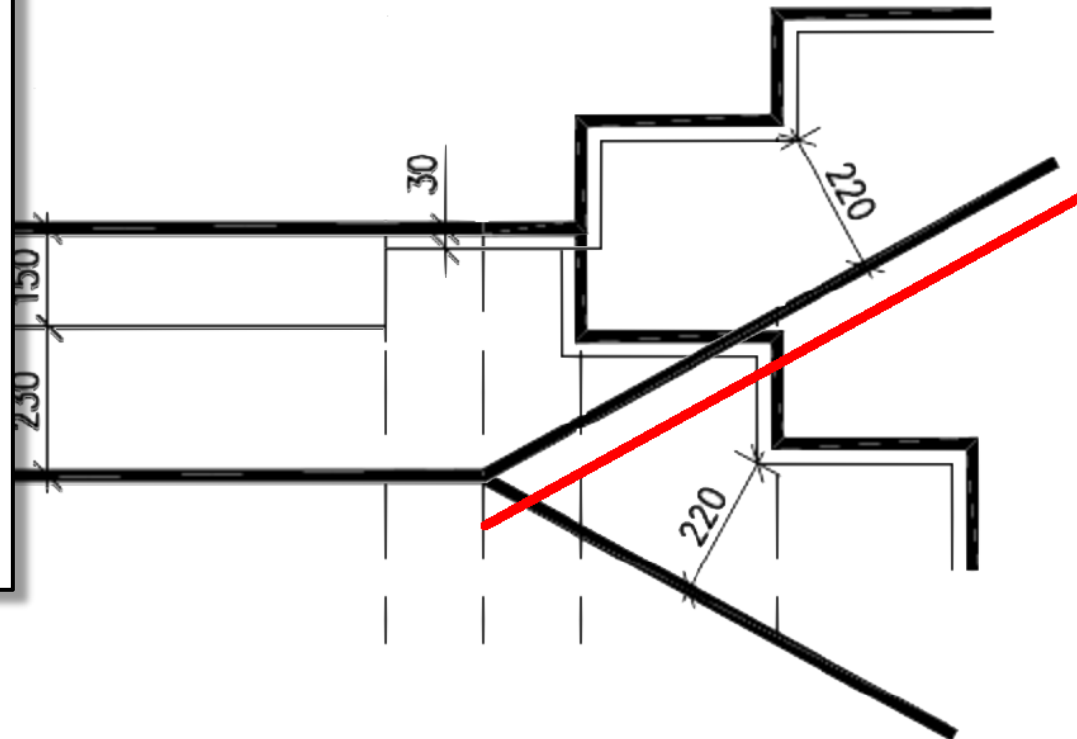
A v pohledu na obě ramena v jednom podlaží vypadají takto.



Při „průhledu“ oběma rameny v jednom podlaží vidíme, že se důležité **body skutečně překrývají.**

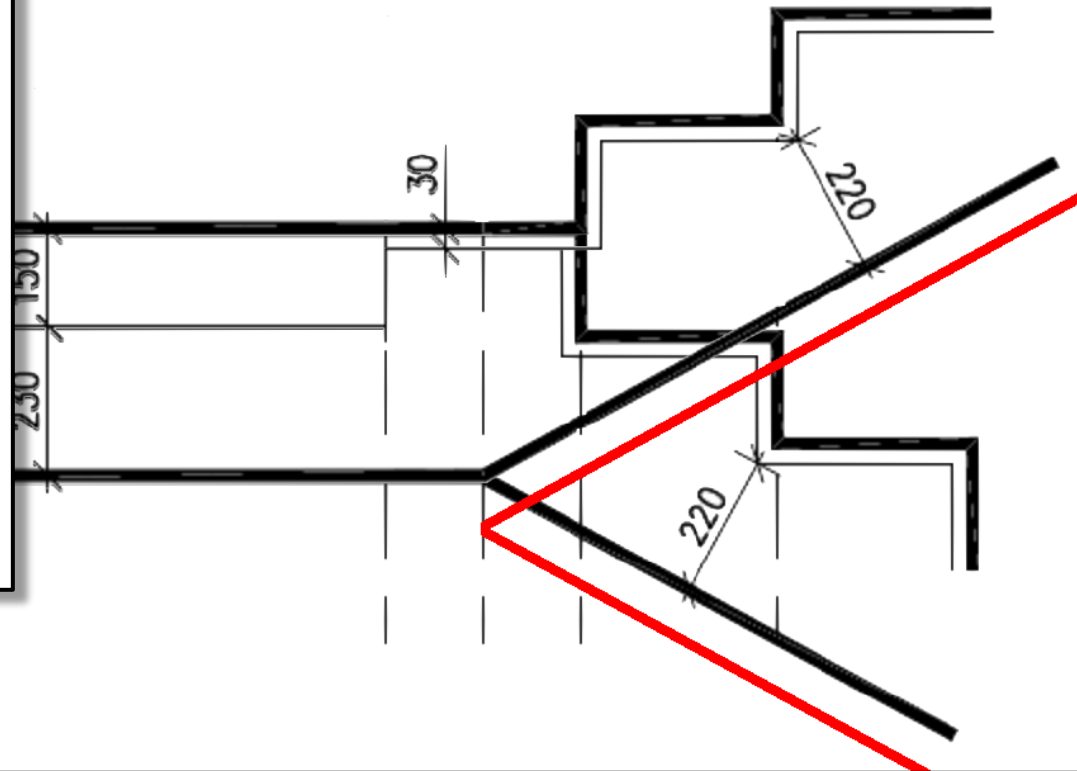
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení tloušťek ramen...**



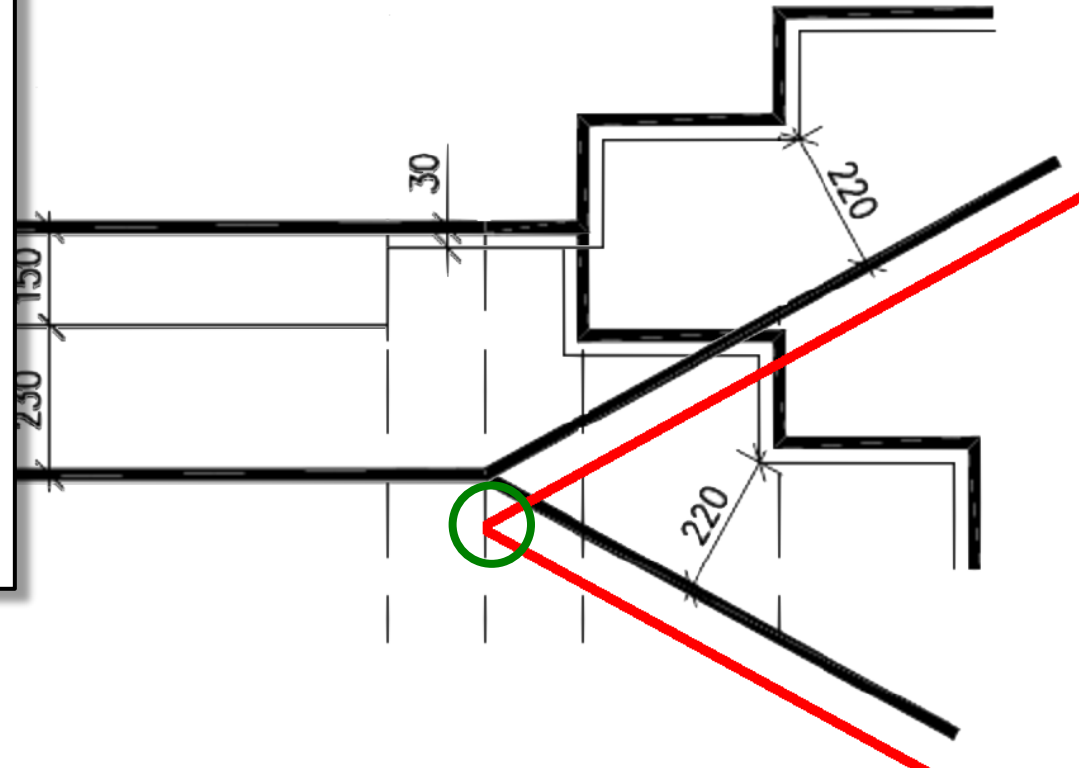
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťek ramen...



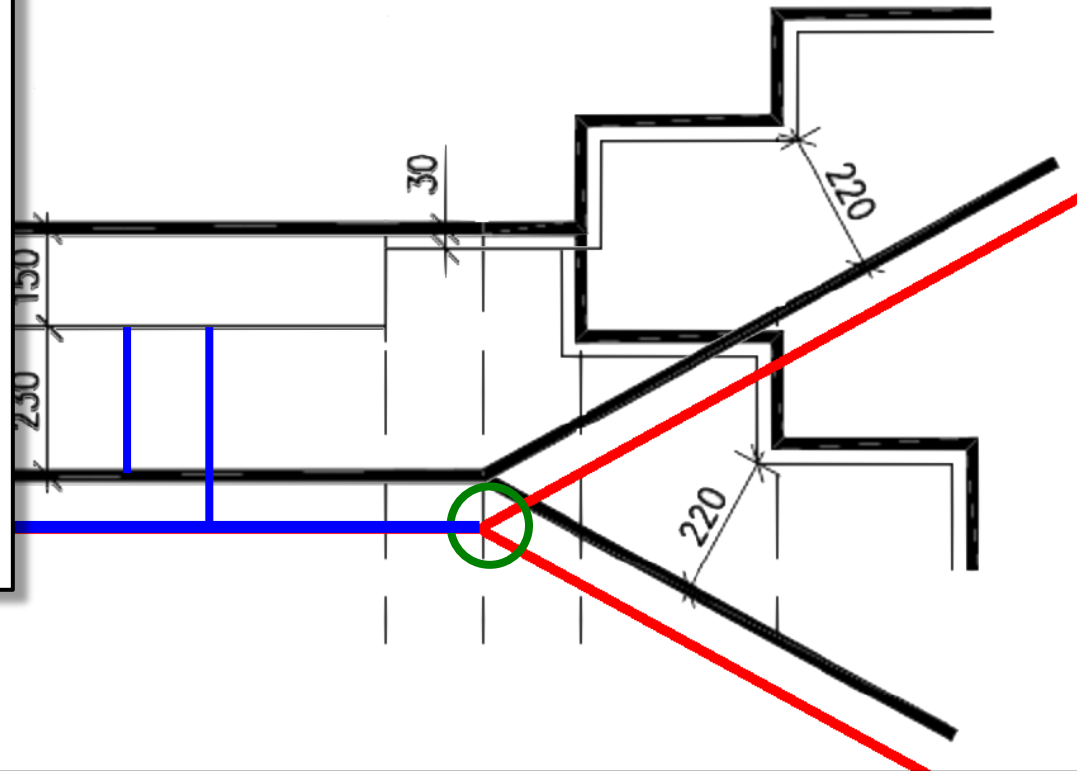
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťek ramen, a
zachování překrytí bodů?



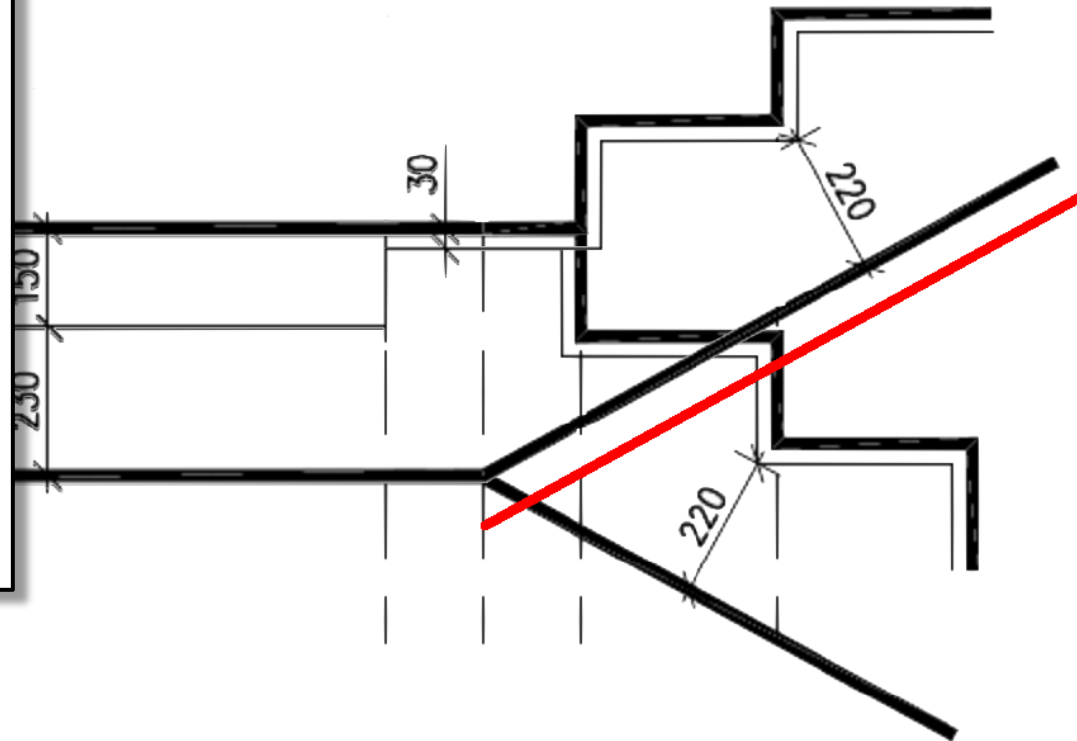
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení tlouštěk ramen**, a zachování překrytí bodů?
Zvětší se tloušťka podesty 😞.



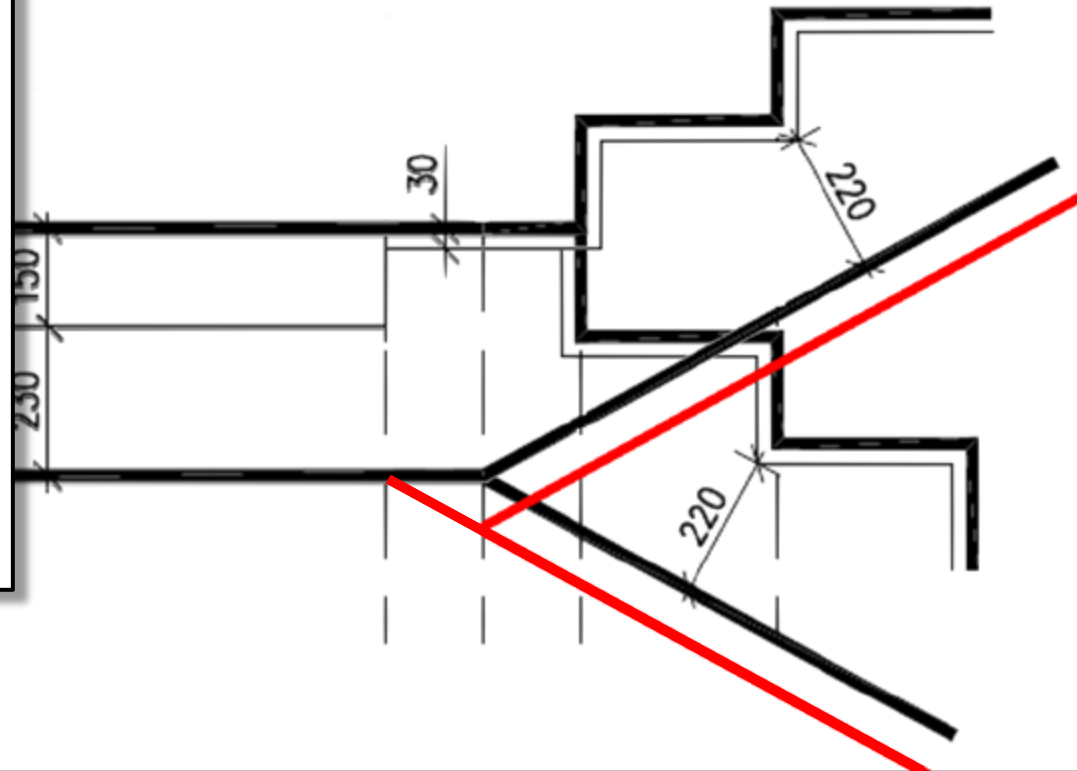
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťek ramen...



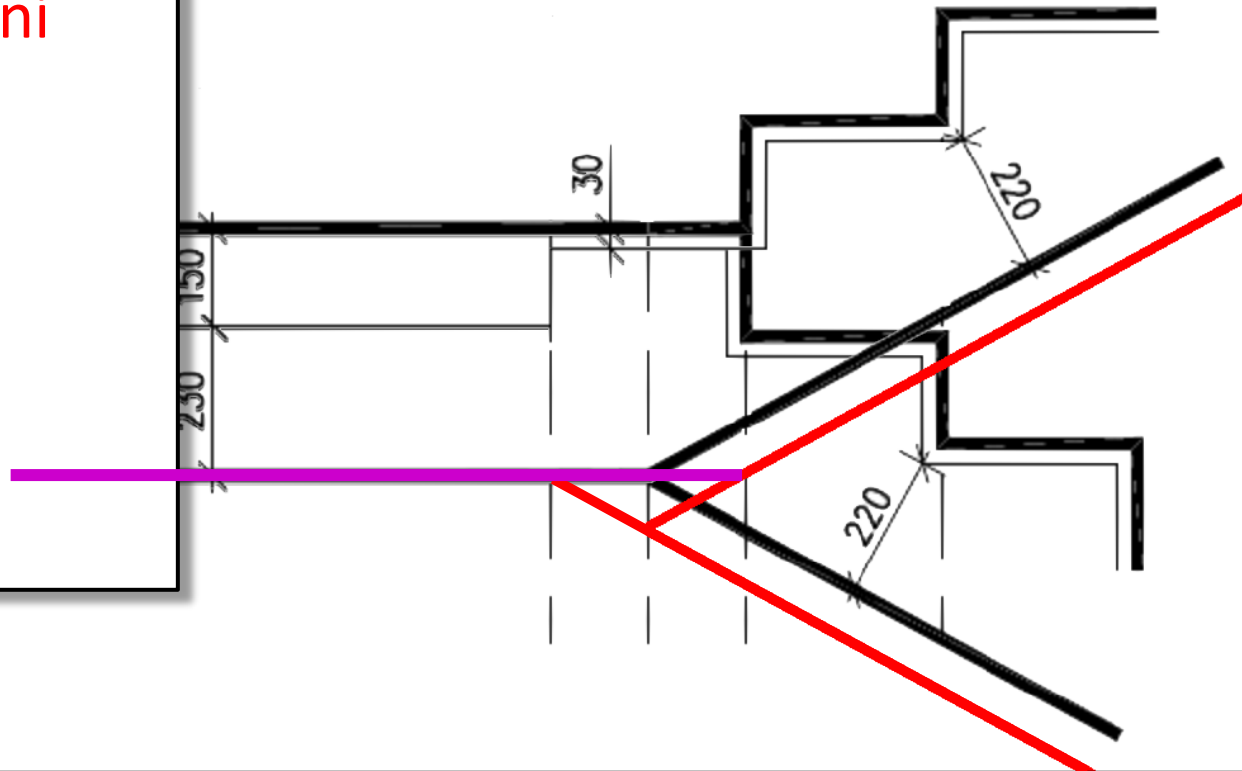
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťek ramen...



Teorie navíc

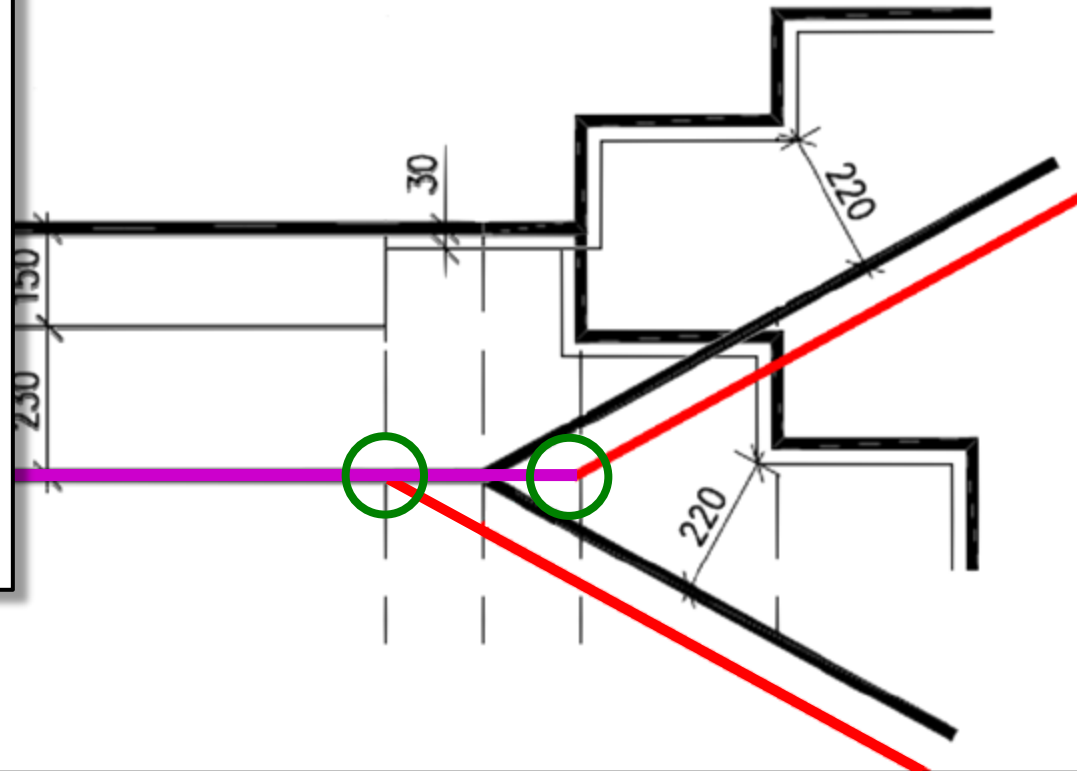
Co se stane při **zvětšení tlouštěk ramen** a zachování tloušťky podesty?



Teorie navíc

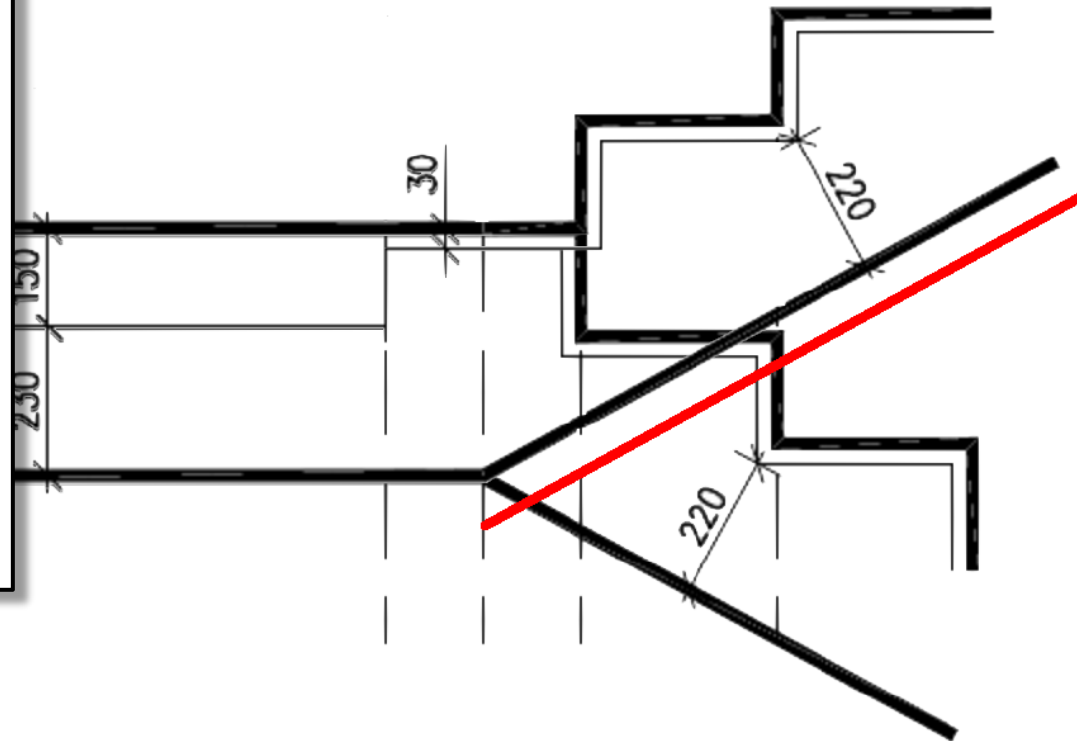
Co se stane při **zvětšení**
tloušťek ramen a
zachování tloušťky
podesty?

Nebudou se překrývat
body 😞.



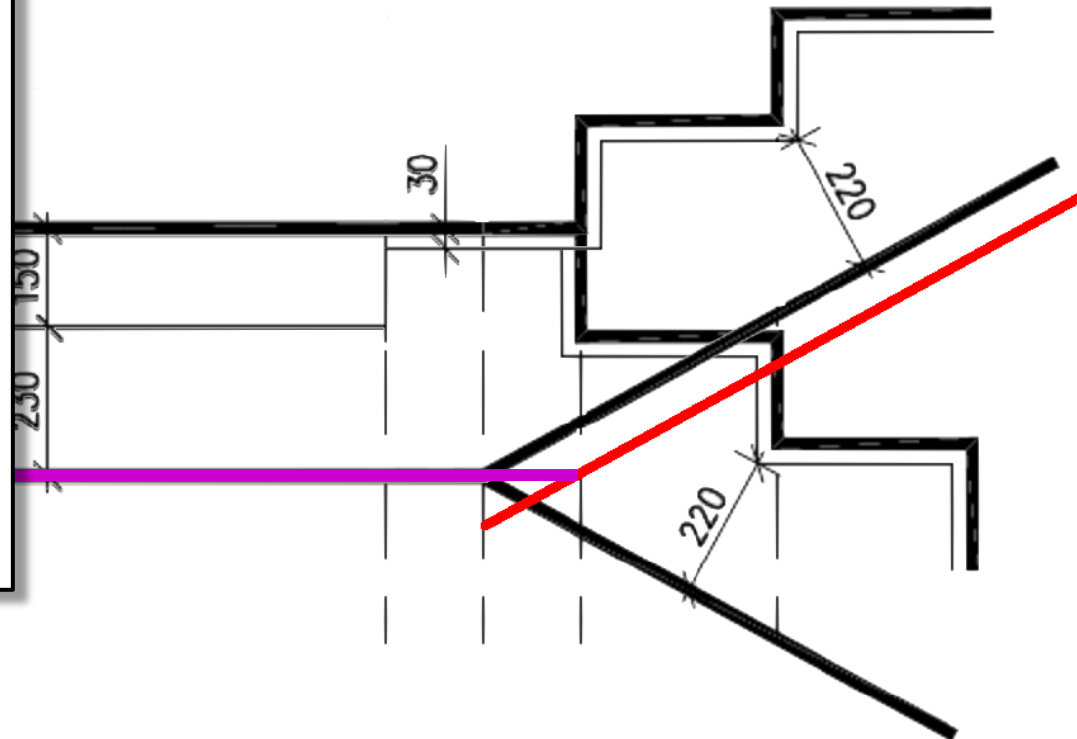
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťky ramene...



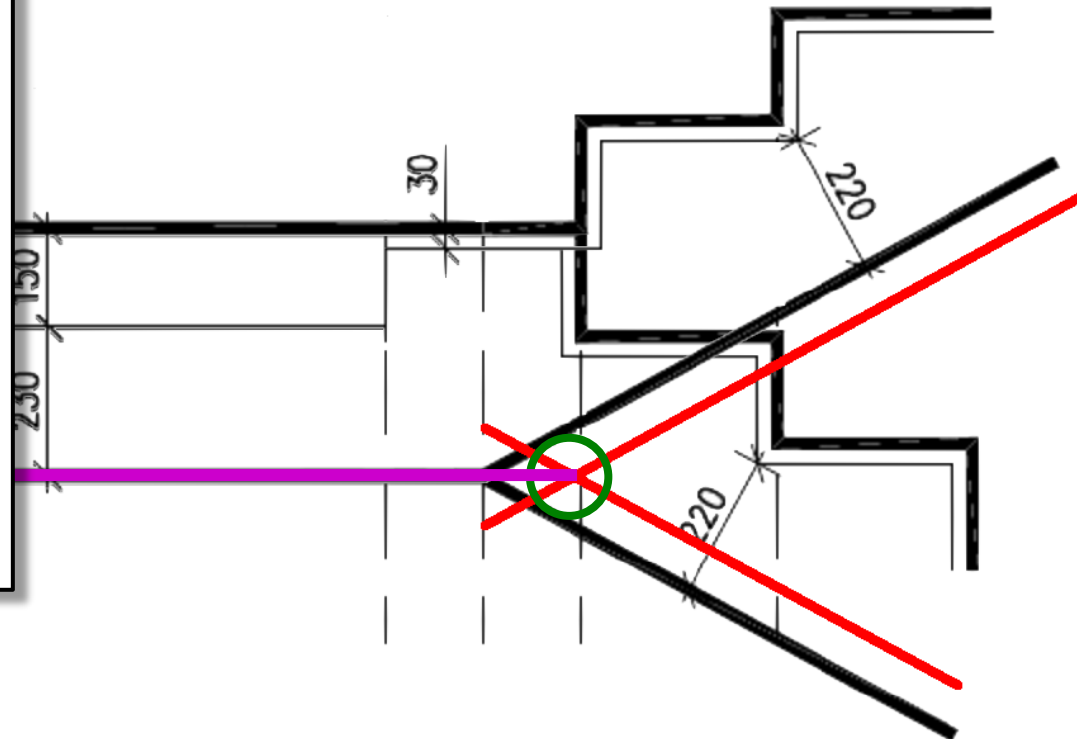
Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťky ramene,
zachování tloušťky
podesty...



Teorie navíc

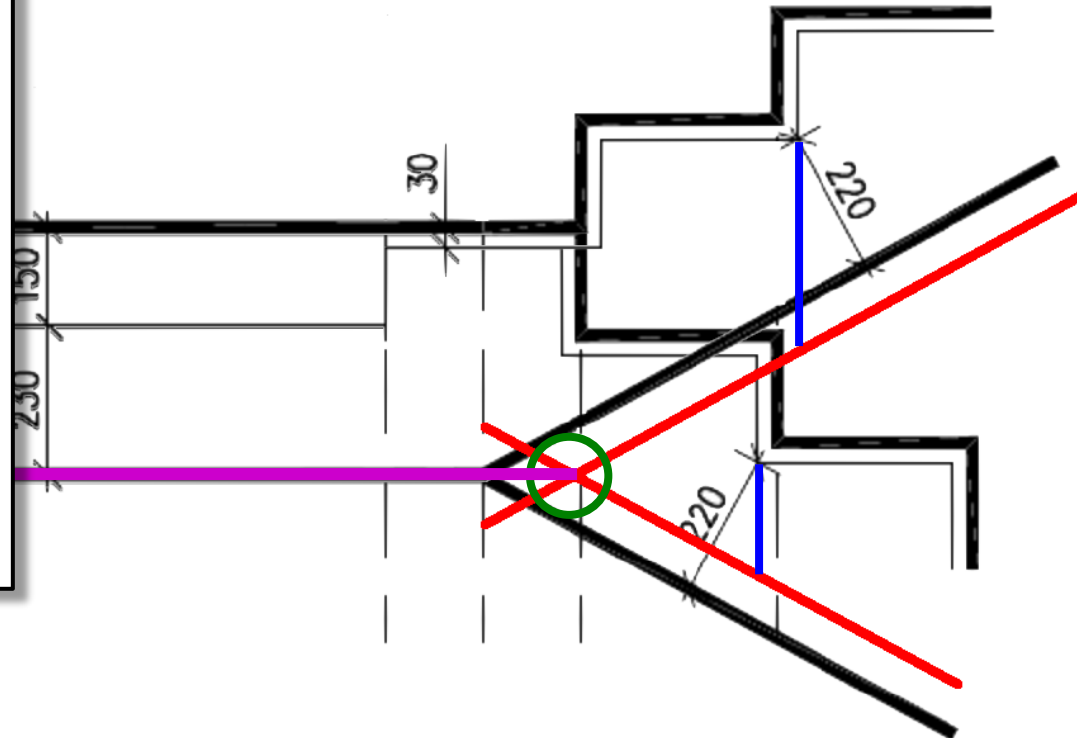
Co se stane při **zvětšení**
tloušťky ramene,
zachování tloušťky
podesty, a **zachování**
překrytí bodů?



Teorie navíc

Co se stane při **zvětšení**
tloušťky ramene,
zachování tloušťky
podesty, a zachování
překrytí bodů?

**Tloušťka každého ramene
bude jiná ☹.**

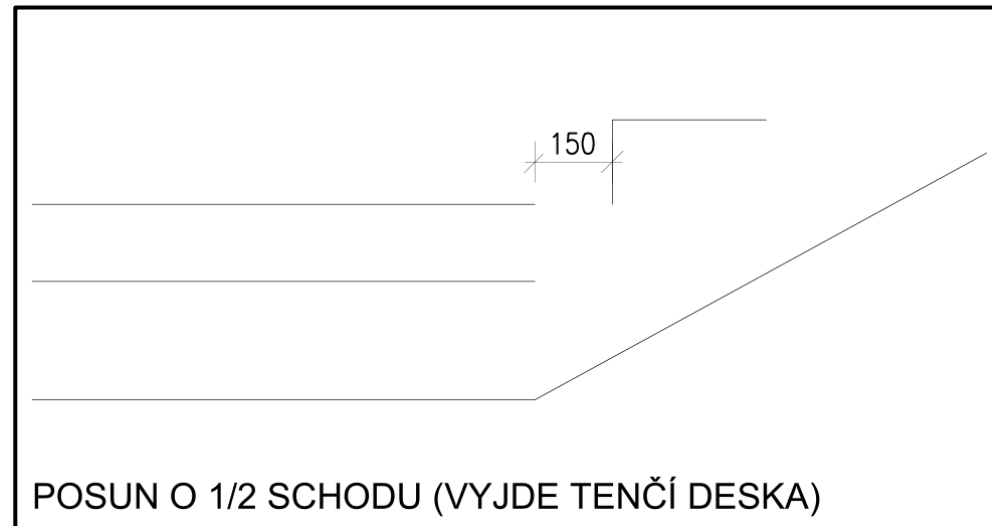


Teorie navíc

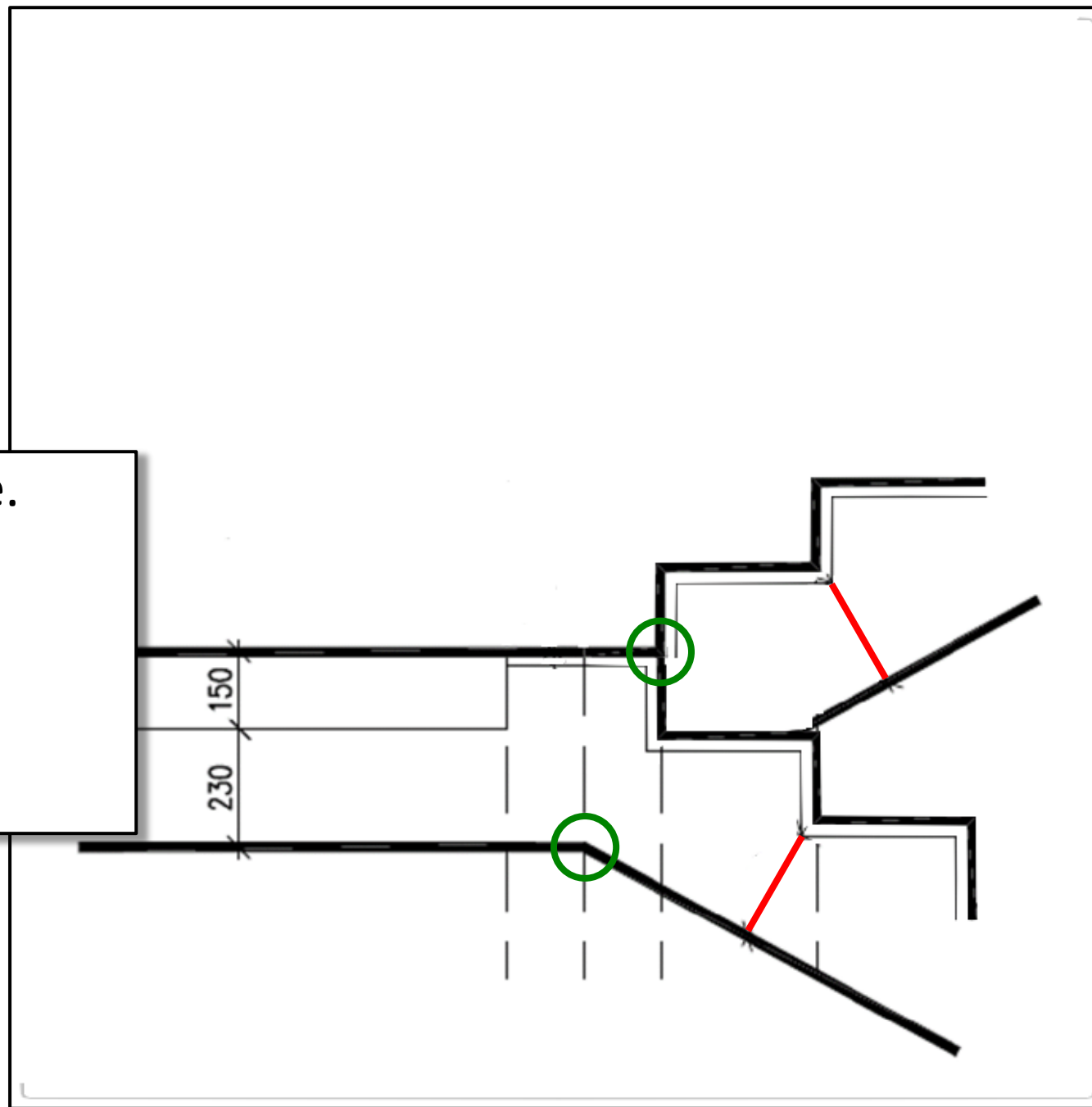
Geometrie

Tloušťka podesty a tloušťka ramene spolu nerozdělitelně souvisí! Když se změní tloušťka ramene, změní se i tloušťka podesty a naopak.

Tloušťka ramene se dá změnit bez ovlivnění tloušťky podesty jen „posunem schodu“. (Změní se celková geometrie schodiště.)

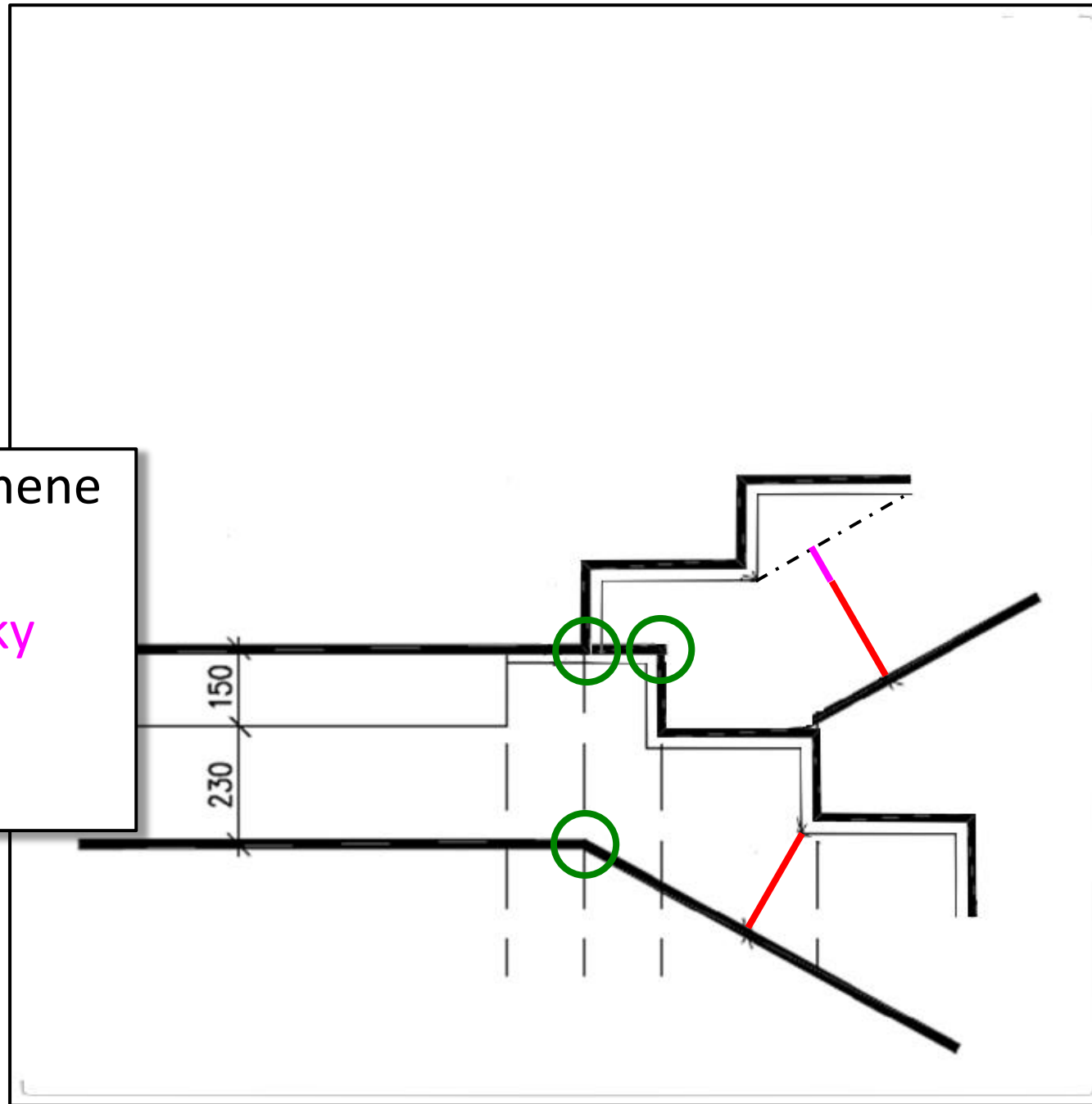


Původní geometrie.



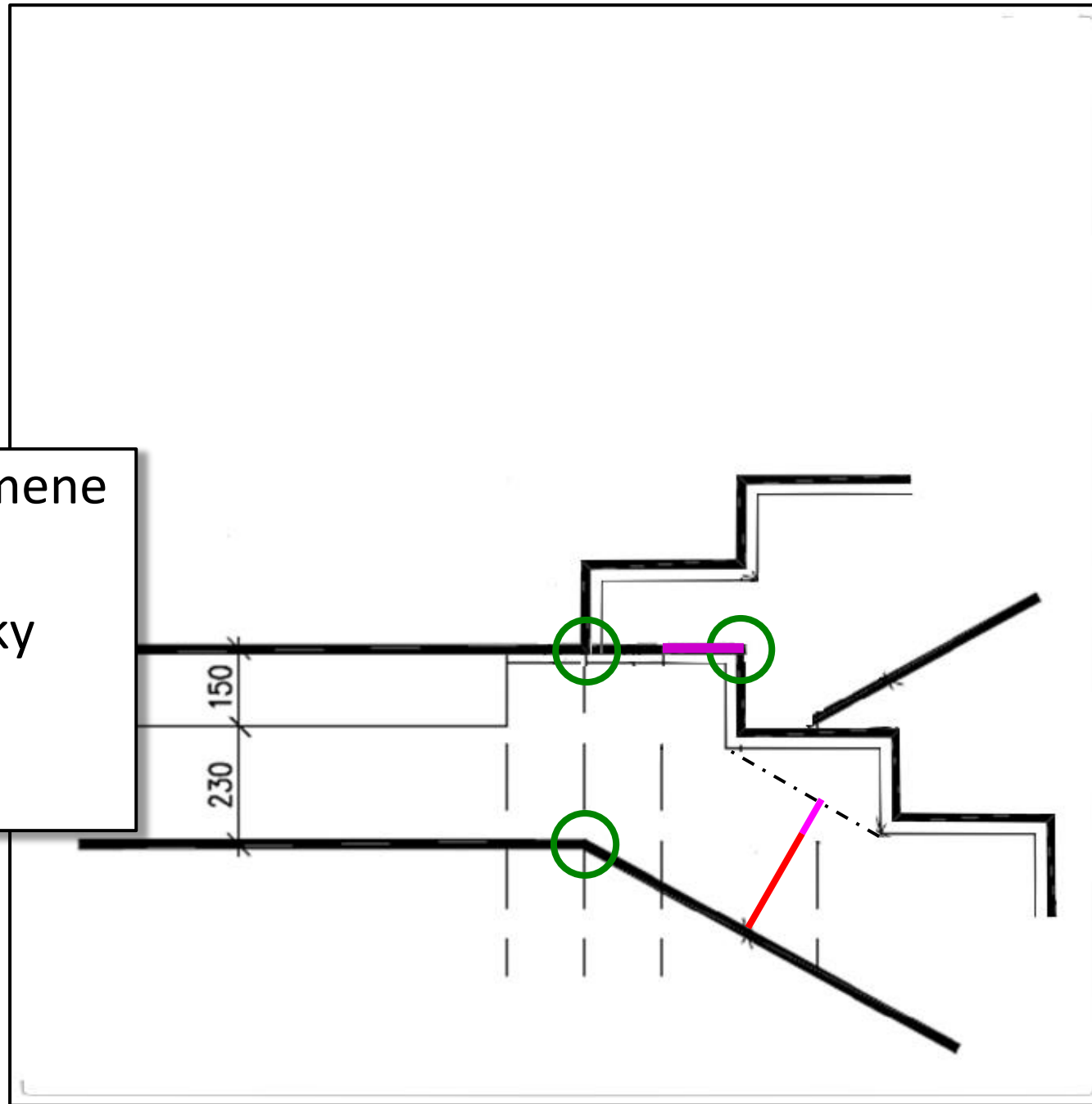
Posun jednoho ramene
o půl schodu.

→ Zvětšení tloušťky
daného ramene.

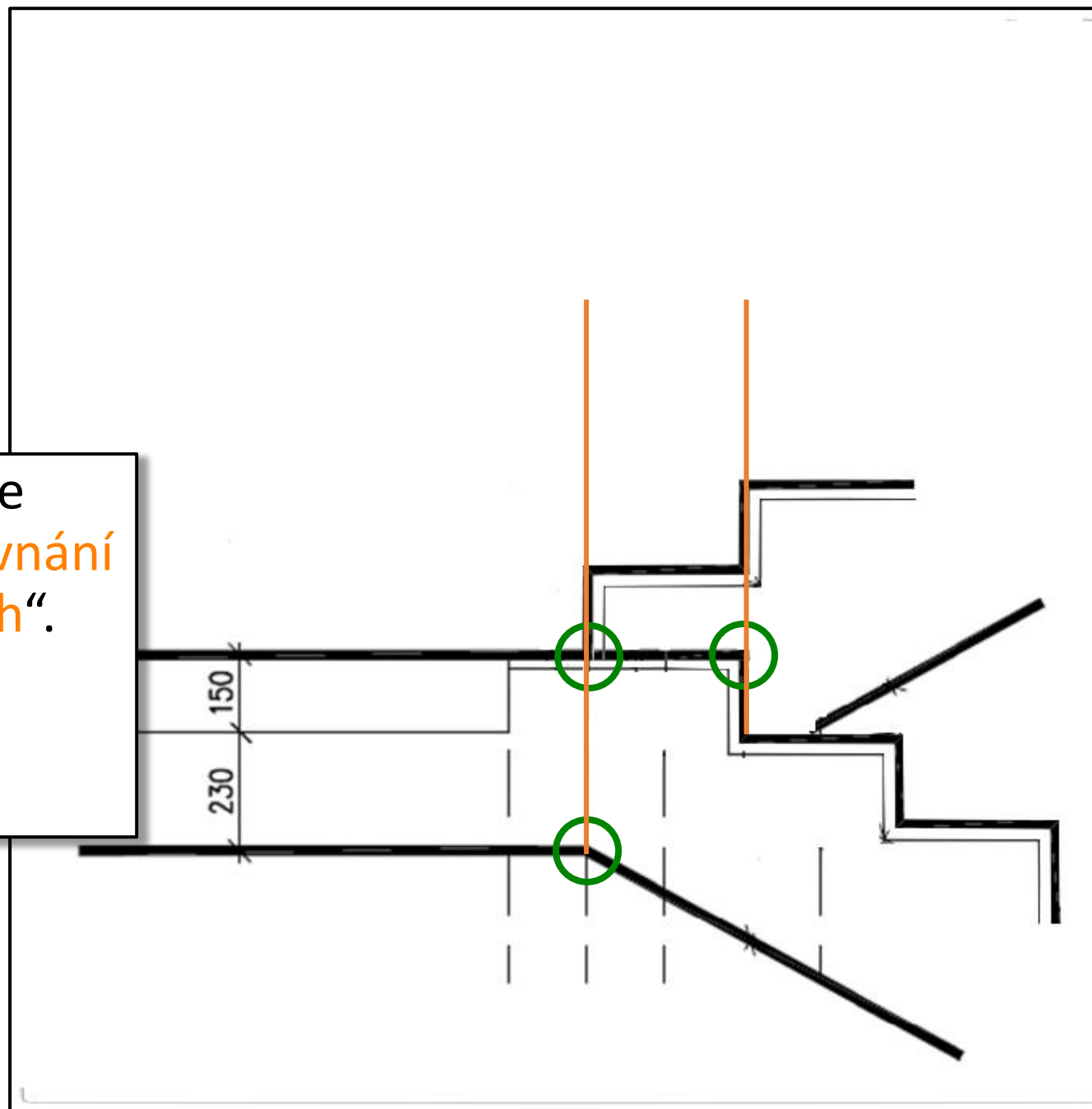


Posun druhého ramene
o půl schodu.

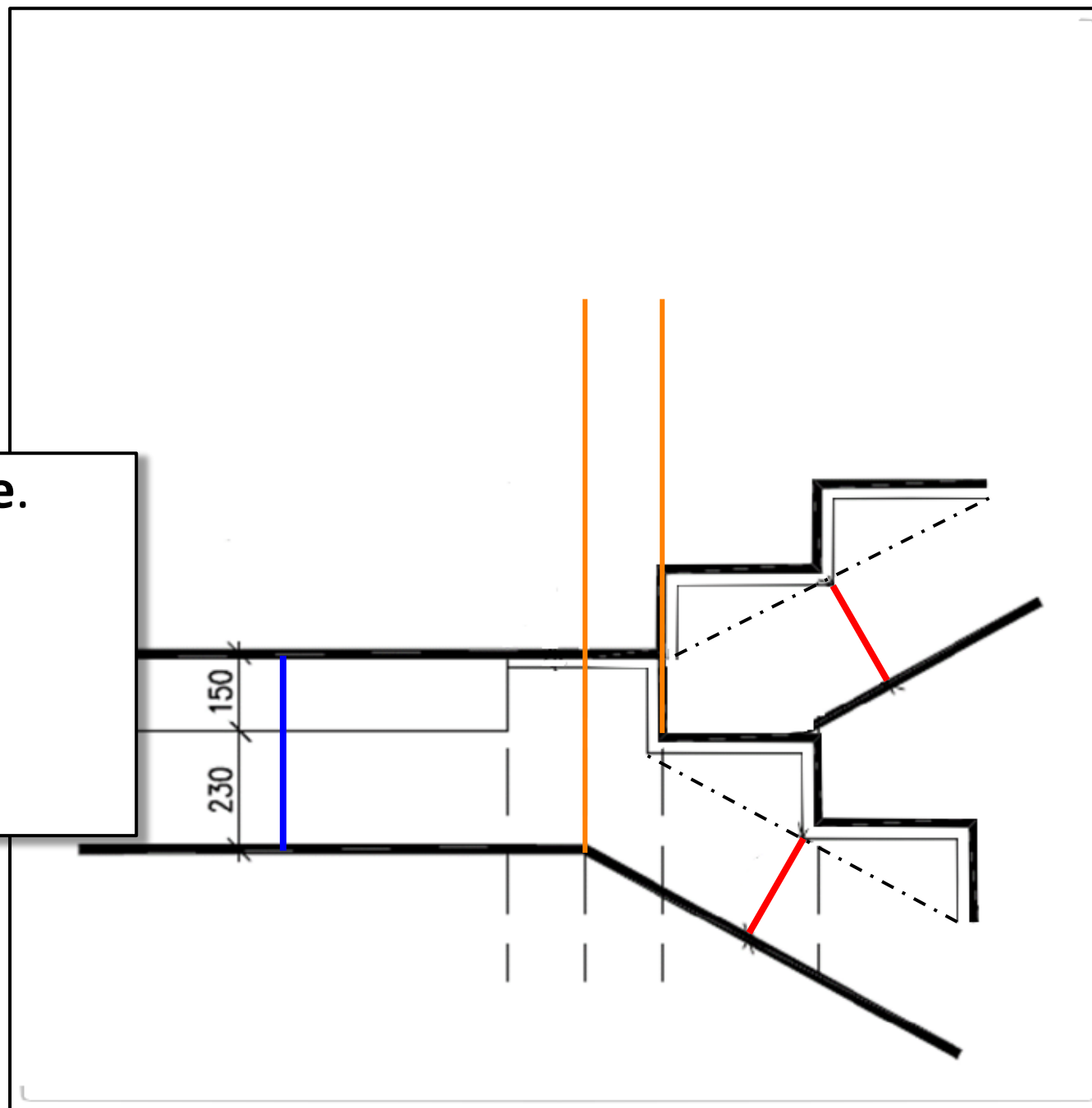
→ Zvětšení tloušťky
daného ramene



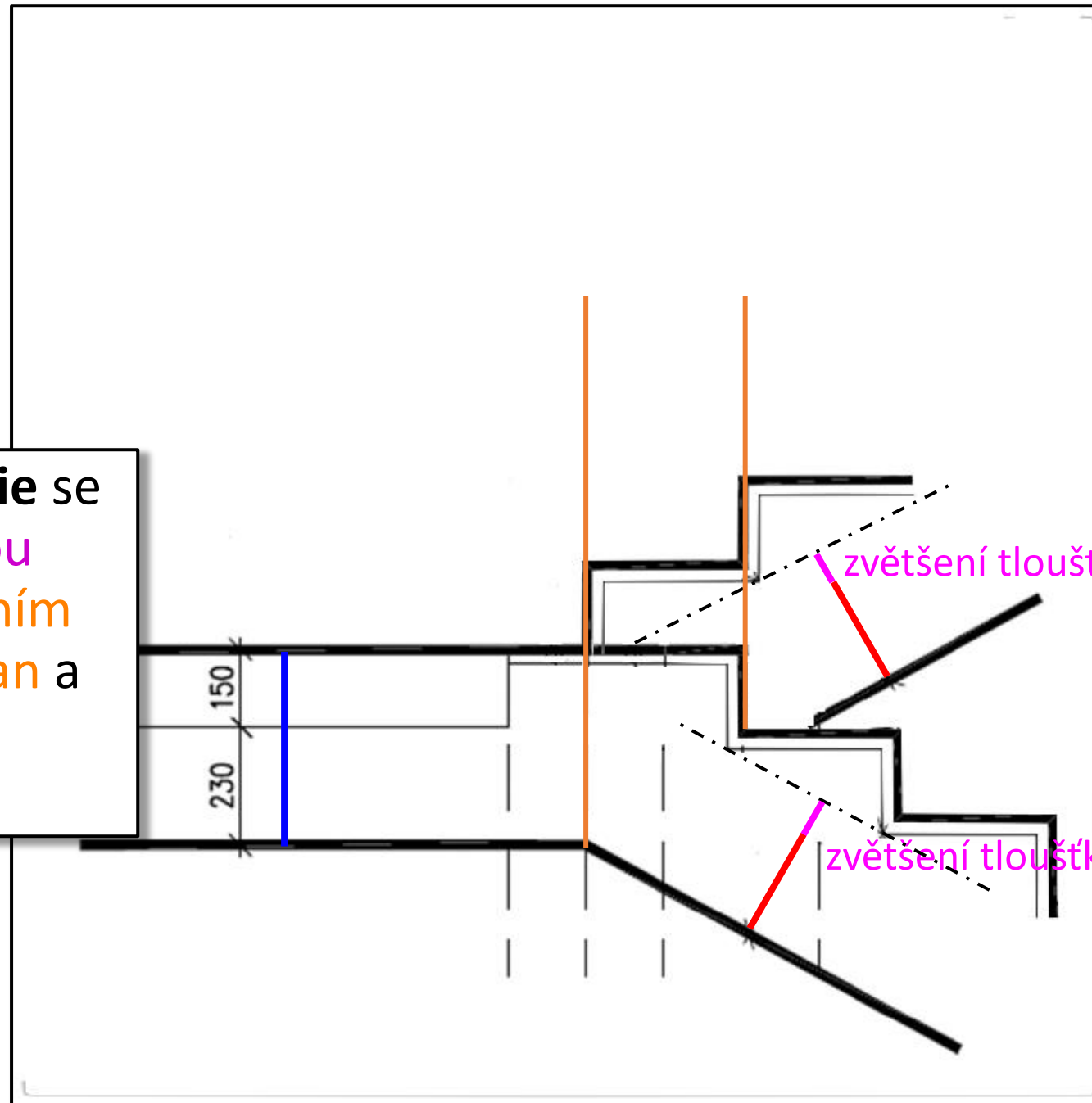
Výsledná geometrie
opět splňuje „zarovnání
v důležitých bodech“.



Původní geometrie.



Výsledná geometrie se zvětšenou tloušťkou ramene a zachováním překrytí bodů a hran a zachování tloušťky desky.



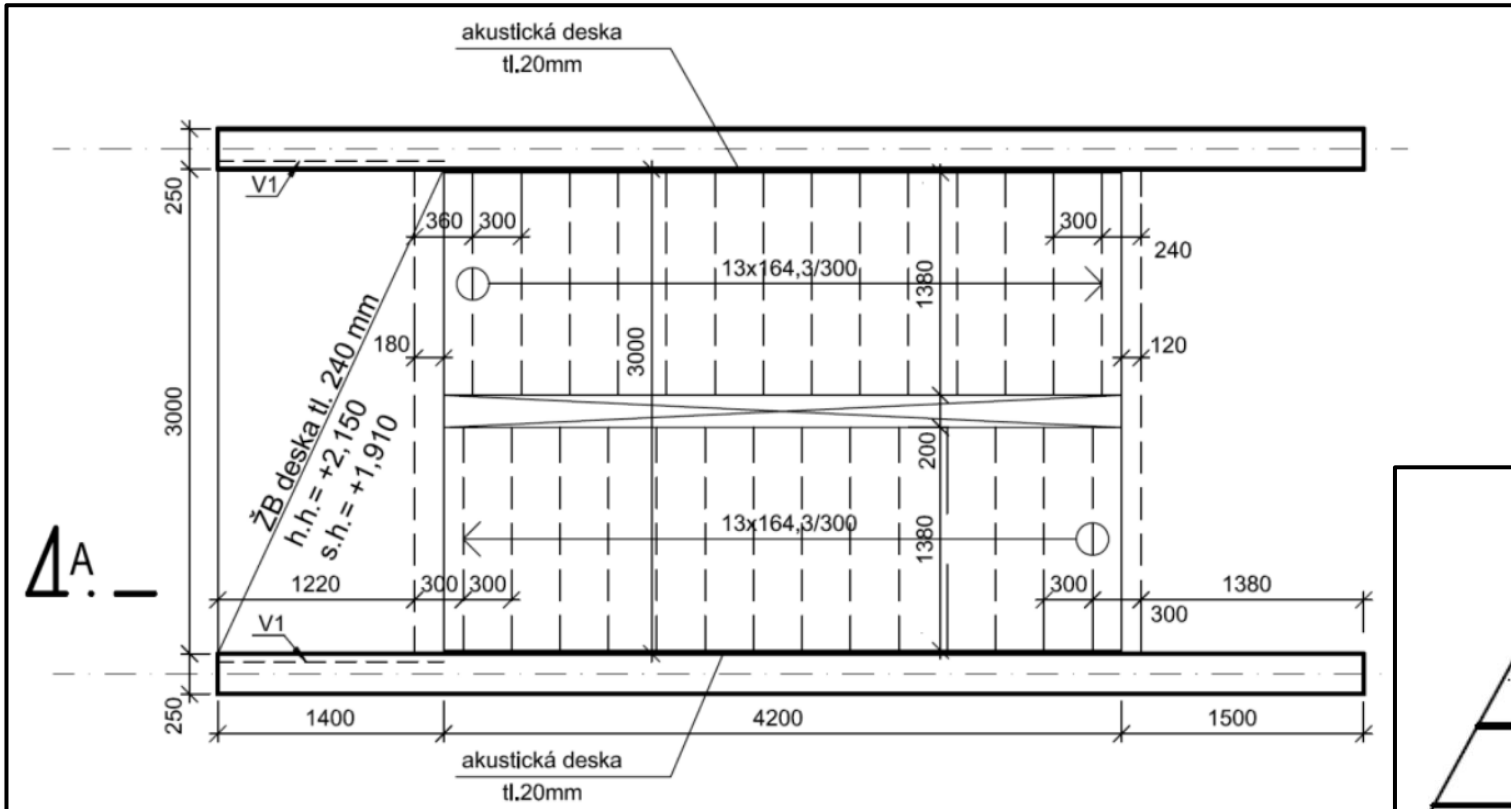
Geometrie

Při návrhu geometrie zpracujte

- schematický **půdorys** s kótami,
- všechny potřebné **řezy** schodištěm (včetně povrchů, nejen nosná konstrukce), např.:
 - řez podestou a rameny,
 - řez mezipodestou a rameny,
 - řez mezipodestou a stěnami,

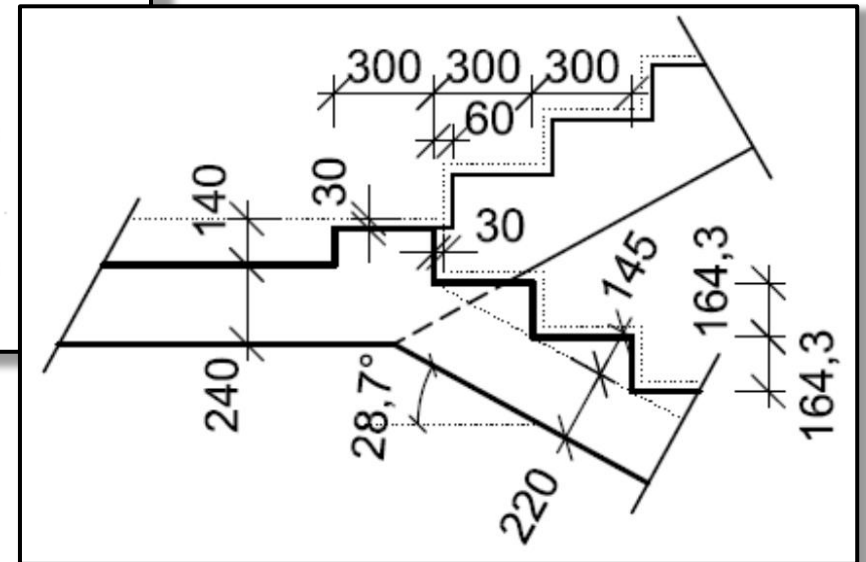
Schematicky zakreslete polohu **prvků pro akustické oddělení** schodiště, vylamovacích lišt a jiné.

Geometrie



povrchů, nejen nosná

vyřezávacích lišt a jiné.



Výpočet zatížení

Výpočet zatížení

Výpočet zatížení píšeme do tabulky.

Řešíme mezní stav únosnosti (MSÚ), takže charakteristické hodnoty zatížení musíme přenásobit součiniteli γ (1.35 a 1.5).

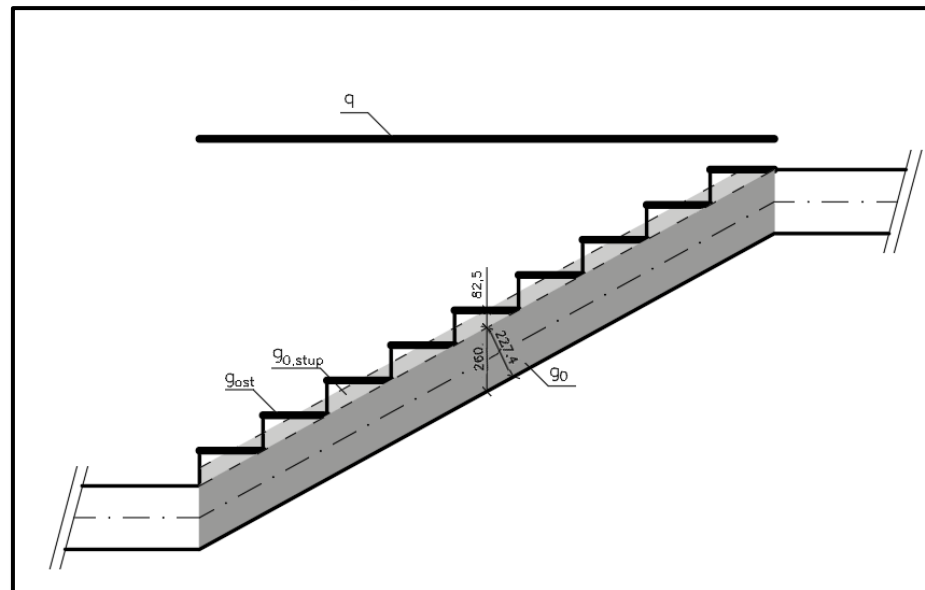
Výpočet zatížení

Schodišťové rameno

Výpočet zatížení ramene

Do výpočtu zatížení ramene uvážíme

- vlastní tíhu stupňů* ($g_{stup,k}$ = tíha betonu \times polovina výšky stupně),
- vlastní tíhu desky ($g_{0,k}$ = tíha betonu \times svislá tloušťka desky),
- ostatní stálé zatížení ($g_{ost,k}$ = tíha povrchové úpravy; vhodně zvolte),
- užitné zatížení ($q_k = \max(q_{strop}; 3 \text{ kN/m}^2)$), kde q_{strop} je z Úlohy 1).

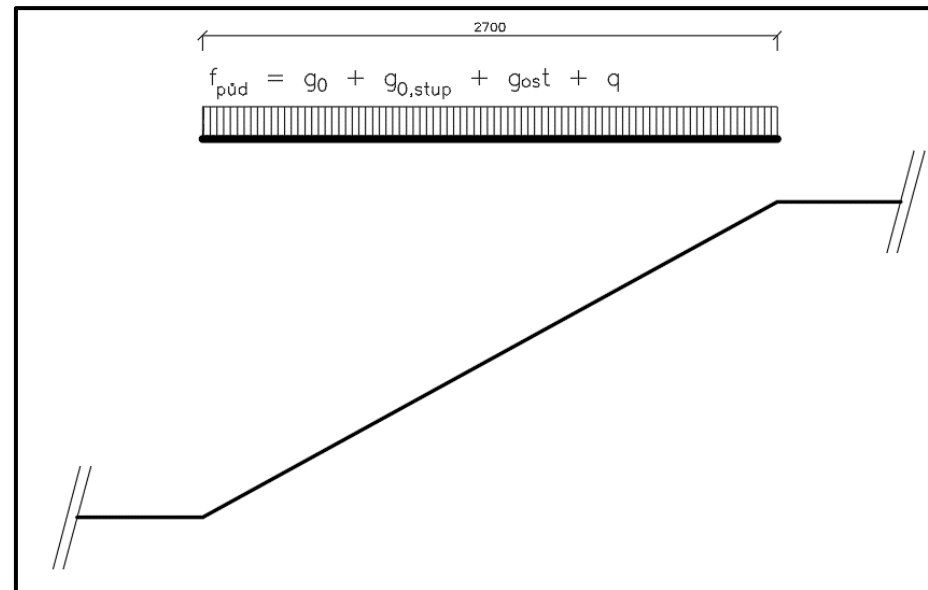


* Tíhu schodišťových stupňů rovnoměrně rozprostřeme – tj. budeme místo nich uvažovat desku o tloušťce $h_s/2$, kde h_s je výška stupně.

Výpočet zatížení ramene

Výpočtem získáme průmět zatížení do půdorysu*

$$f_{p\u016f d} = g_{0, stup} + g_0 + g_{ost} + q.$$

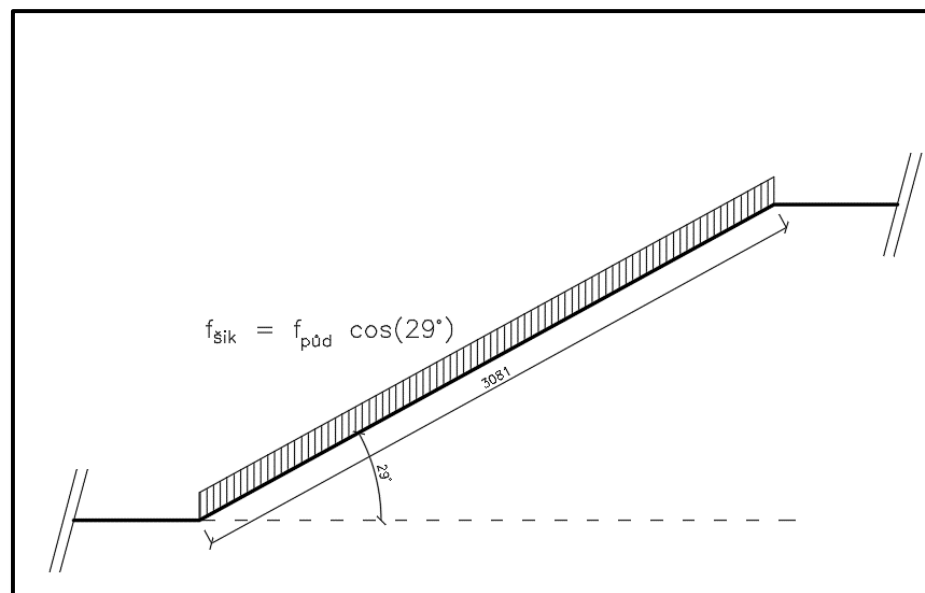


* Jedná se o průmět zatížení do půdorysu, protože jsme uvažovali svislé tloušťky stupňů a ramene.

Výpočet zatížení ramene

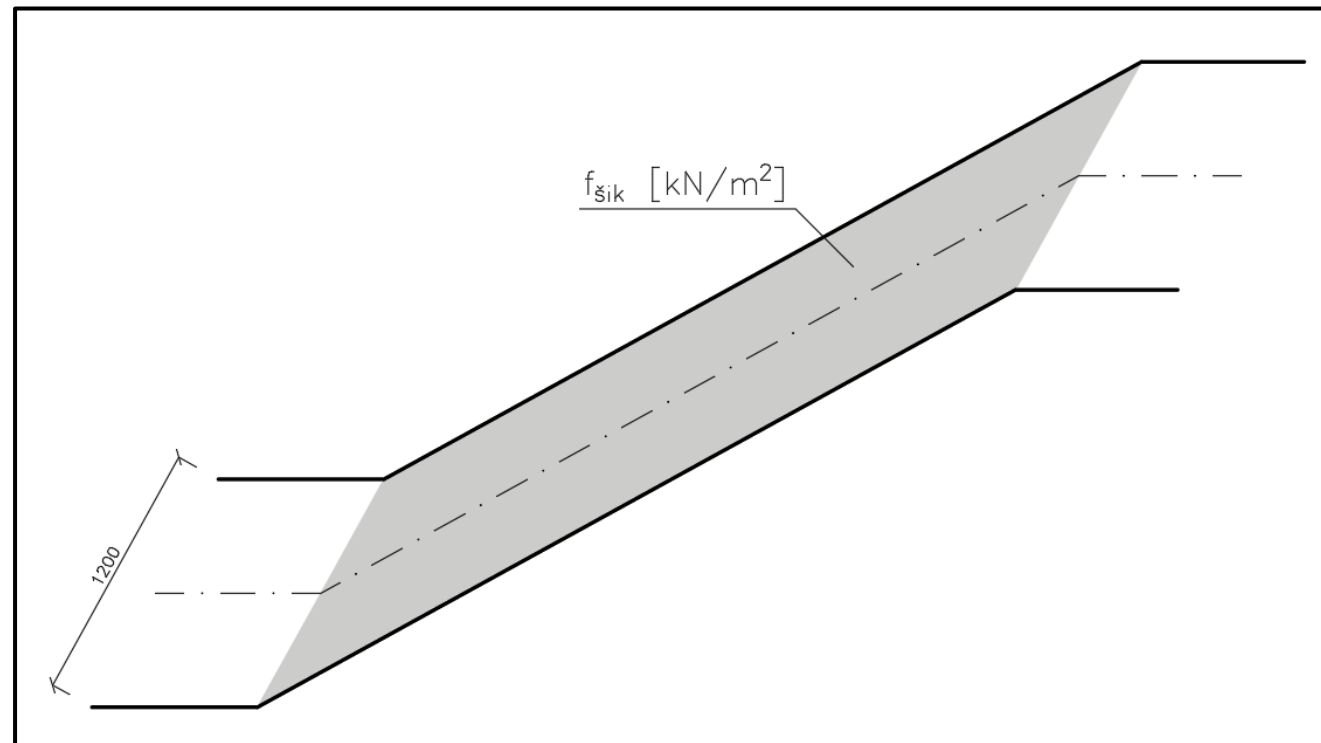
Půdorysné zatížení na průmětu ramene je možné **přepočítat na zatížení skutečnou skloněnou délkou ramene** jako

$$f_{sik} = f_{púd} \cos \alpha .$$



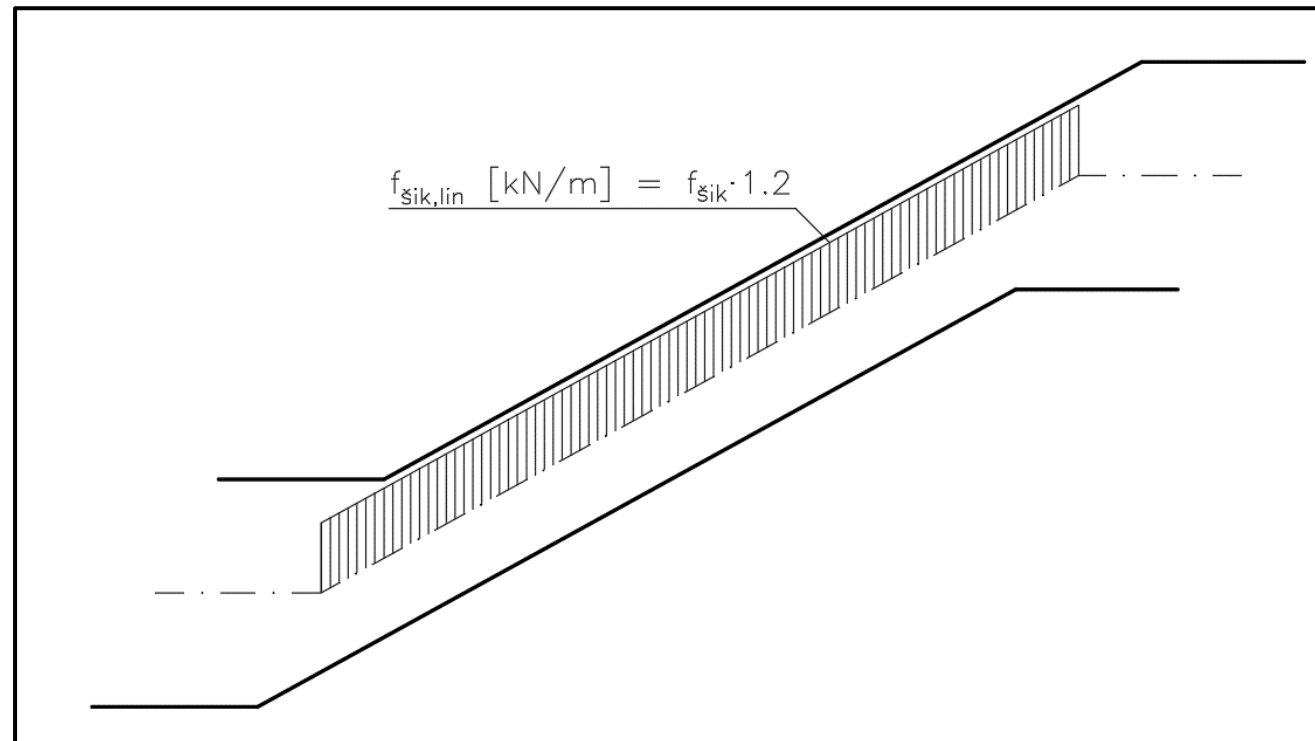
Výpočet zatížení ramene

Hodnoty plošného zatížení nakonec **vynásobíme šířkou ramene** a konstrukci pak řešíme jako široký průvlak – tj. na celou šířku – šířka oblasti tedy bude b_r (ne 1 m) a navrhujeme počet prutů (ne rozteč).



Výpočet zatížení ramene

Hodnoty plošného zatížení nakonec vynásobíme šířkou ramene a konstrukci pak řešíme jako široký průvlak – tj. na celou šířku – **šířka oblasti tedy bude b_r** (ne 1 m) a navrhujeme počet prutů (ne rozteč).



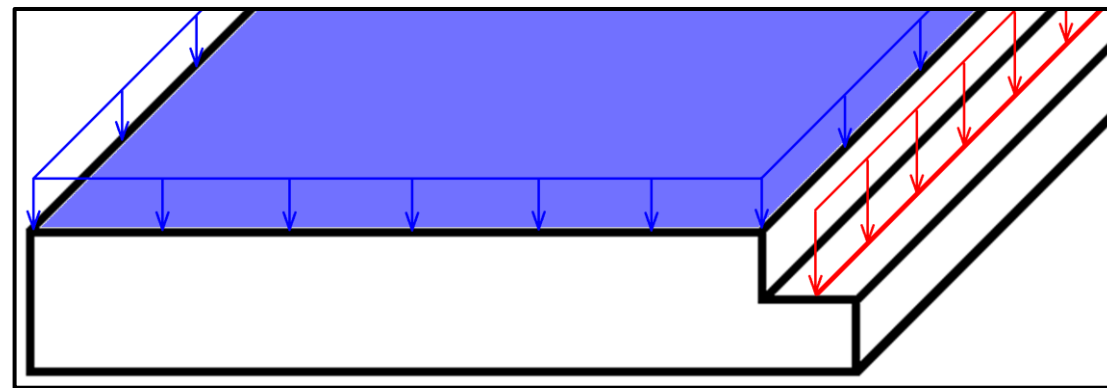
Výpočet zatížení

Podesta

Výpočet zatížení podesty

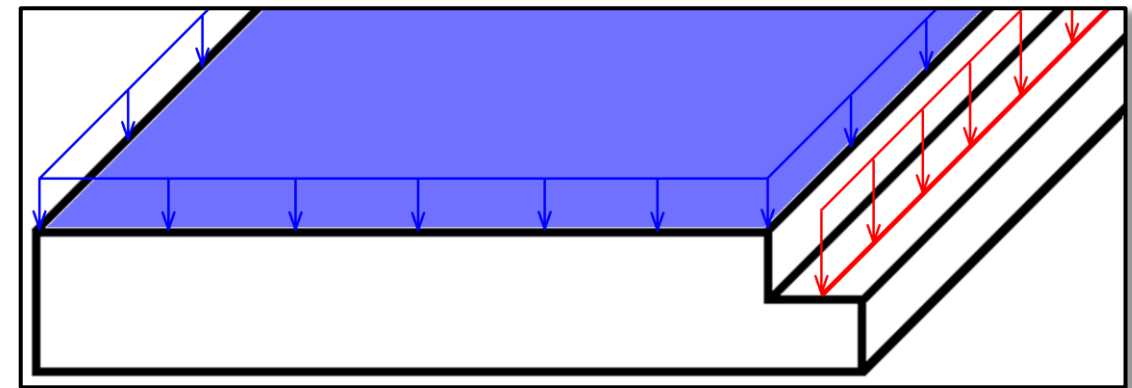
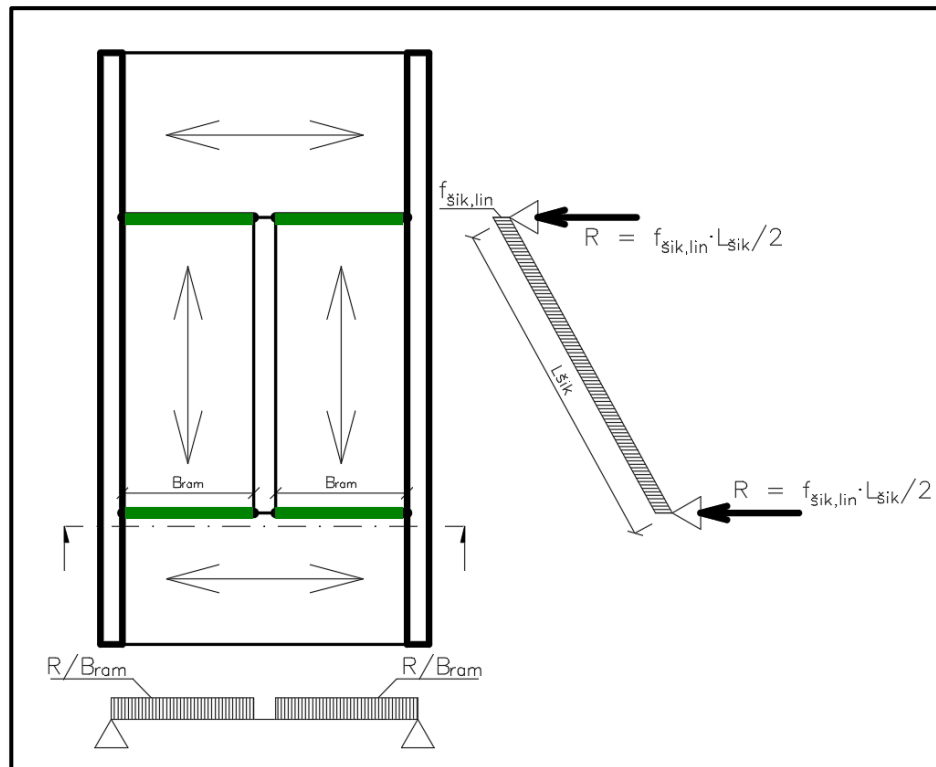
Do výpočtu zatížení podesty uvážíme

- vlastní tíhu desky ($g_{0,k}$ = tíha betonu \times tloušťka desky),
- ostatní stálé zatížení ($g_{ost,k}$ = tíha podlah a povrchových úprav – vhodně zvolte),
- užitné zatížení ($q_k = \max(q_{strop}; 3 \text{ kN/m}^2)$), kde q_{strop} je z Úlohy 1),
- případné zatížení od ramene (viz dále).



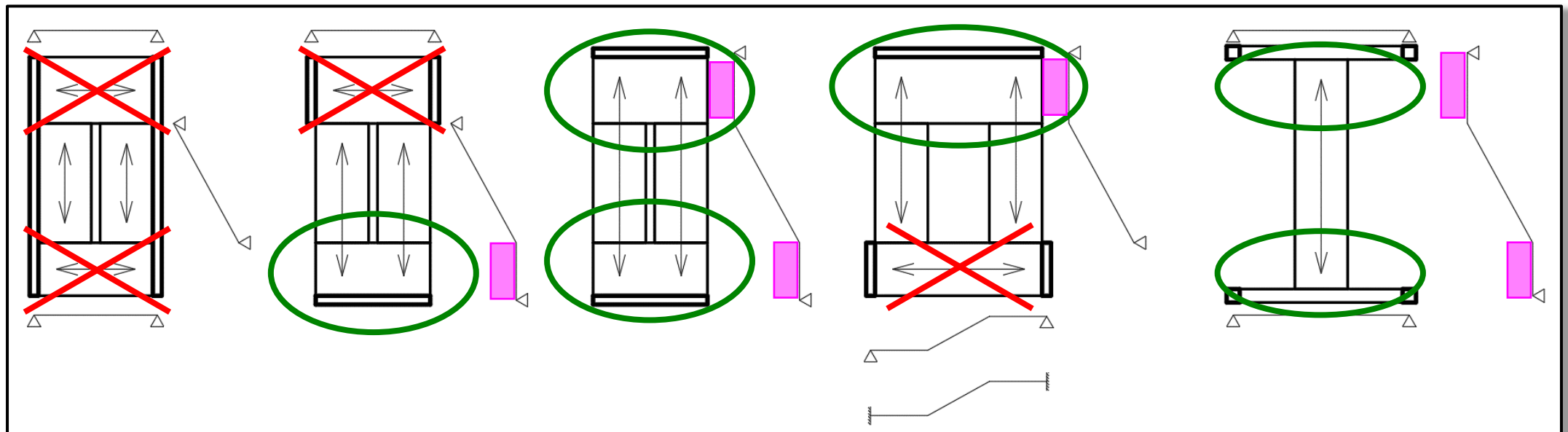
Výpočet zatížení podesty od ramene

Zatížení podesty od ramene stanovíme tak, že nejprve určíme reakci od ramene $R = fL/2$, a tuto reakci pak rozprostřeme po **šířce uložení ramene B** – tím získáme **liniové zatížení podesty od ramene**.



Zatížení podesty, která je součástí ramene

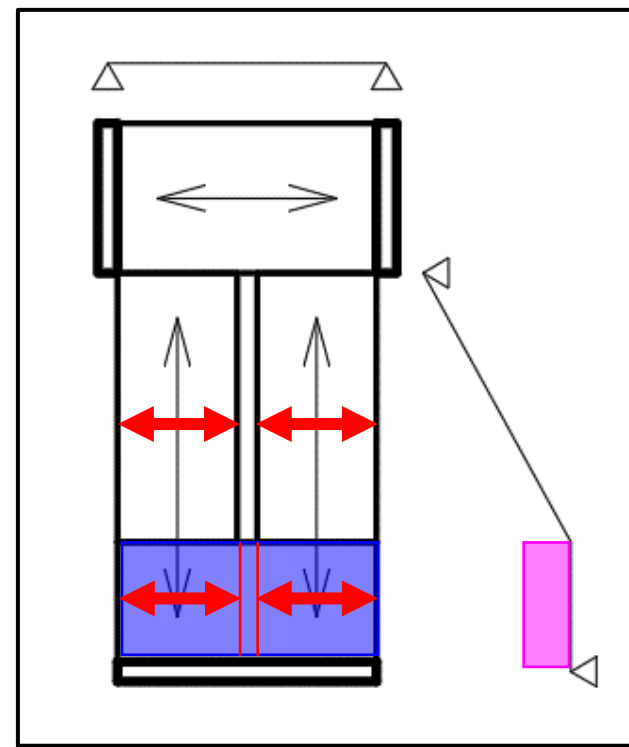
Pokud je **rameno spojené s podestou** (tj. podesta je součástí pnutí ramene – 1x nebo 2x lomená deska) musíme určit, **jaké zatížení působí na tuto podestovou část ramene**.



Zatížení podesty, která je součástí ramene

Zatížení na podestovou část ramene získáme (obdobně jako na „schodové“ části) jako **plošné zatížení podesty** vynásobené **šířkou ramene***

$$f_{pod,lin} = f_{pod,pl} b_r.$$



Výpočet vnitřních sil

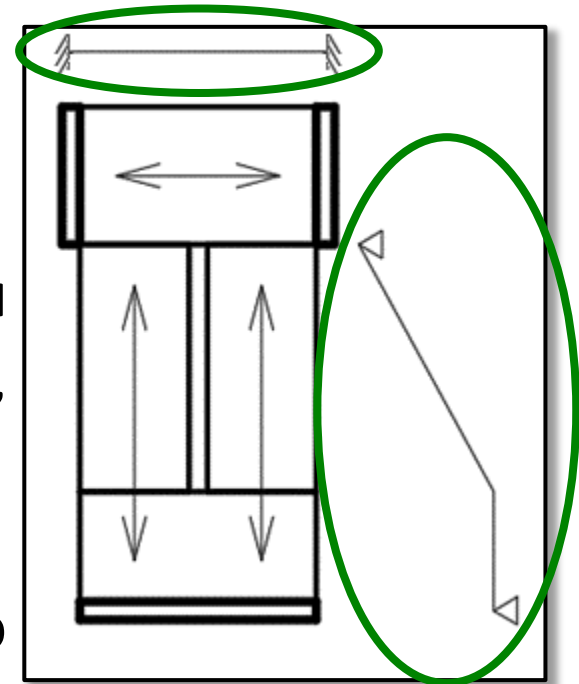
Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly spočítáme **na jednotlivých prvcích dle jejich statických schémat.**

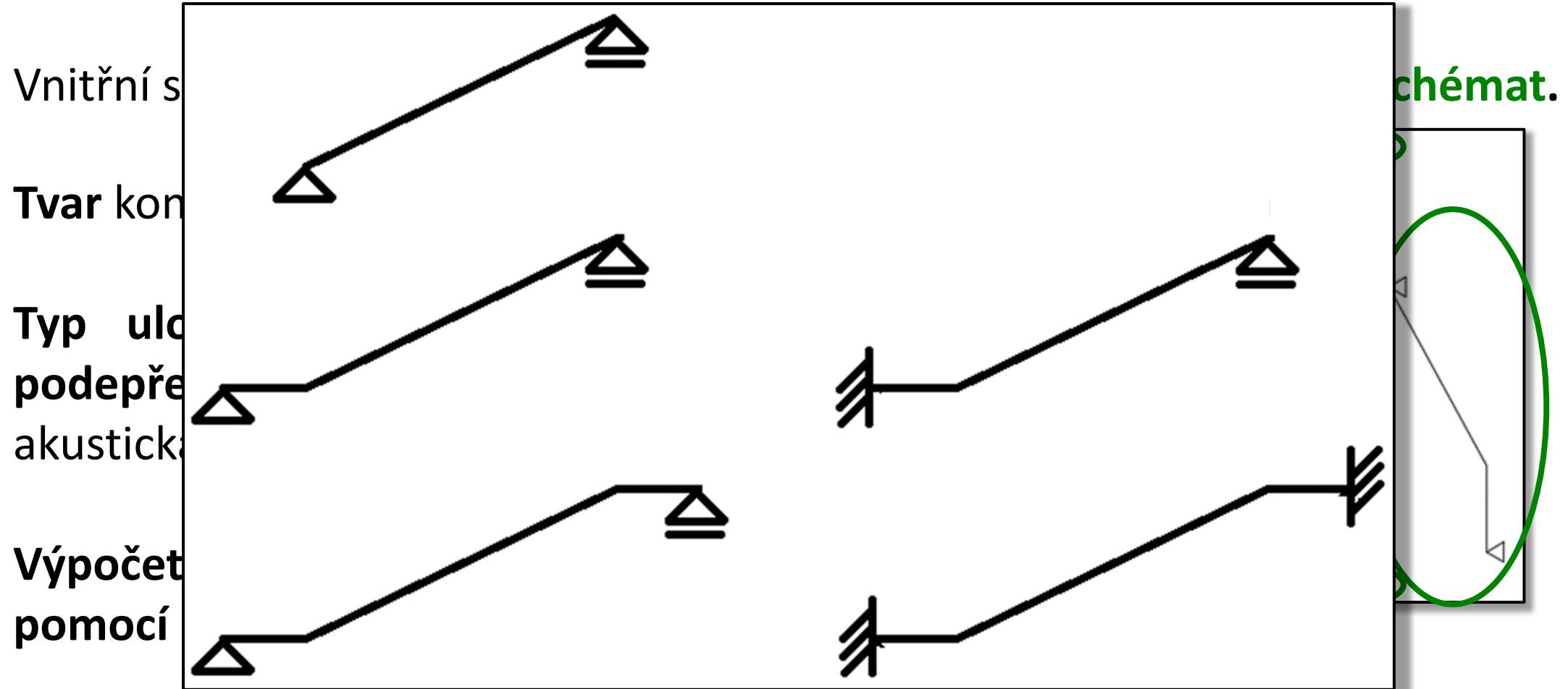
Tvar konstrukce **závisí** na naší **navržené geometrii.**

Typ uložení (kloub, vetknutí) **závisí** na **způsobu podepření** (provázání s deskou, akustický box, akustická lišta, vylamovací lišta) – viz dále.

Výpočet vnitřních sil můžeme udělat **ručně** nebo **pomocí programu** (SCIA, DLUBAL, FINE...).



Výpočet vnitřních sil



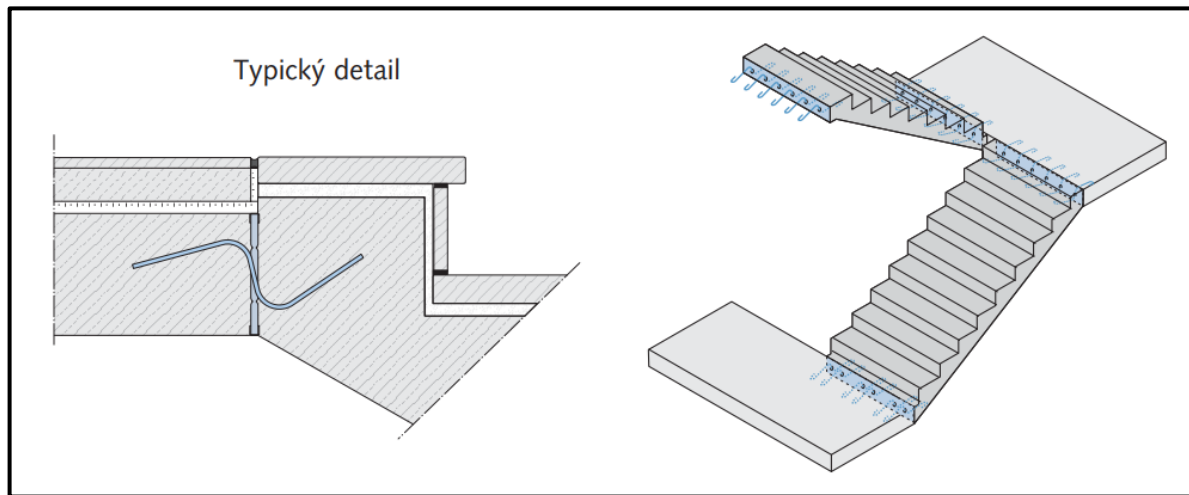
Možná statická schémata.

Výpočet vnitřních sil

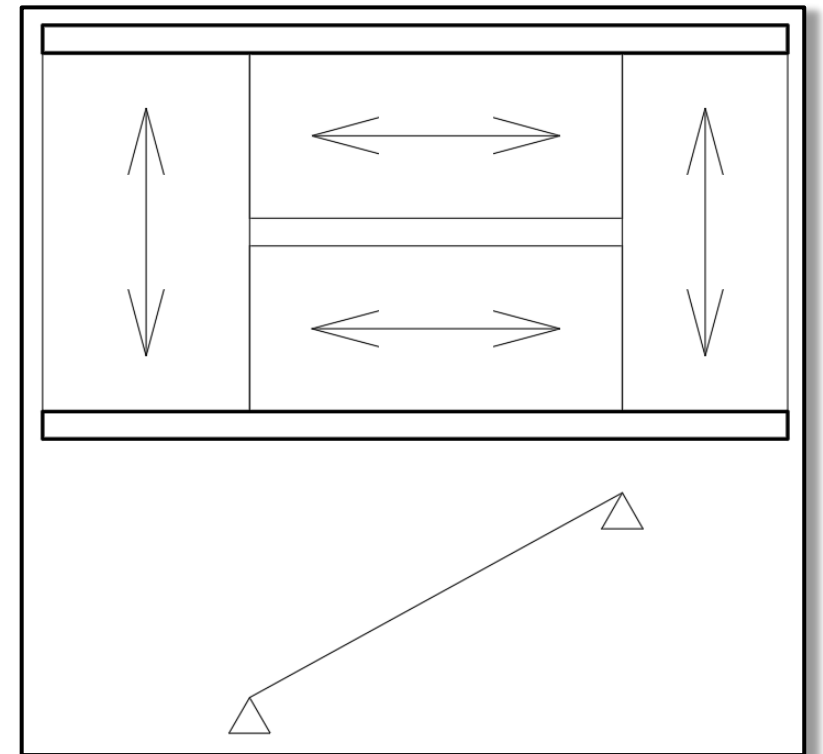
Schodišťové rameno

Rameno oddělené od podesty

Pokud je **rameno oddělné** od příčně uložené podesty/mezipodesty* **pomocí akustických prvků HTT**, statické schéma je **kloubově podepřený nosník**.

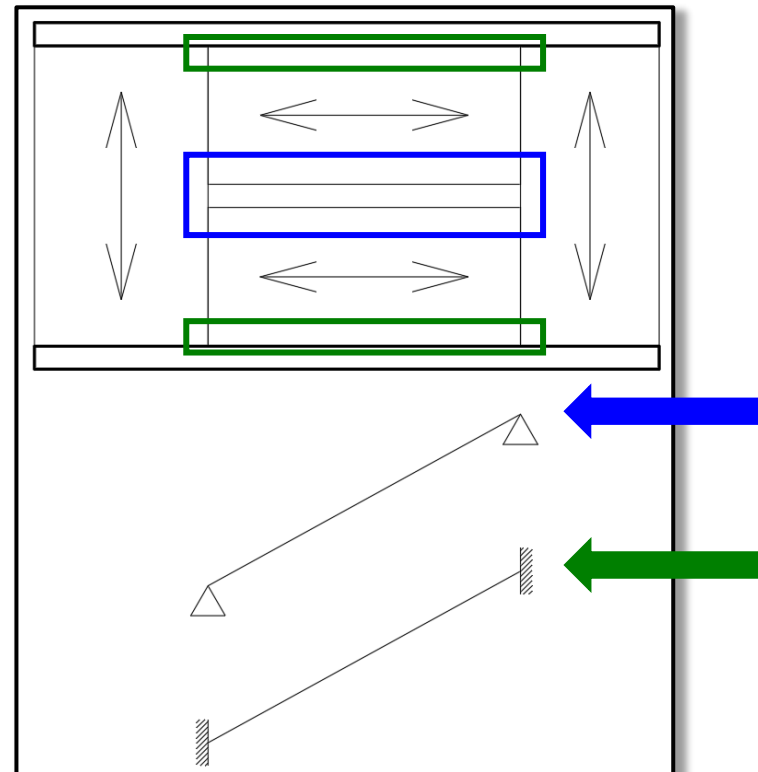
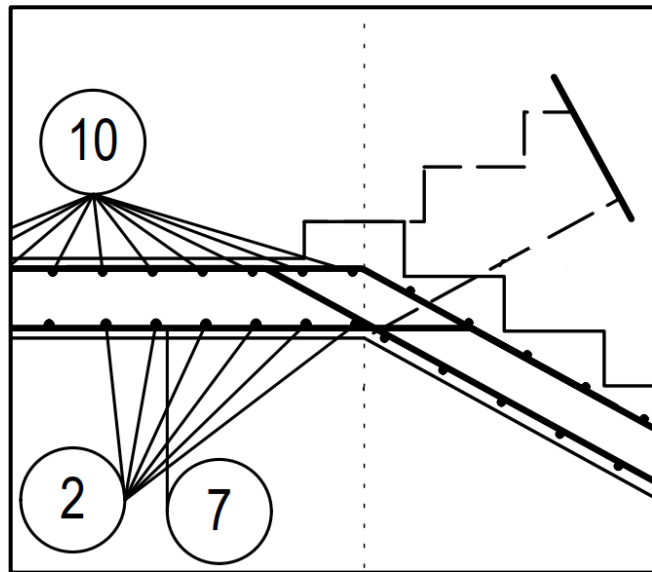


* Pozn.: Prvek HTT není nutné používat na straně podesty i mezipodesty. Uložení ramene je možné řešit i tak, že od podesty bude odděleno pomocí HTT prvku (kloub) a s mezipodestou bude rameno monoliticky spojeno (kloub/vetknutí) – viz další slide.



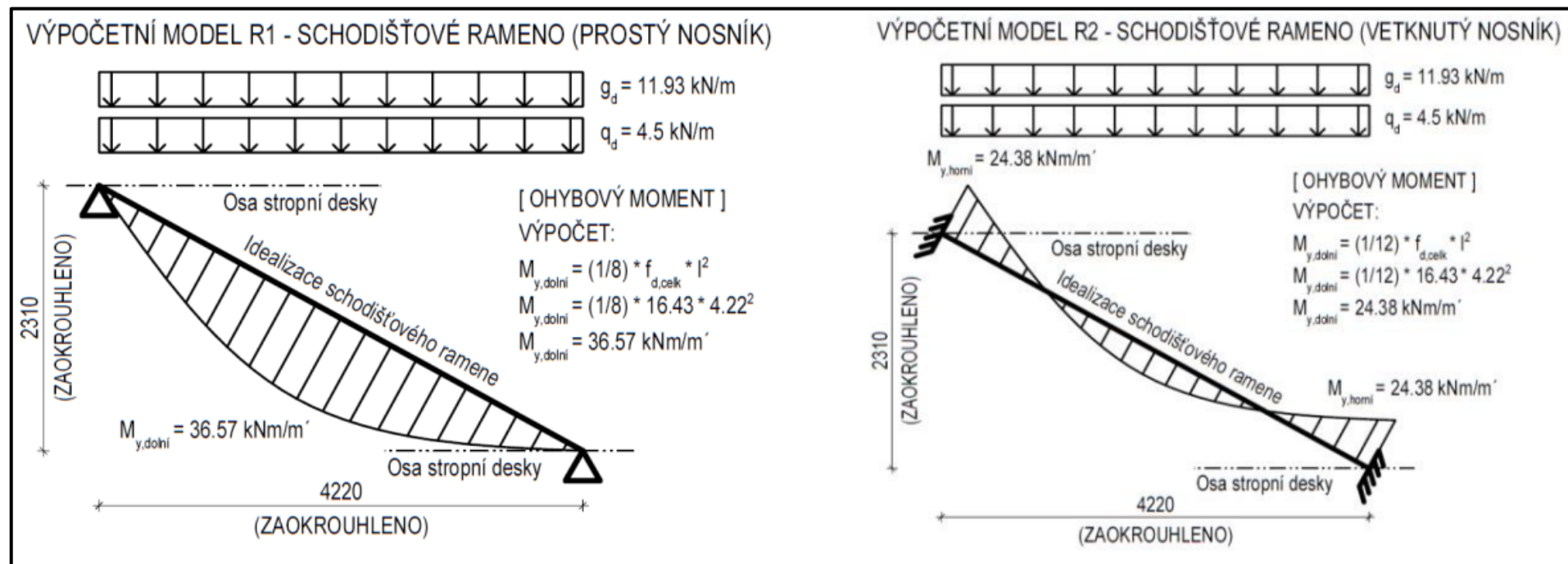
Rameno monoliticky spojené s příčnou podestou

Pokud je **rameno monoliticky spojené** s příčně uloženou podestou/mezipodestou, nelze jednoznačně říct, zda je rameno do podesty **vetknuto** nebo uloženo **kloubově**.



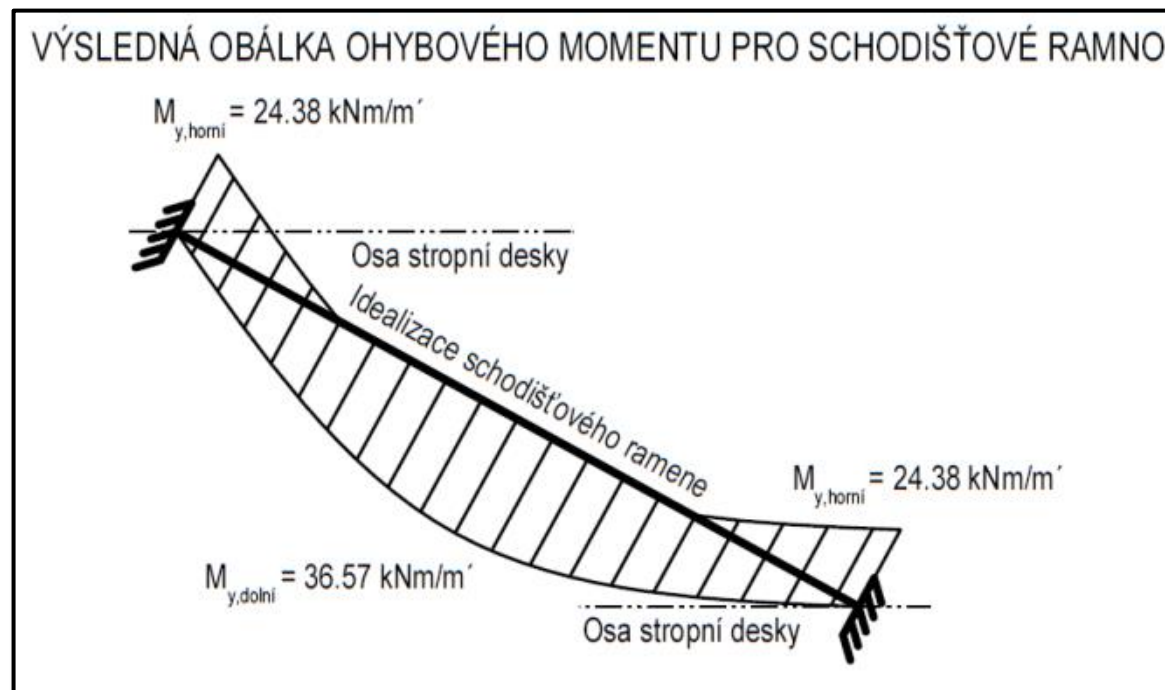
Rameno monoliticky spojené s příčnou podestou

Při výpočtu vnitřních sil je tedy vhodné uvažovat **oba způsoby podepření** a výztuž navrhnout na obálku vnitřních sil.



Rameno monoliticky spojené s příčnou podestou

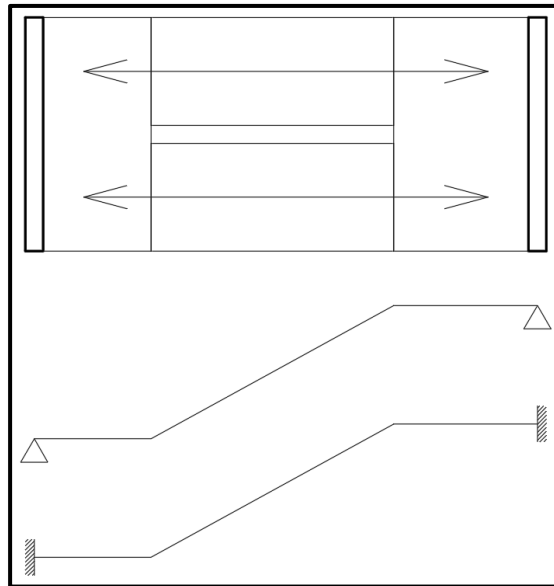
Při výpočtu vnitřních sil je tedy vhodné uvažovat **oba způsoby podepření** a výztuž navrhnout na obálku vnitřních sil.



Průběžné rameno a podesty

Pokud je rameno monoliticky spojené s **podestami, které jsou uloženy ve směru pnutí ramene**, jedná se o **dvakrát lomený nosník**.

Typ podepření **závisí na způsobu uložení** (šroubované spoje, vylamovací lišty, akustické boxy, atd.).

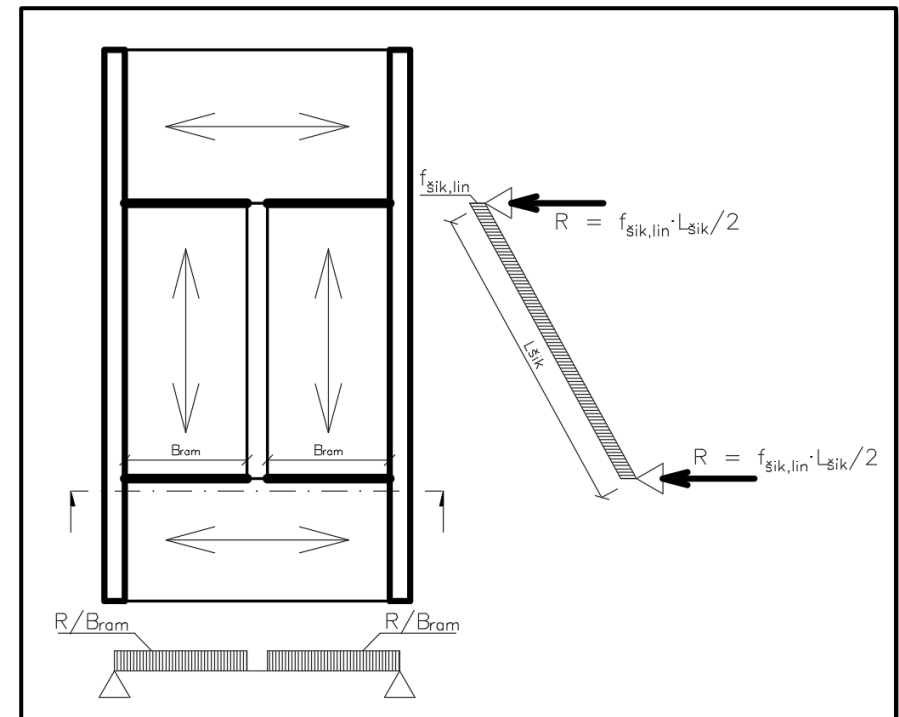
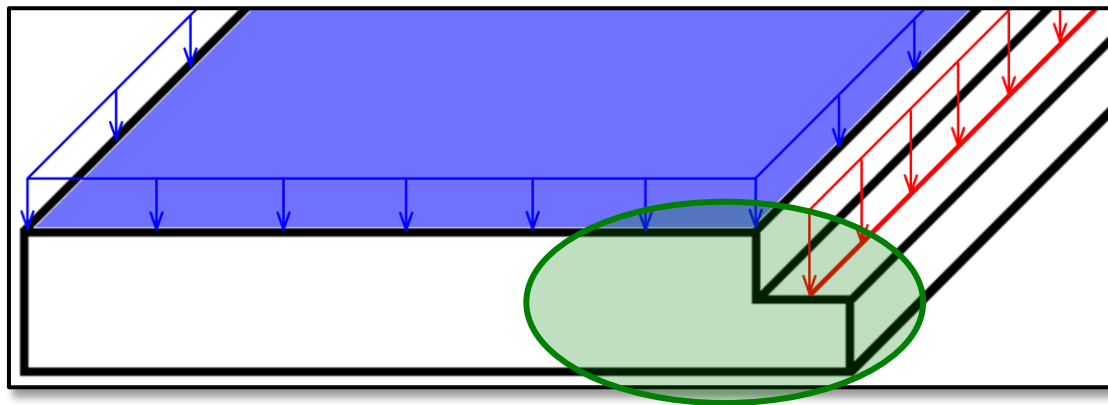


Výpočet vnitřních sil

Podesta

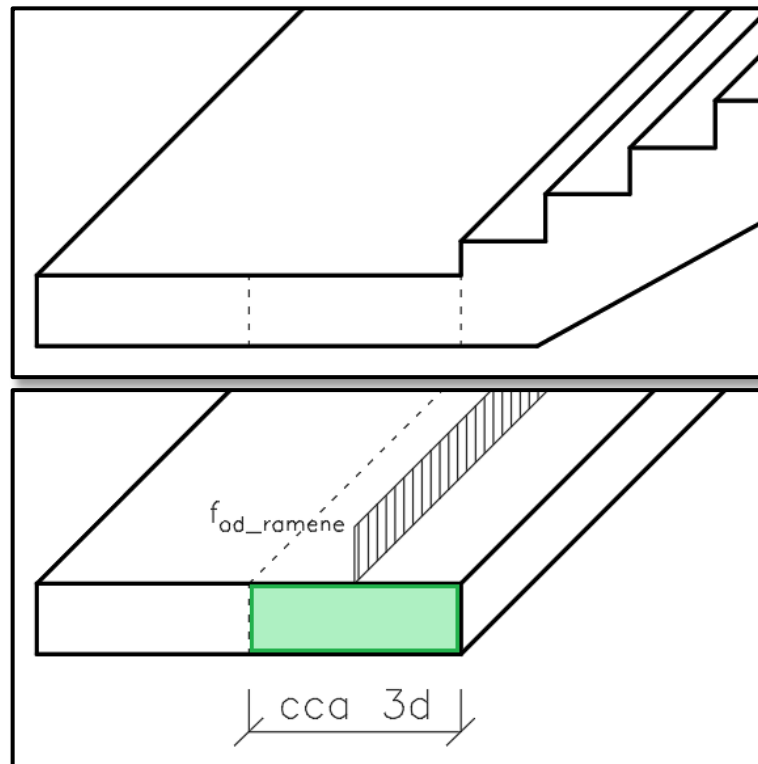
Podesta zatížená ramenem

U podesty zatížené ramenem musíme zohlednit, **jaká část podesty přenáší zatížení z ramene.**



Podesta zatížená ramenem

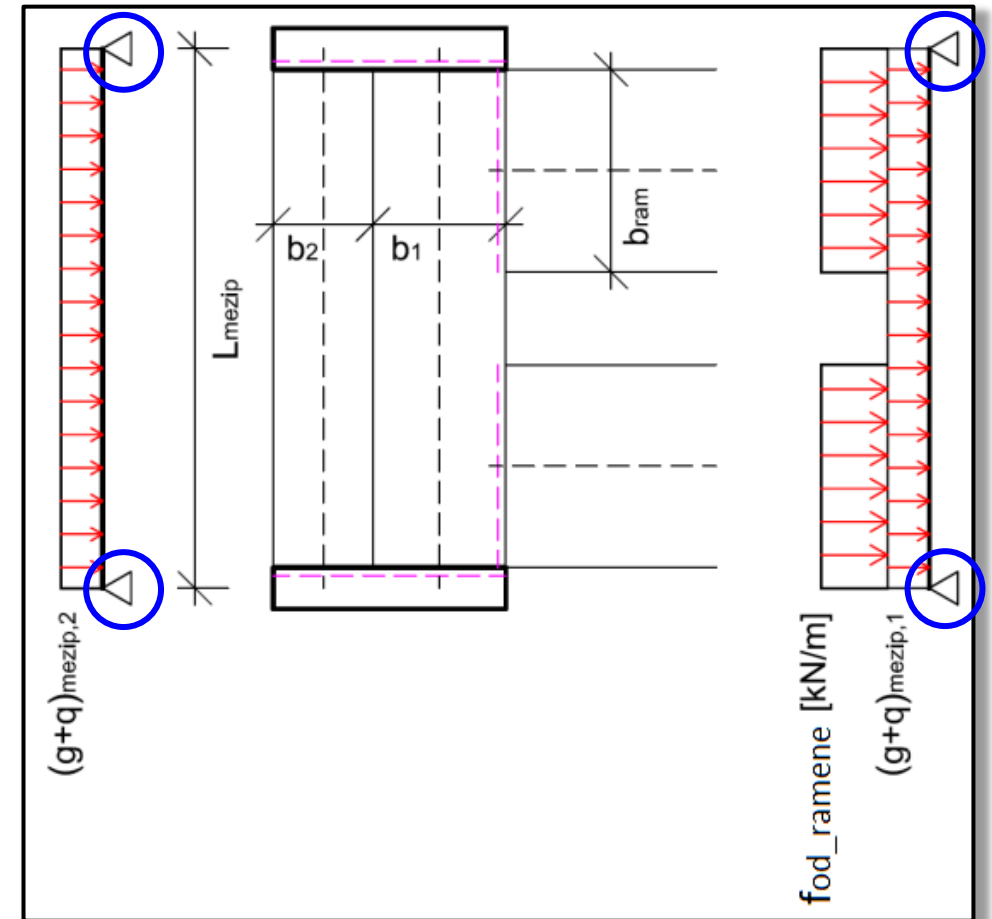
Uvažujeme, že **vnitřní krajní část podesty** (o šířce cca $3d$) **přenáší zatížení od ramene** a plošné zatížení podesty. Zbývající část podesty je zatížena pouze plošným zatížením podesty.



Podesta zatížená ramenem

Vnitřní síly ve **vnitřním a vnějším pruhu** podesty pak vypočítáme **zvlášť pro tyto dva pruhy**, a to na jednopolovém nosníku.

Typ podepření závisí na způsobu uložení (šroubované spoje, vylamovací lišty, akustické boxy, atd.).



Návrh plochy výztuže a posouzení

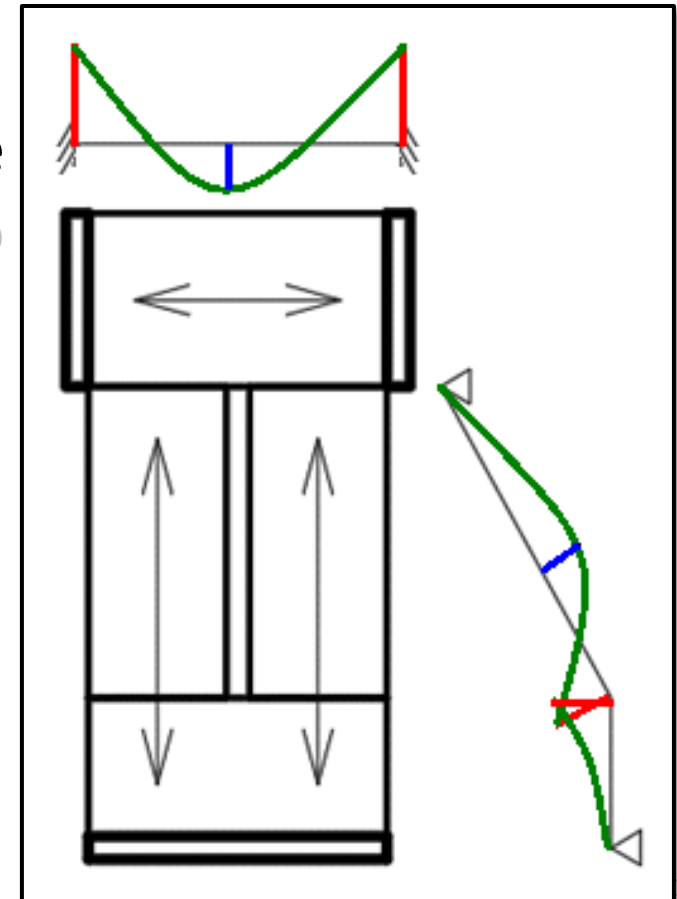
Návrh plochy výztuže a posouzení

Výztuž navrhne **ve všech prvcích** na všechna **maxima momentů** (v polích i nad podporami).

Návrh výztuže a posouzení průřezů provedeme **úplně stejně jako v předchozích úkolech** (a jako pro průvlak):

- 1) navrhne výztuž (např. z odhadu $z = 0.9d$),
- 2) posoudíme konstrukční zásady,
- 3) vypočteme x a M_{Rd} a posoudíme průřezy.

+ Navrhne konstrukční výztuž.



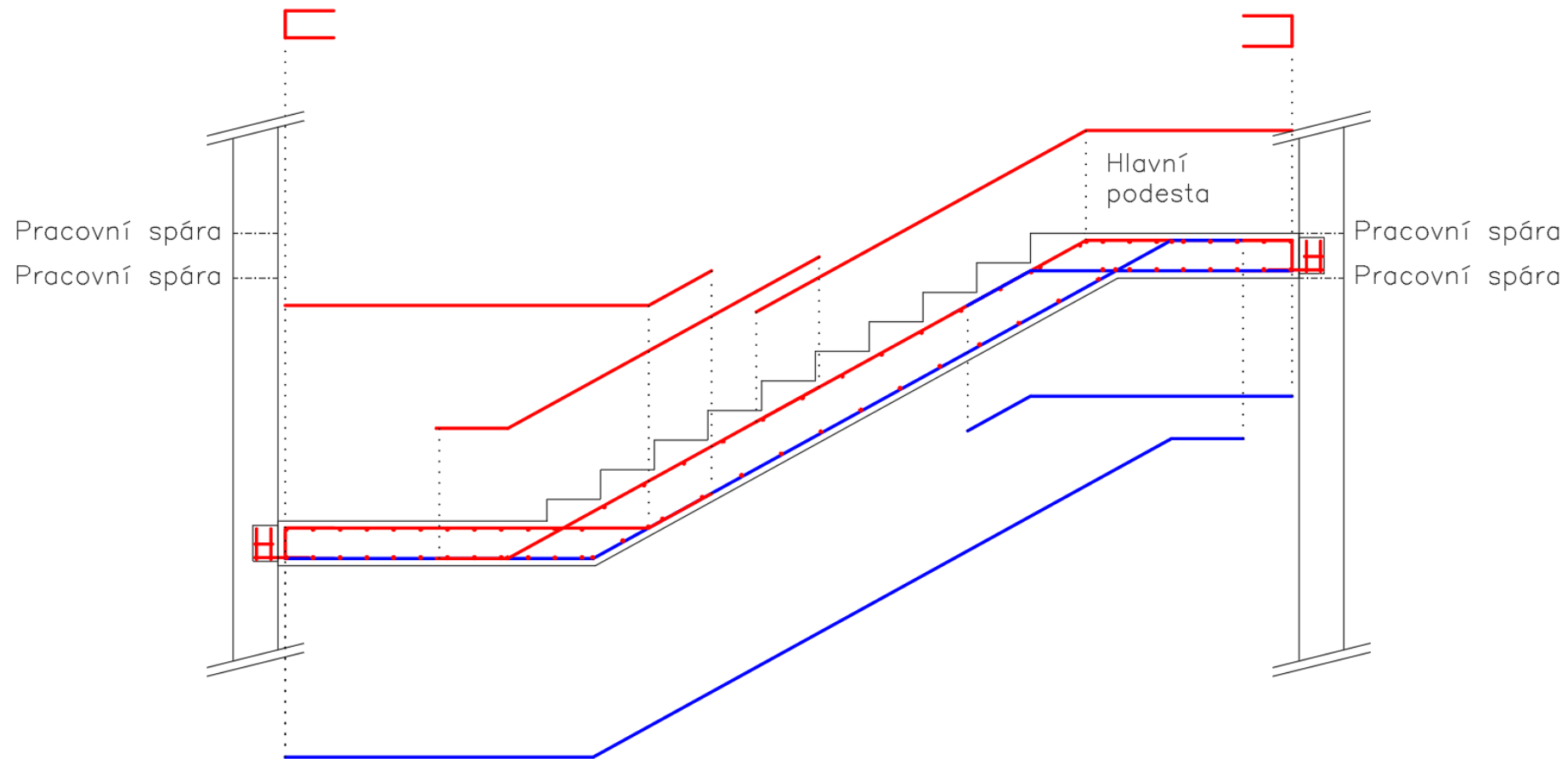
Skica výztuže

Skica výztuže

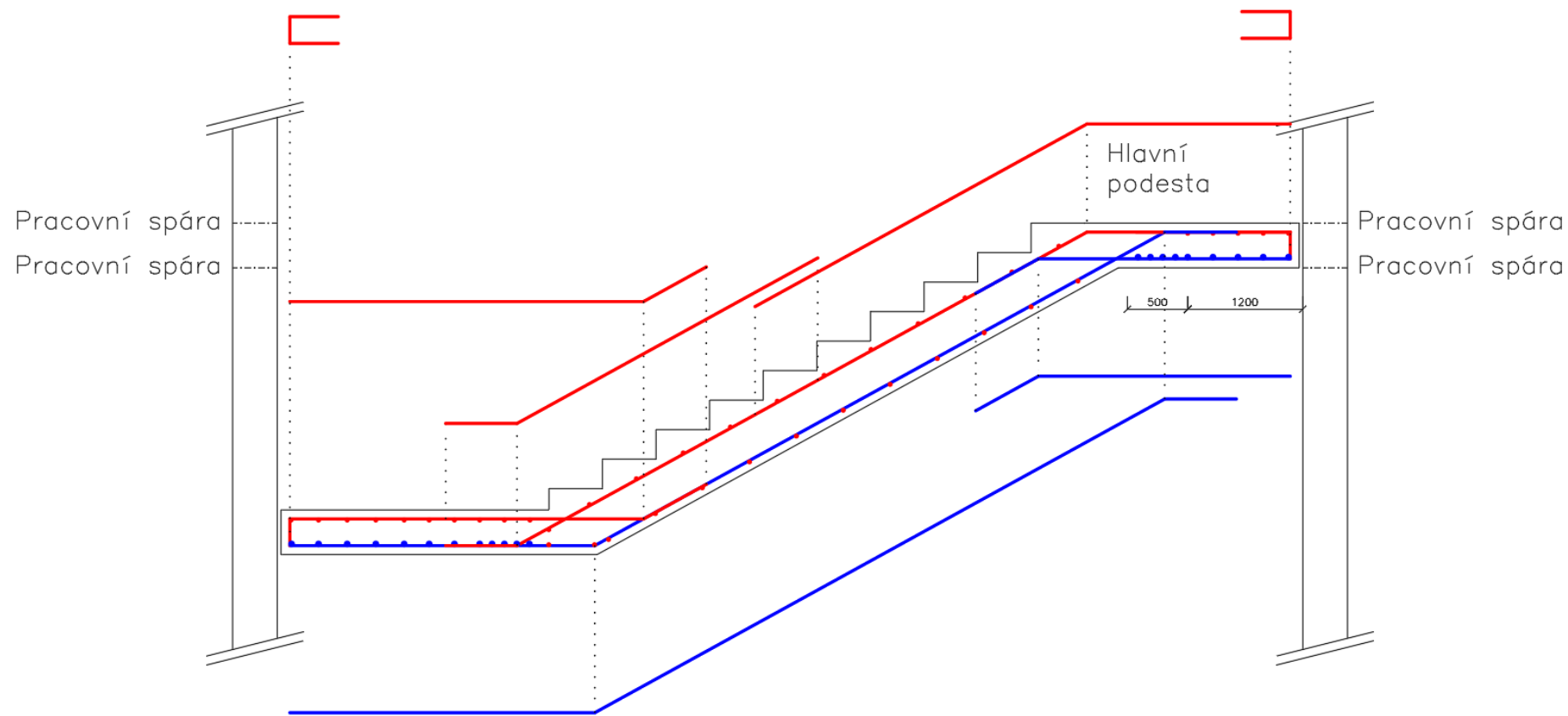
Skica výztuže **výrazně závisí na typu schodiště a způsobu podepření.**

Na **dalších slidech** jsou uvedena **pouze vybraná (neúplná) konkrétní řešení.**

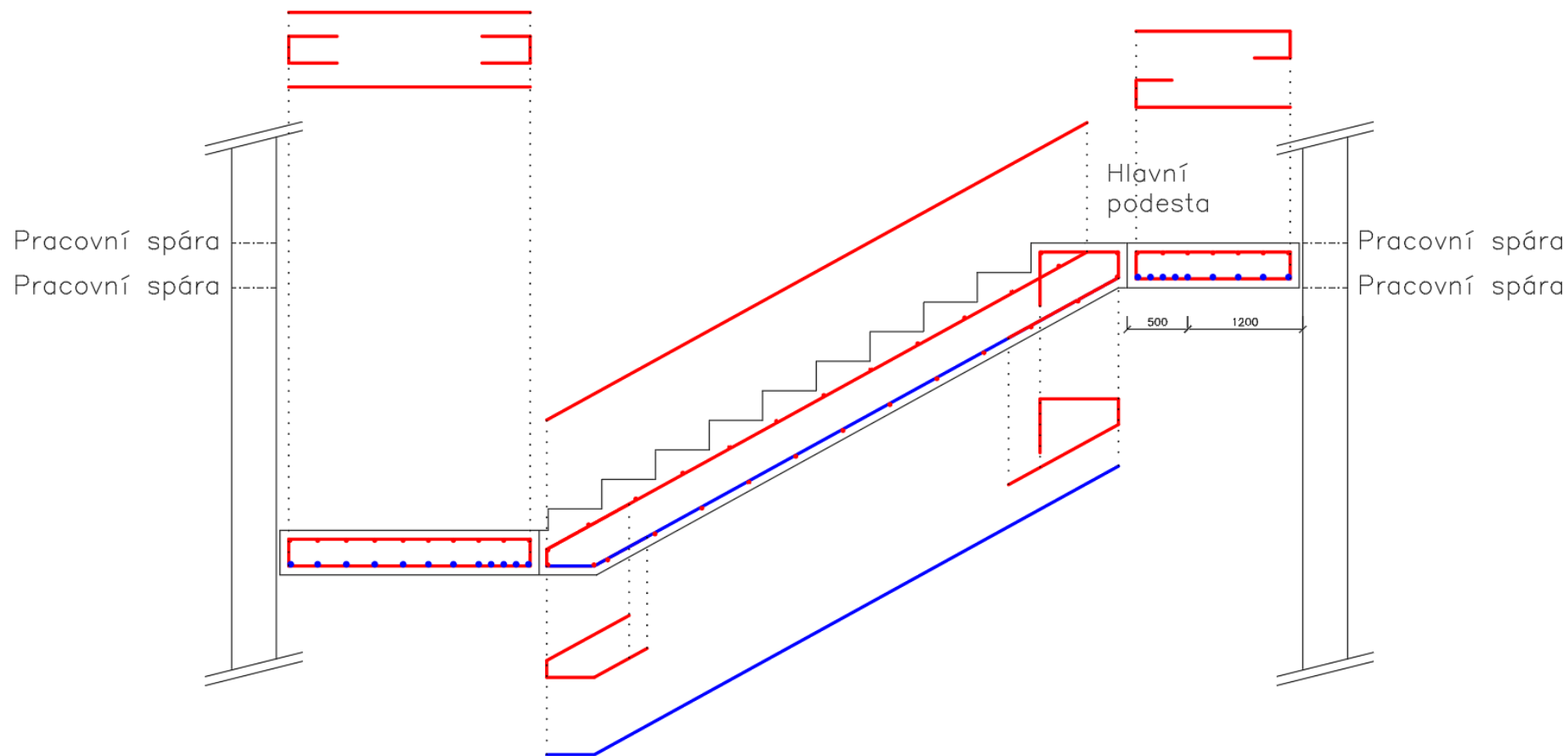
Skica výztuže – 2x lomený nosník



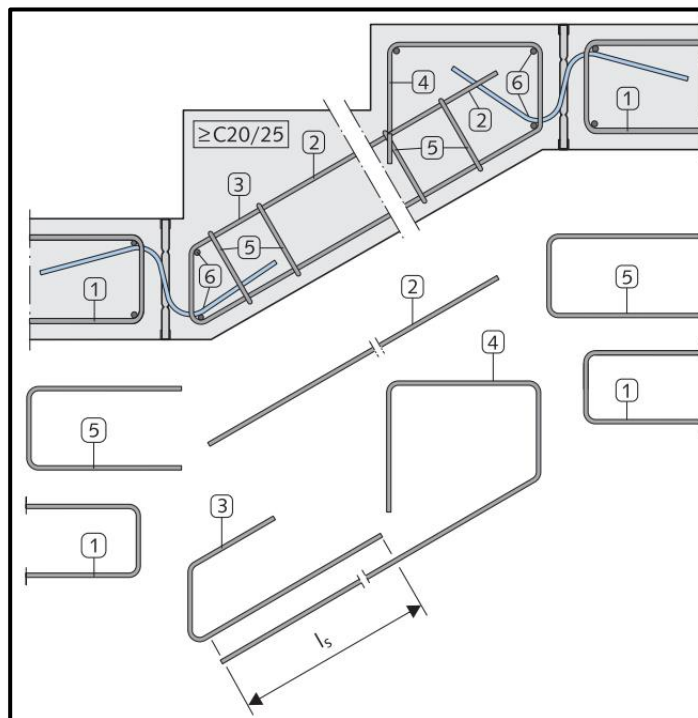
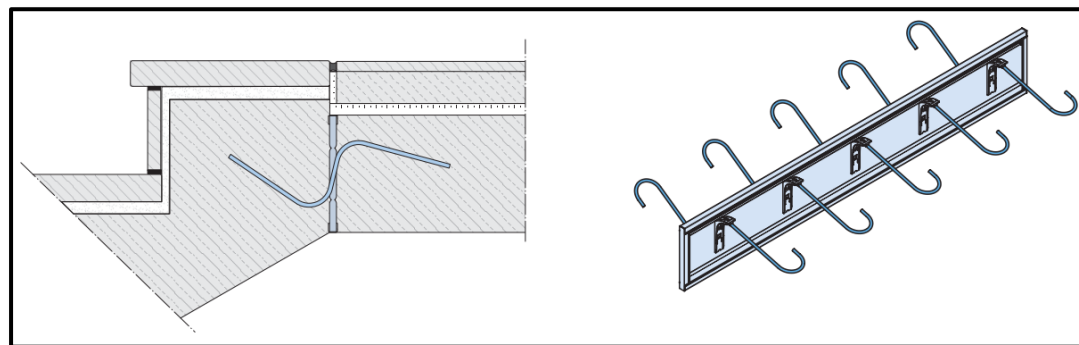
Skica výztuže – příčně uložená podesta 1



Skica výztuže – příčně uložená podesta 2



Skica výztuže – detail u akustického prvku



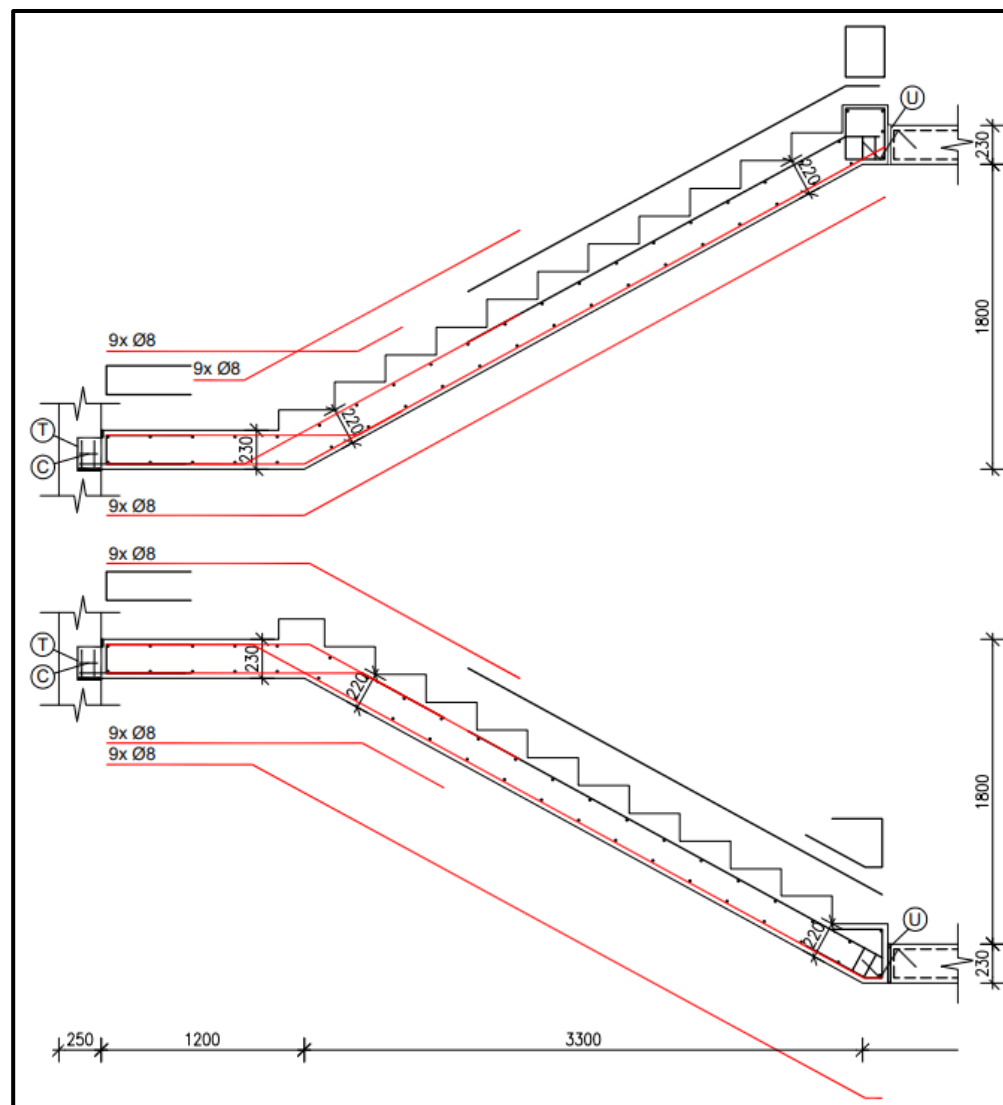
Přídavná výztuž dodávaná stavbou

(podle typové statiky stanoví projektant nosné konstrukce)

- | | |
|---|--|
| 1 | Třmínky nebo síť z betonářské oceli |
| 2 | Horní vrstva výztuže |
| 3 | Třmínky s ohnutím vzhůru jako závěsná výztuž |
| 4 | Spodní vrstva výztuže s ohnutím vzhůru jako závěsná výztuž |
| 5 | Třmínek, vždy 2 Ø 6 |
| 6 | Betonářská ocel Ø 8 (HTT-4, -6)
Ø 10 (HTT-8) |

(Pozn.: • Pol. 1–4 se stanoví podle statických požadavků
• Momenty z excentrického připojení se zohlední při dimenzování schodištvých ramen)

Skica výztuže – 1x lomený nosník



díky za pozornost

Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi a Romanu Chylíkovi** za časté konzultace při vypracovávání prezentace.

Děkuji **Petru Bílému a Martinovi Tipkovi** za vytvoření a udržování oficiálních podkladů, ze kterých vychází tato prezentace.