



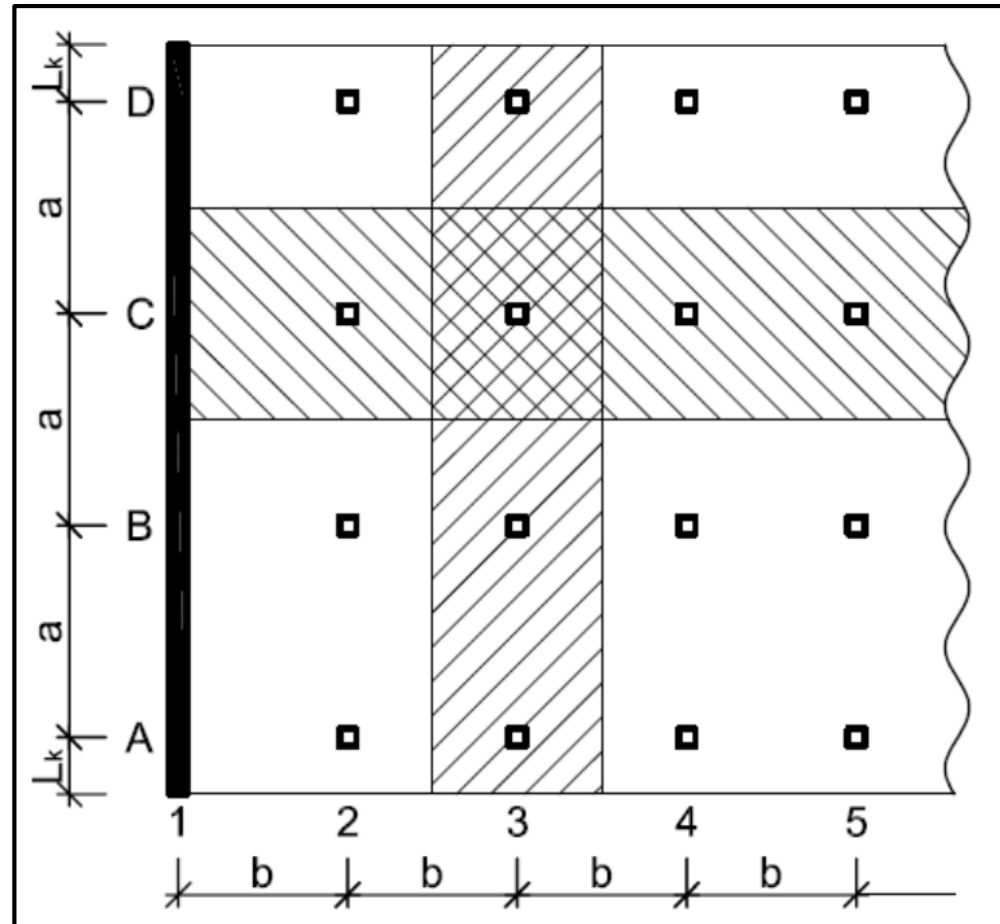
Železobetonové schodiště

Prezentace k cvičení BK01/BZKQ – Úkol 4.1

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

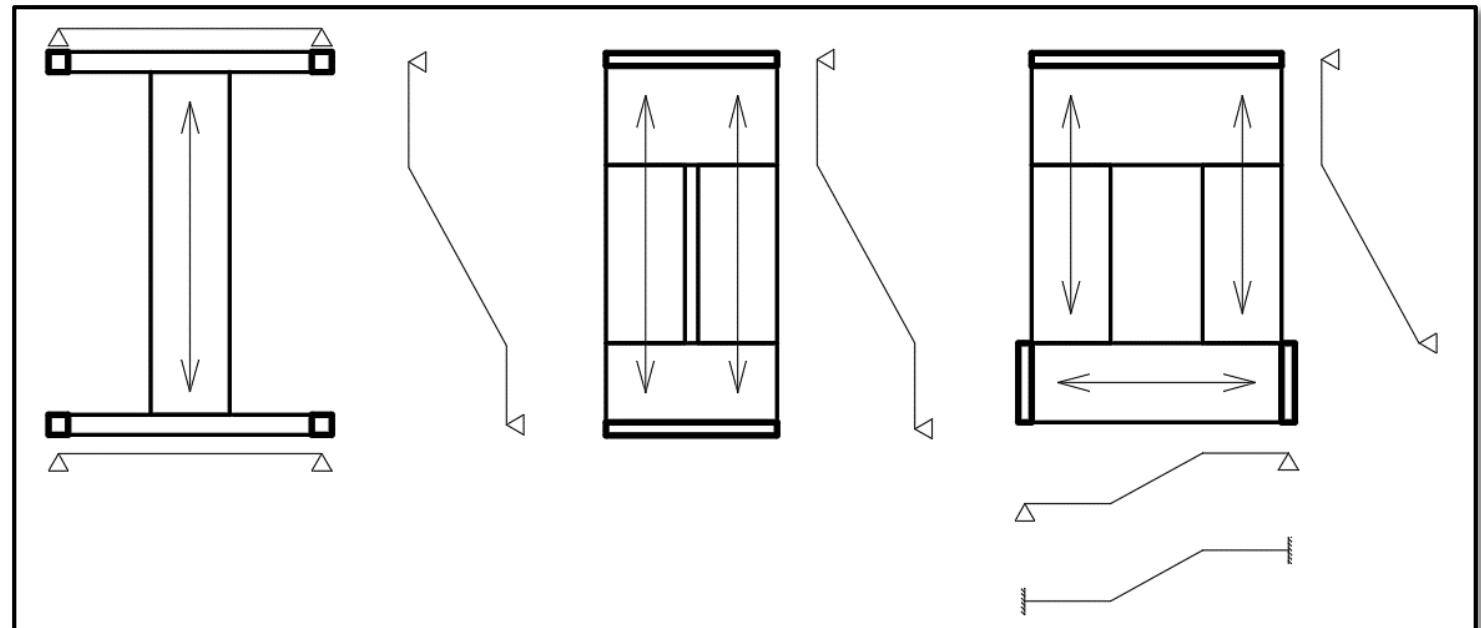
Na archu tentokrát nekoukejte na řešené úkoly. Jsou často vyřešeny špatně (i přesto, že jsou schváleny :X).

Koncepční návrh, podepření a akustika

Koncepční návrh

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

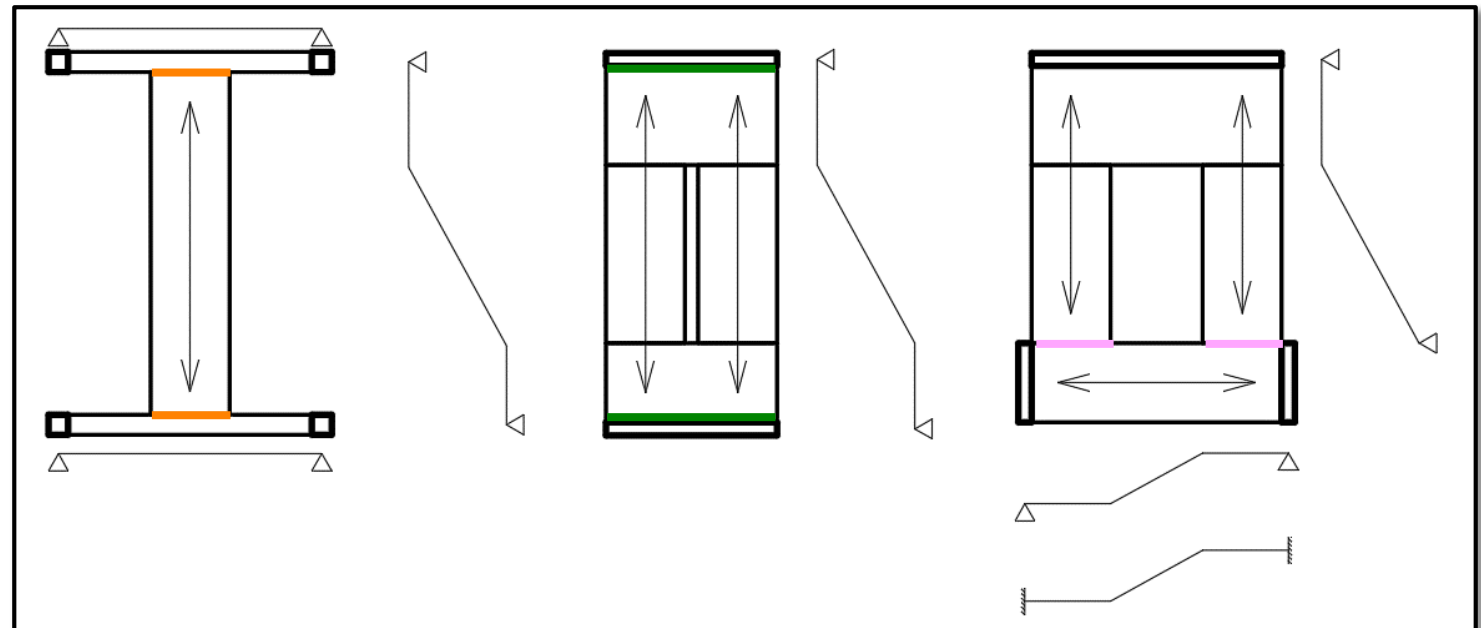
- **jednoramenná,**
- **dvouramenná** (většinou nejvhodnější),
- **tříramenná.**



Návrh podepření

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

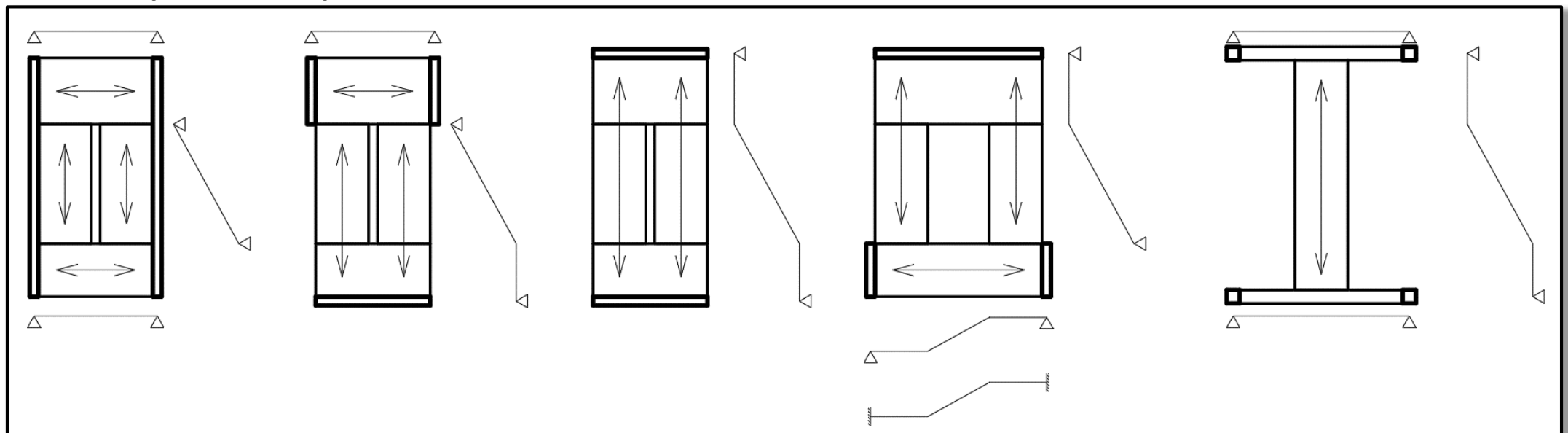
do průvlaku
do stěny
do podesty



Koncepční návrh

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

Příklady* možných návrhů:



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.

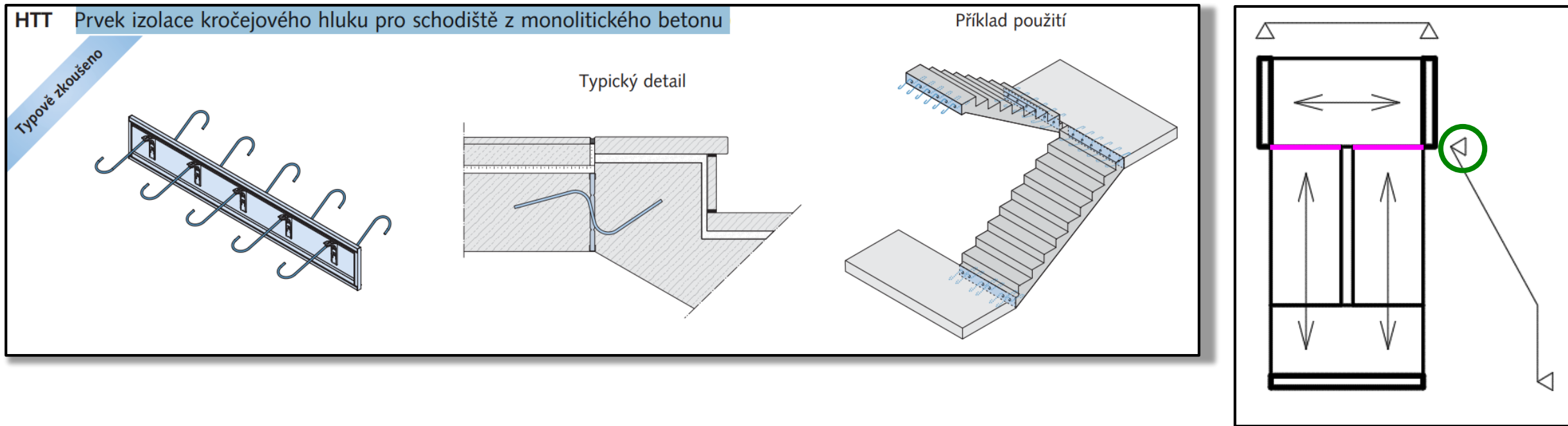
Akustika

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

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

Akustika

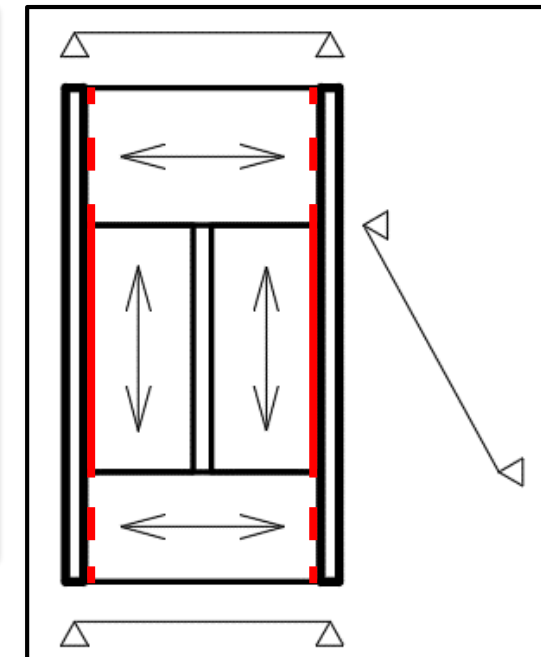
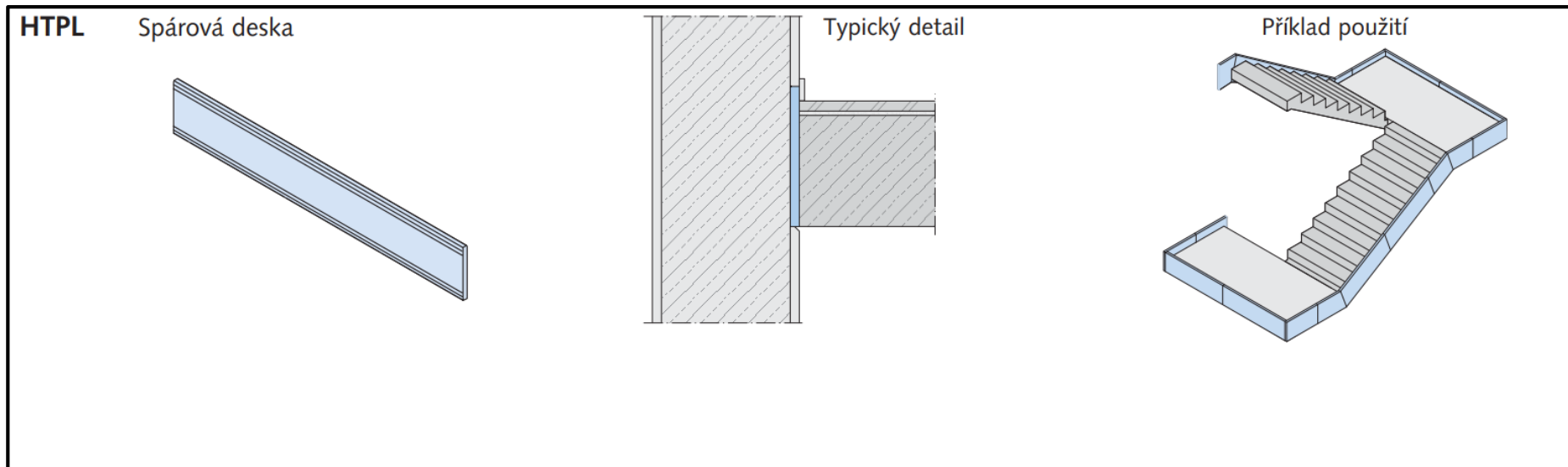
Akustické oddělení ramene od podesty.



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

Akustika

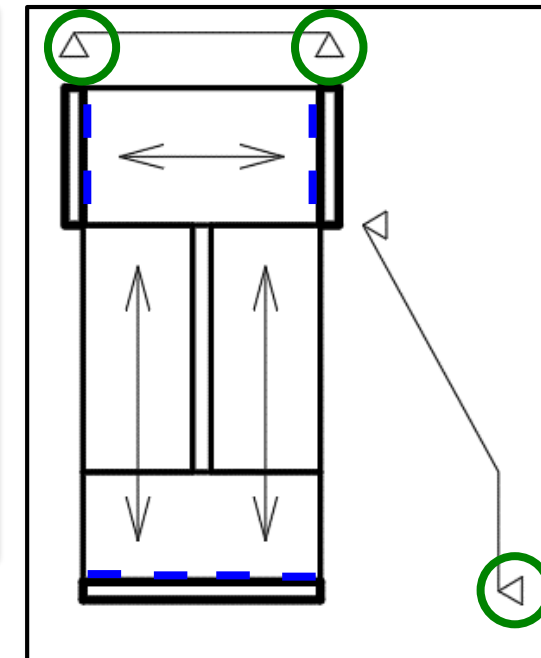
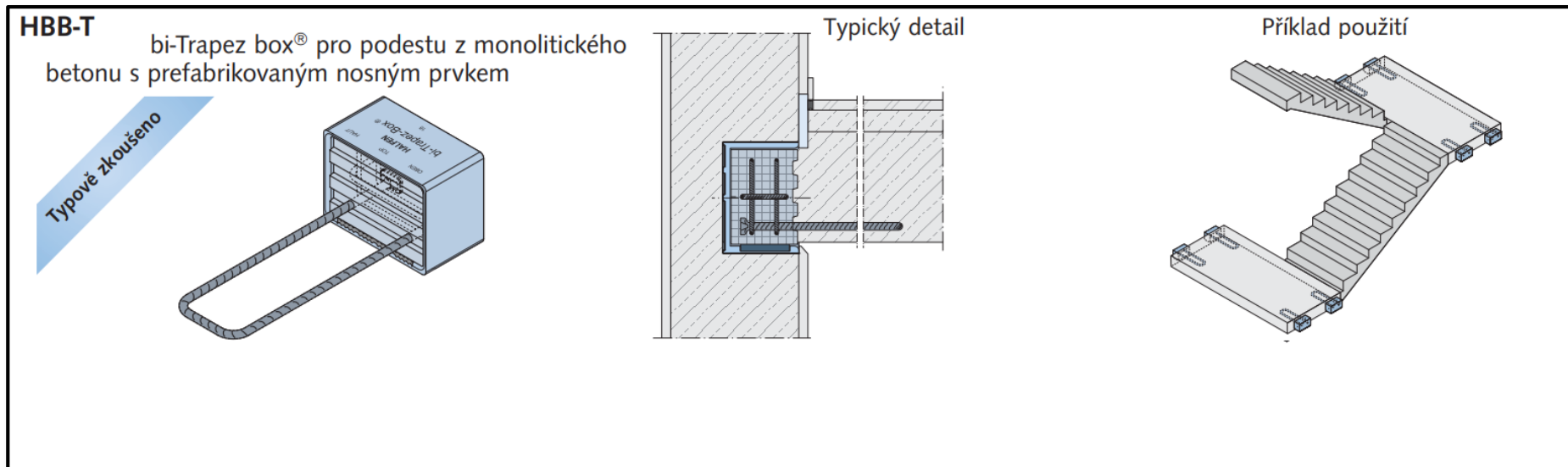
Akustické oddělení ramene/podesty od stěny.



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

Akustika

Akustické oddělení **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.

https://downloads.halfen.com/catalogues/de/media/catalogues/reinforcementsystems/ISI_18-D.pdf

(katalog z roku 2018, německy)

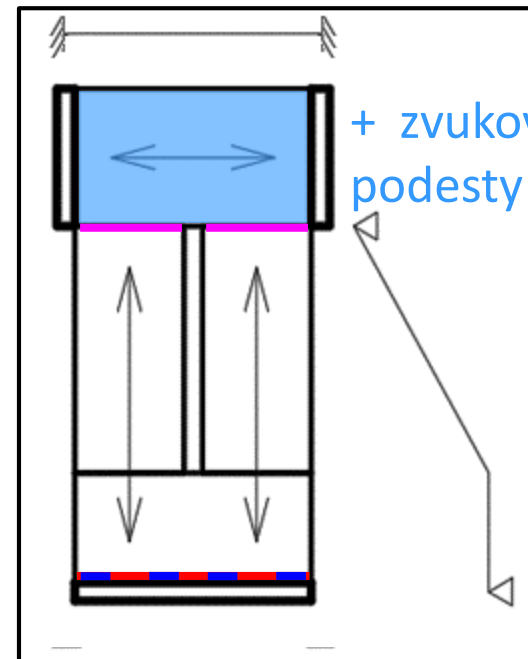
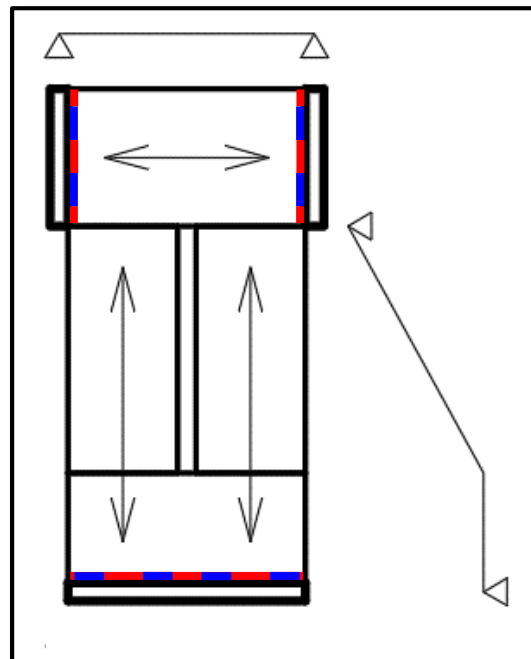
https://downloads.halfen.com/catalogues/cz/media/catalogues/reinforcementsystems/Isi07_CZ.pdf

(katalog z roku 2010, česky)

Akustika

Použití konkrétních prvků závisí na navrženém schodišti a uvážení projektanta.

Možné způsoby akustického oddělení:

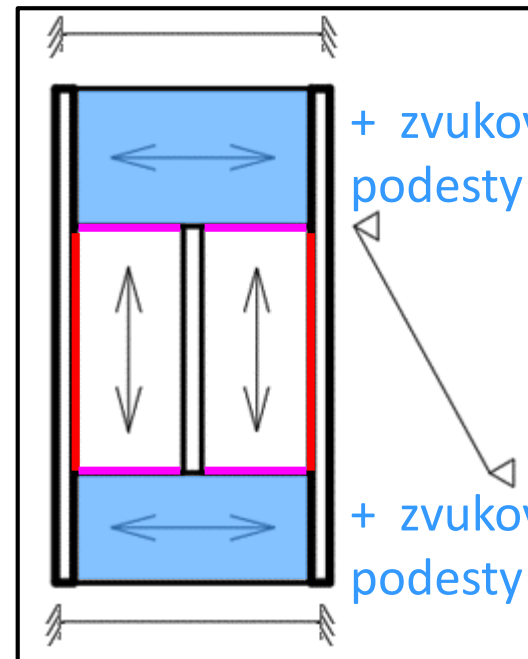
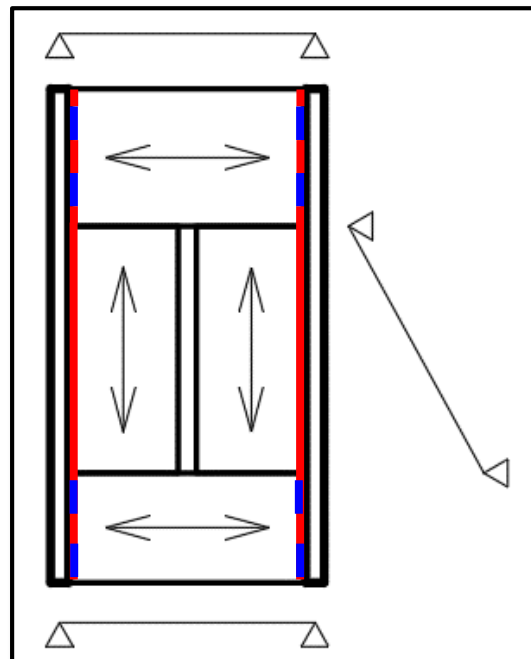


+ zvuková izolace ve skladbě podlahy podesty

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 vhodné provést **dle běžných konstrukčních pravidel** – viz například návod u kolegy [Tipky](#) nebo [Bílého](#).

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.

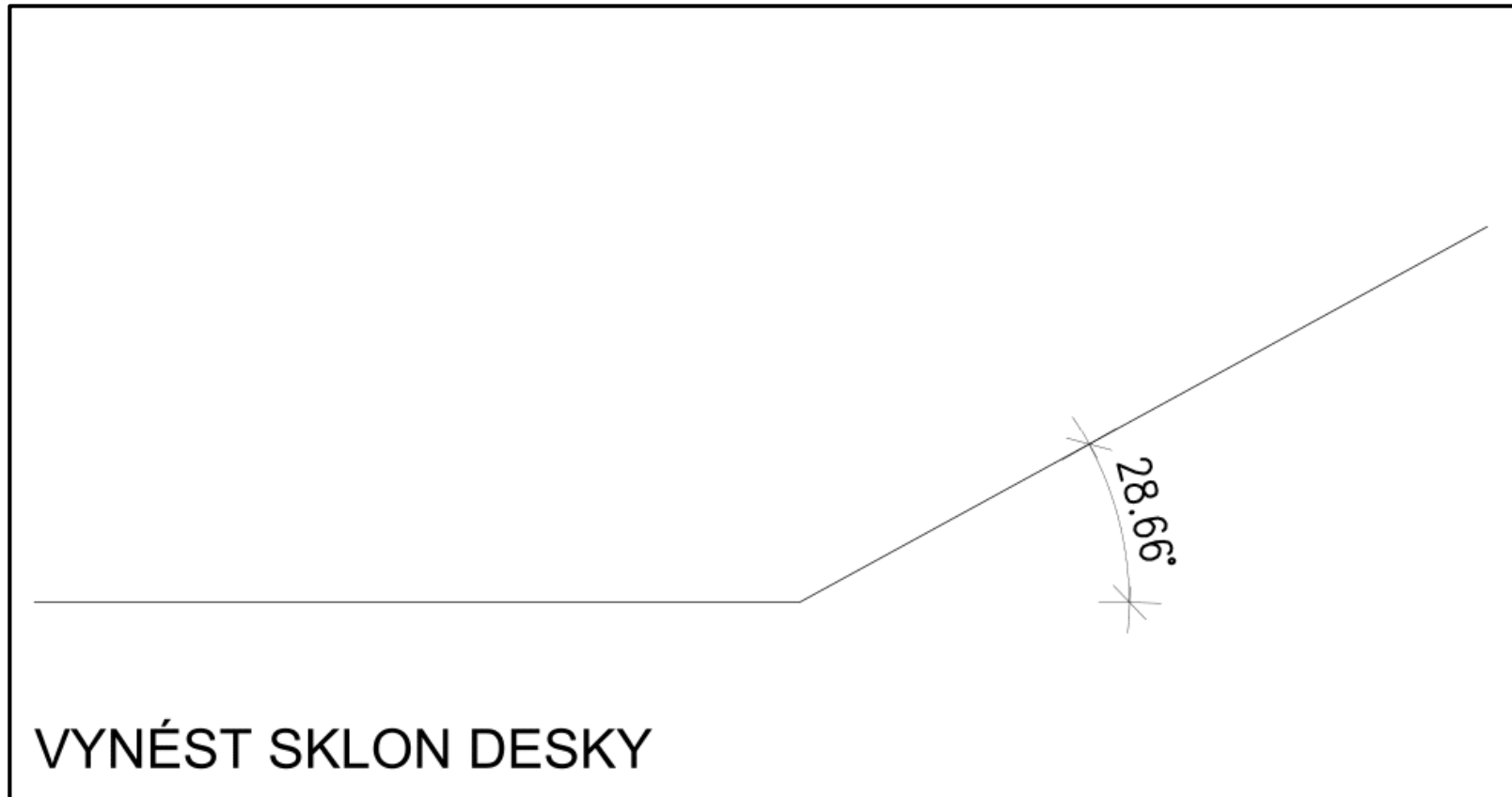
Geometrie

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

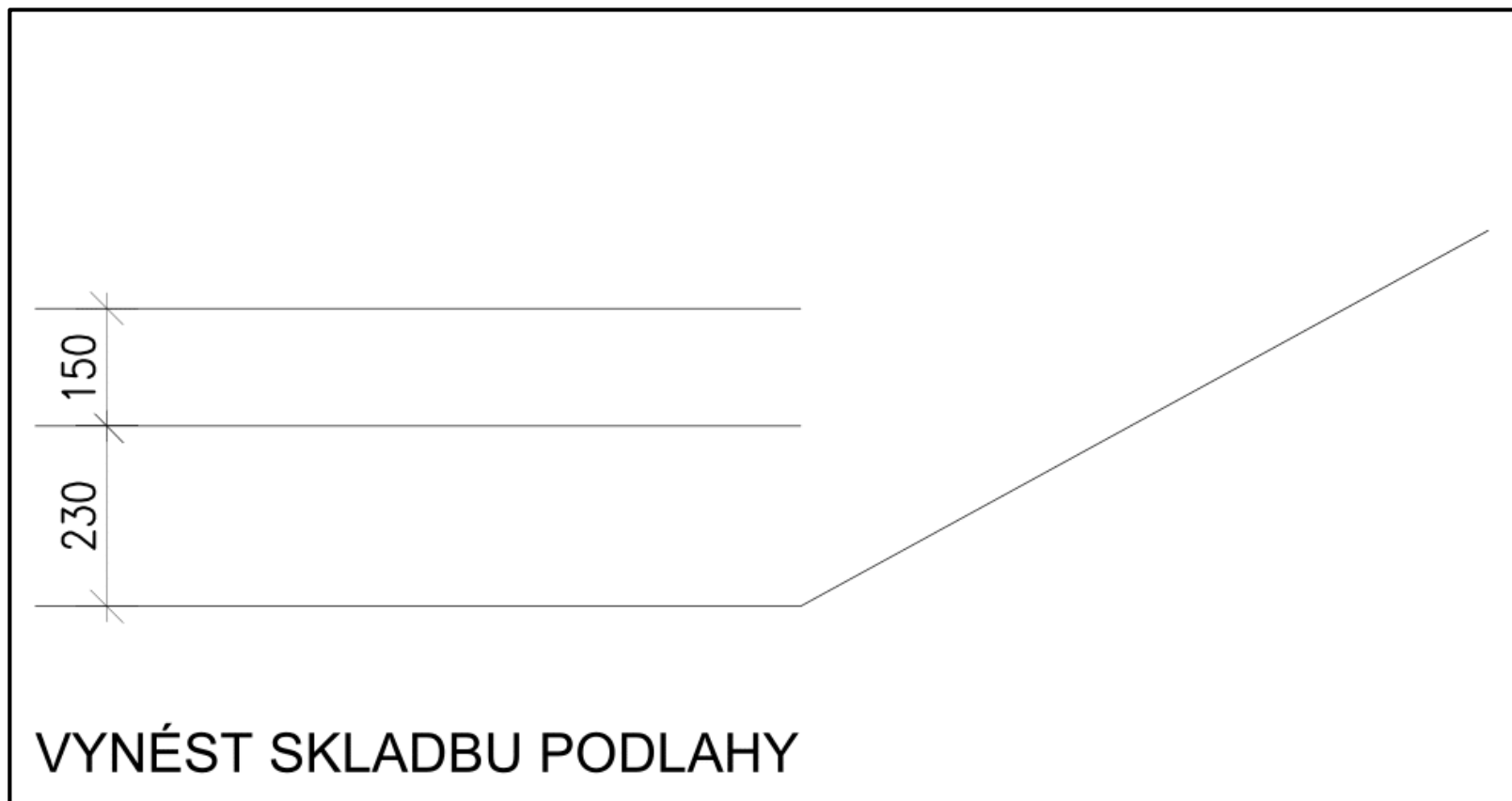
Schodišťové rameno může být **uložené** na **průvlak**, do **stěny** nebo na **podestu** – viz výše.

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

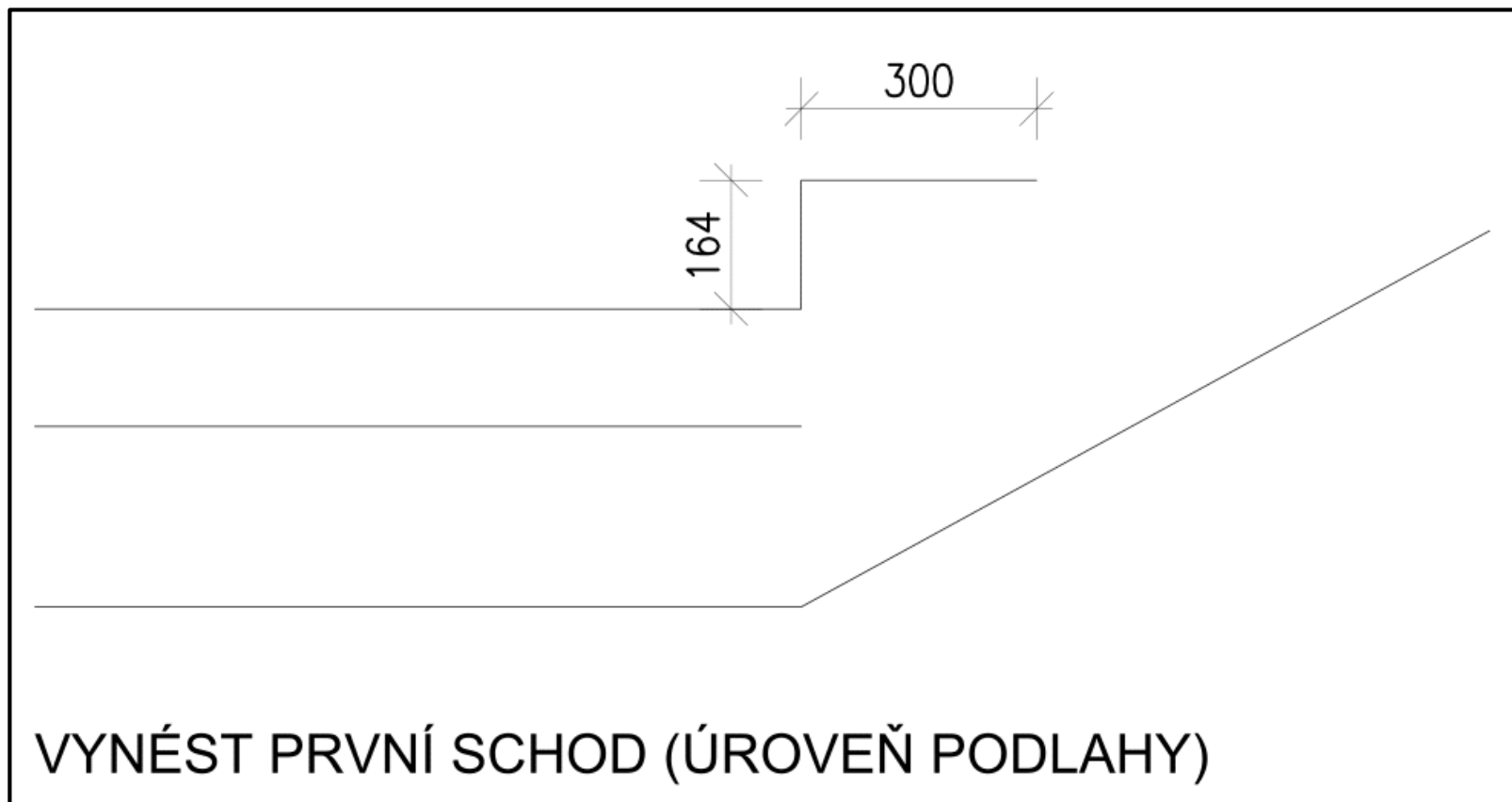
Sklon nástupního ramene



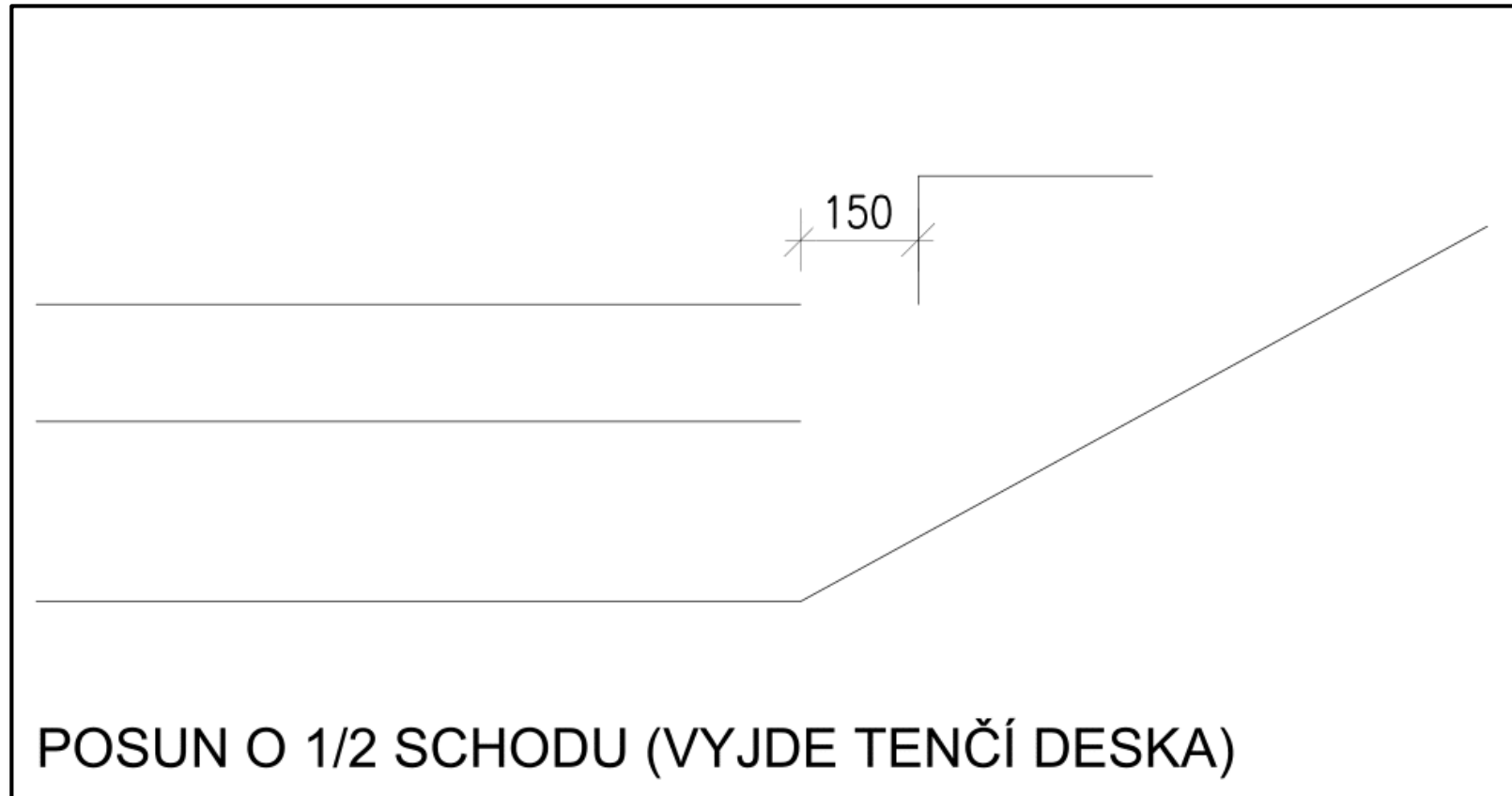
Skladba podlahy



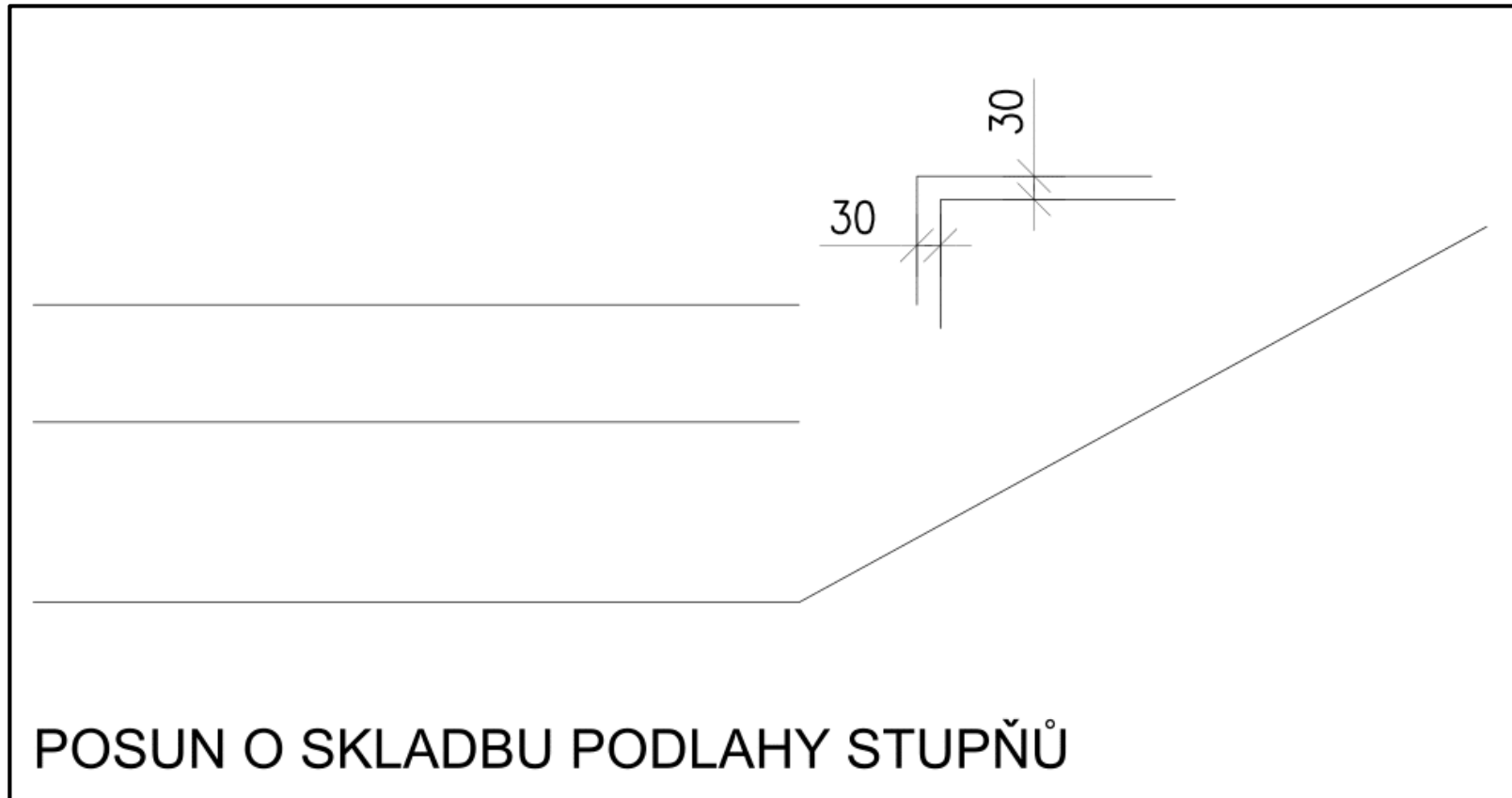
První schod



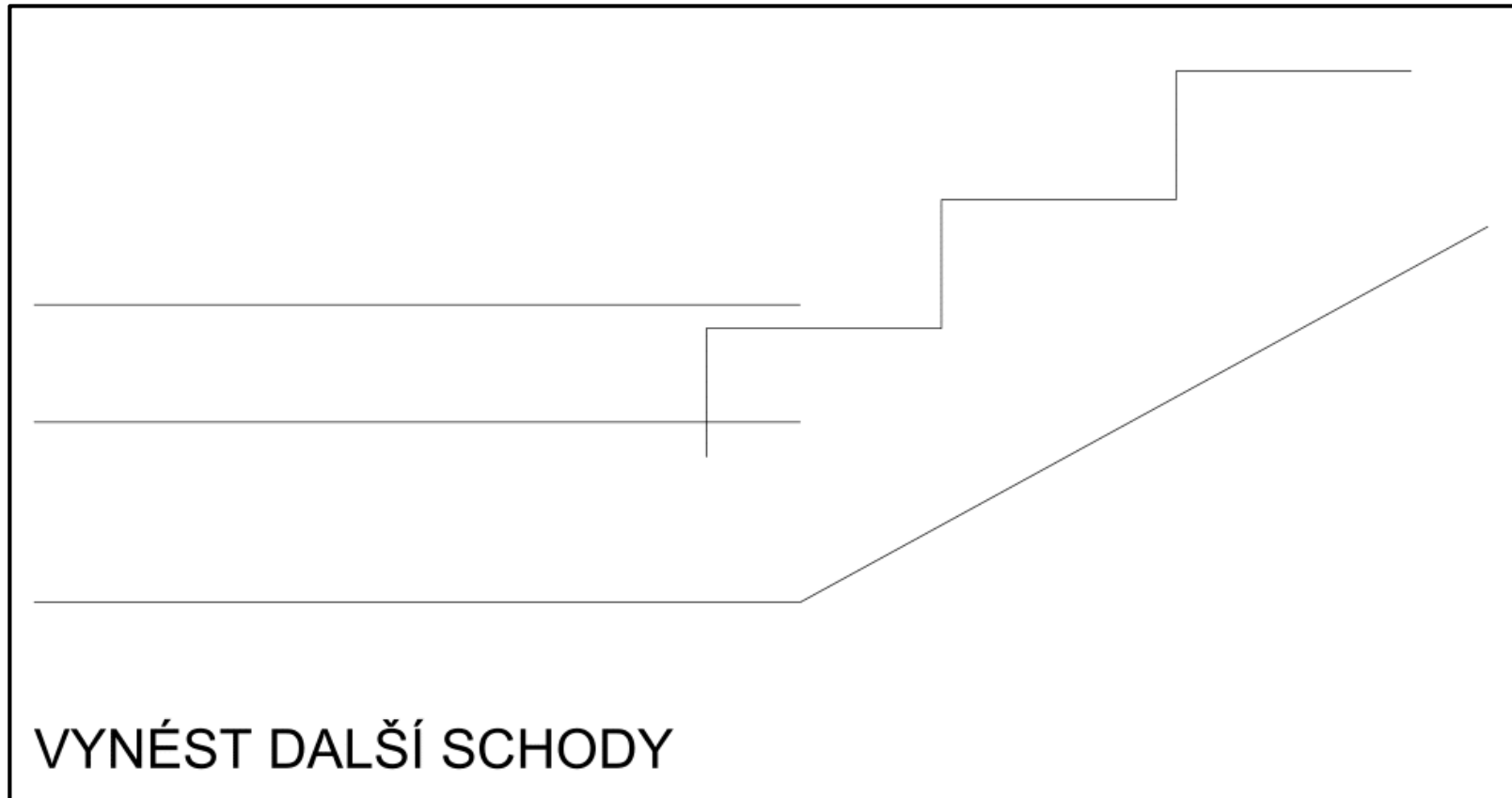
Posun schodu (volitelné*)



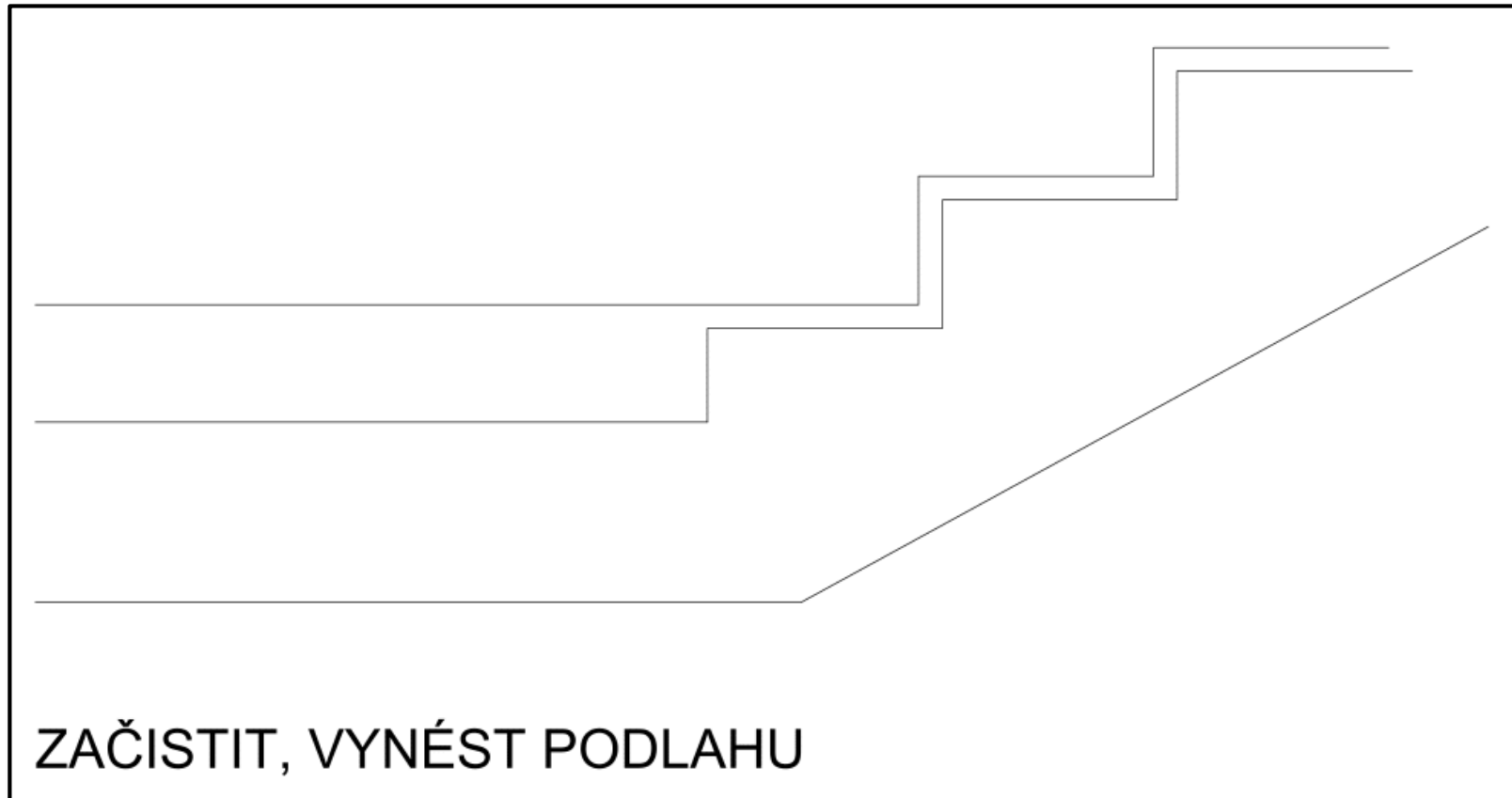
Nášlapná vrstva stupně



Další betonové schody

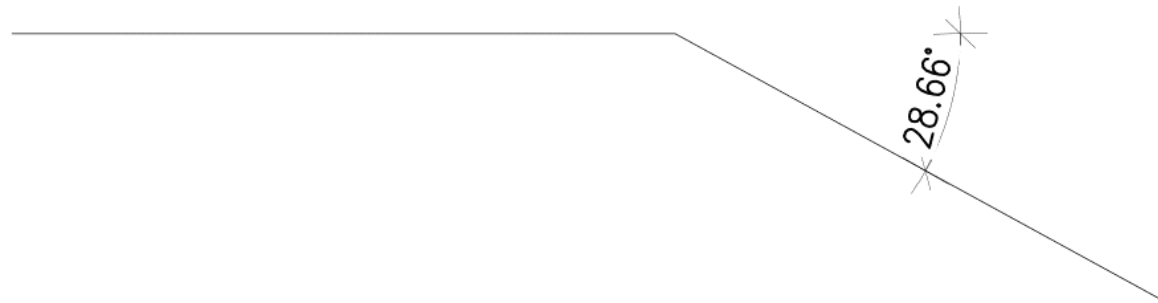


Začištění, podlaha a nášlapná vrstva stupňů



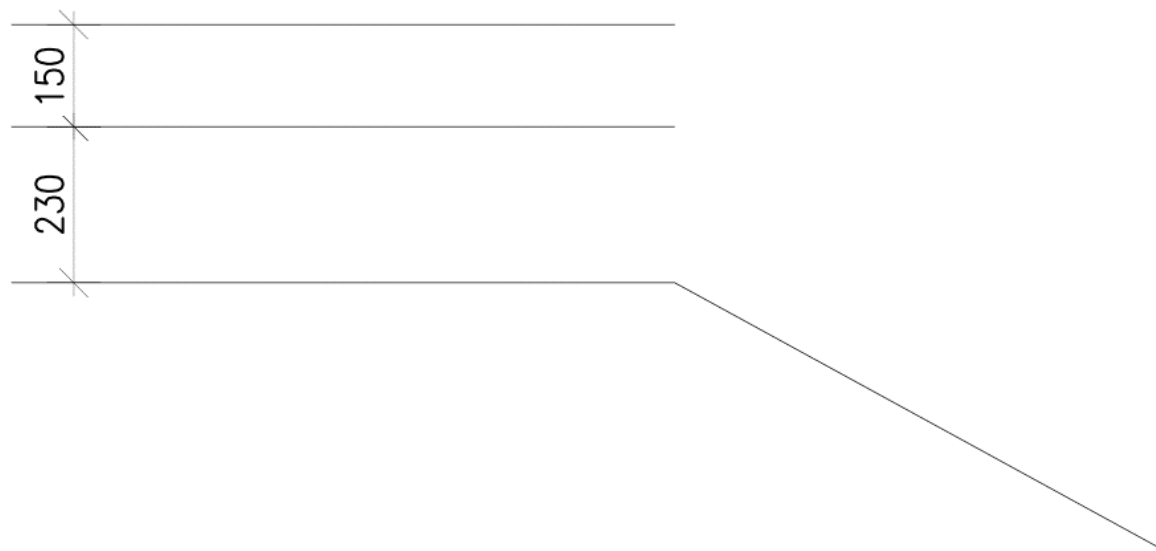
Sklon výstupního ramene

VYNĚST SKLON DESKY

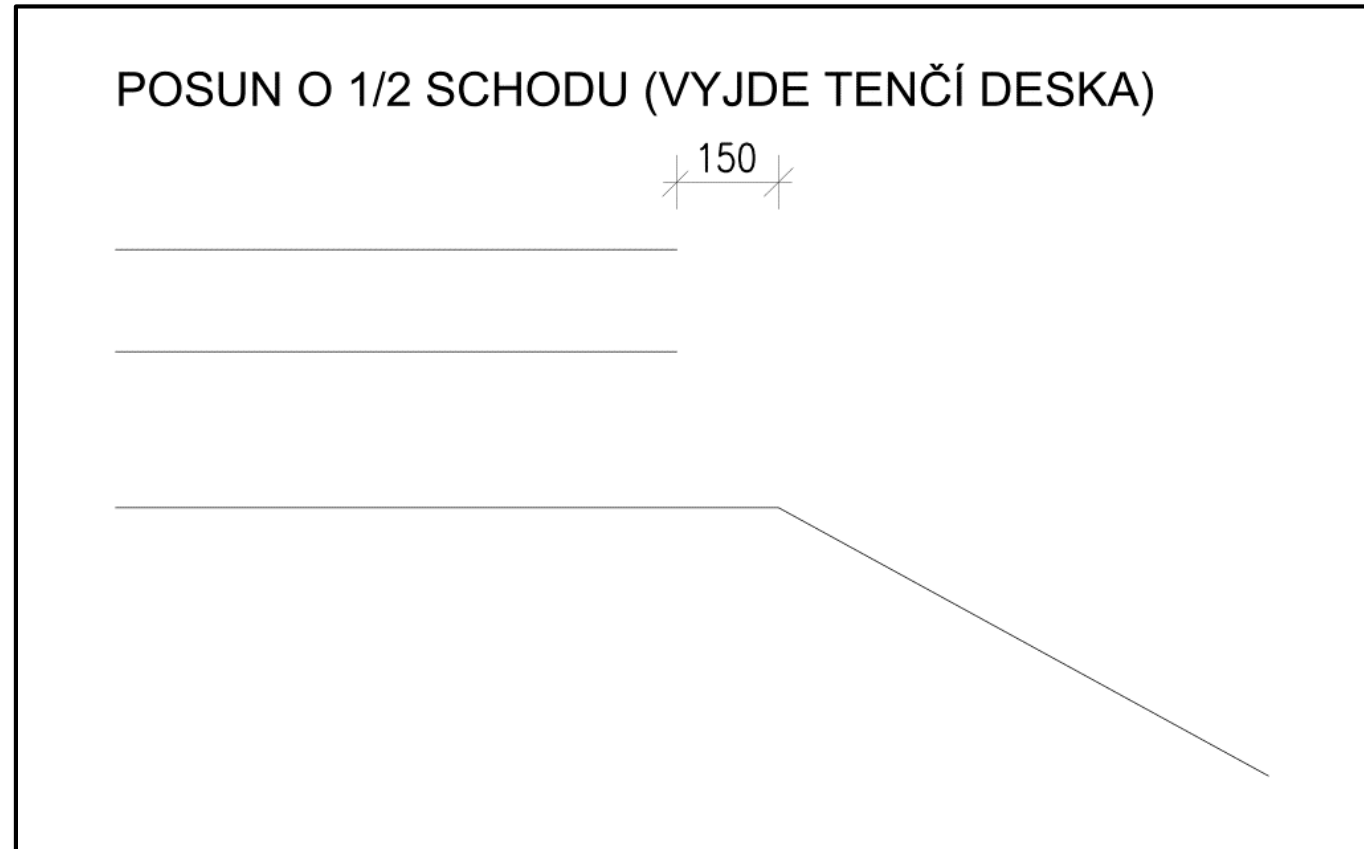


Skladba podlahy

VYNĚST SKLADBU PODLAHY



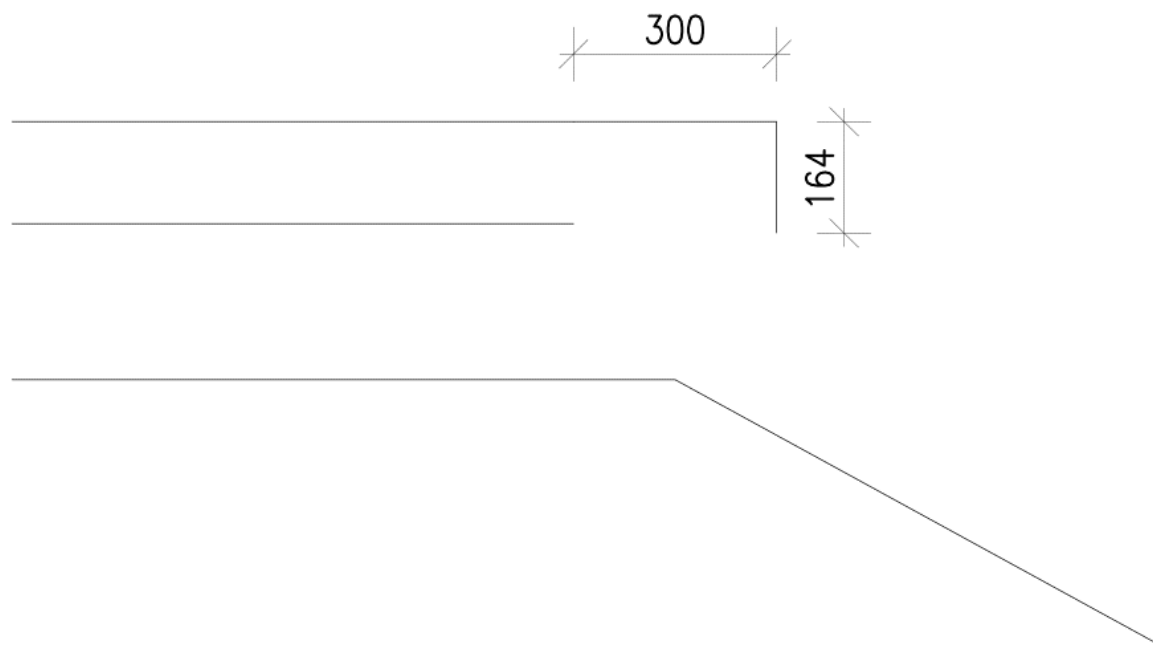
Posun schodu (povinně volitelné*)



* 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.

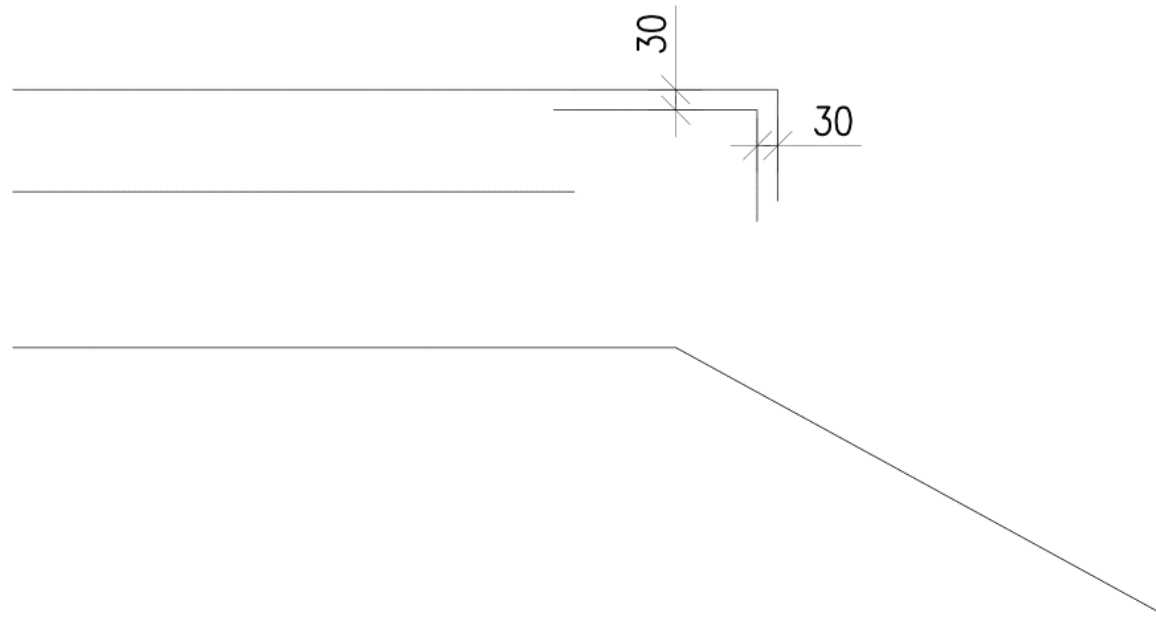
První schod

VYNĚST PRVNÍ SCHOD (ÚROVEŇ PODLAHY)



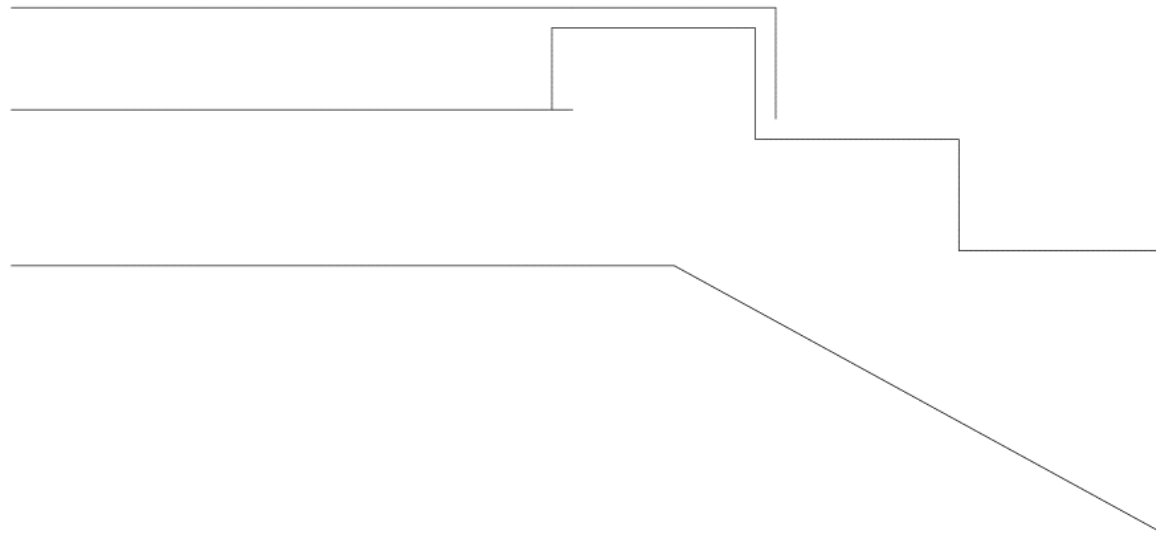
Nášlapná vrstva stupně

POSUN O SKLADBU PODLAHY STUPŇŮ

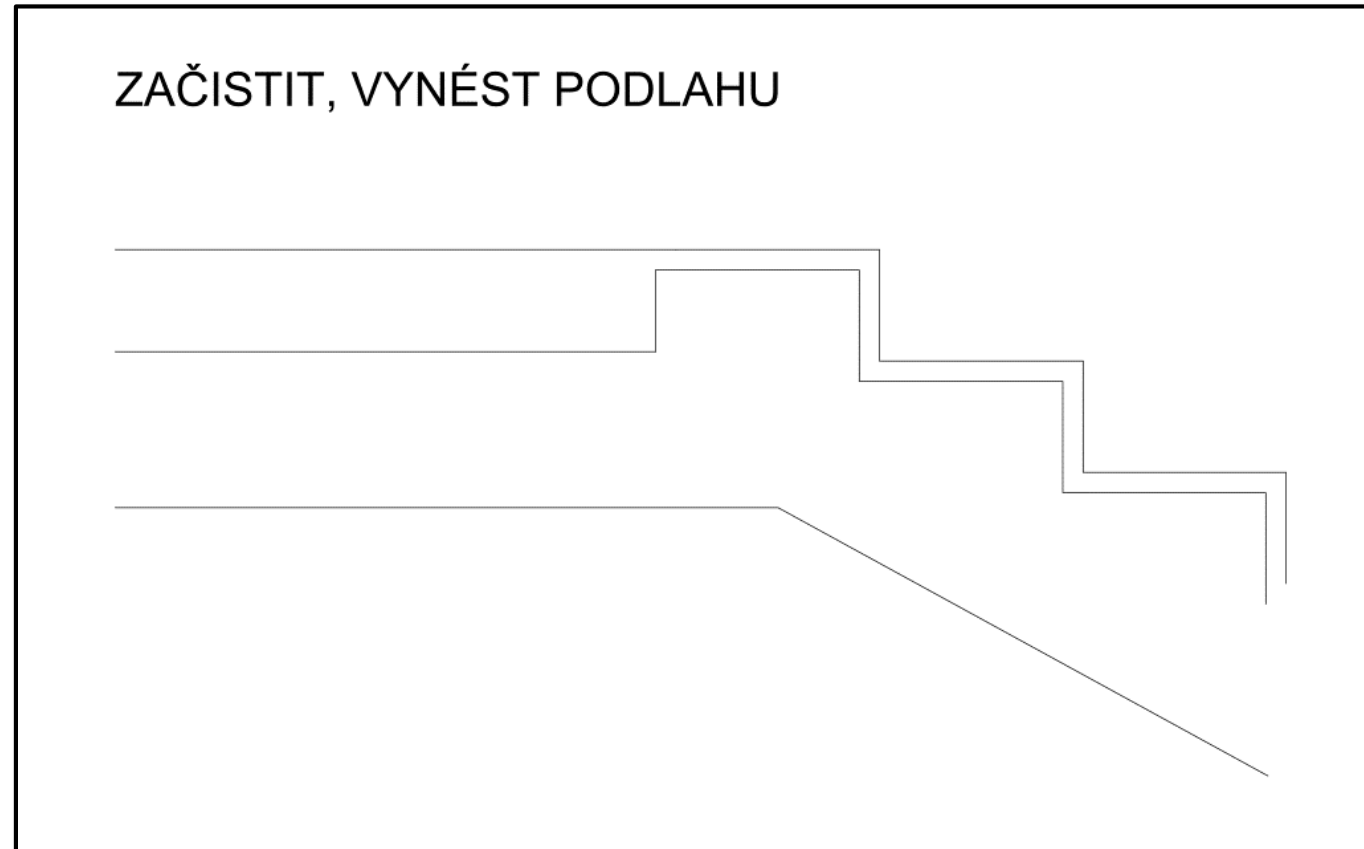


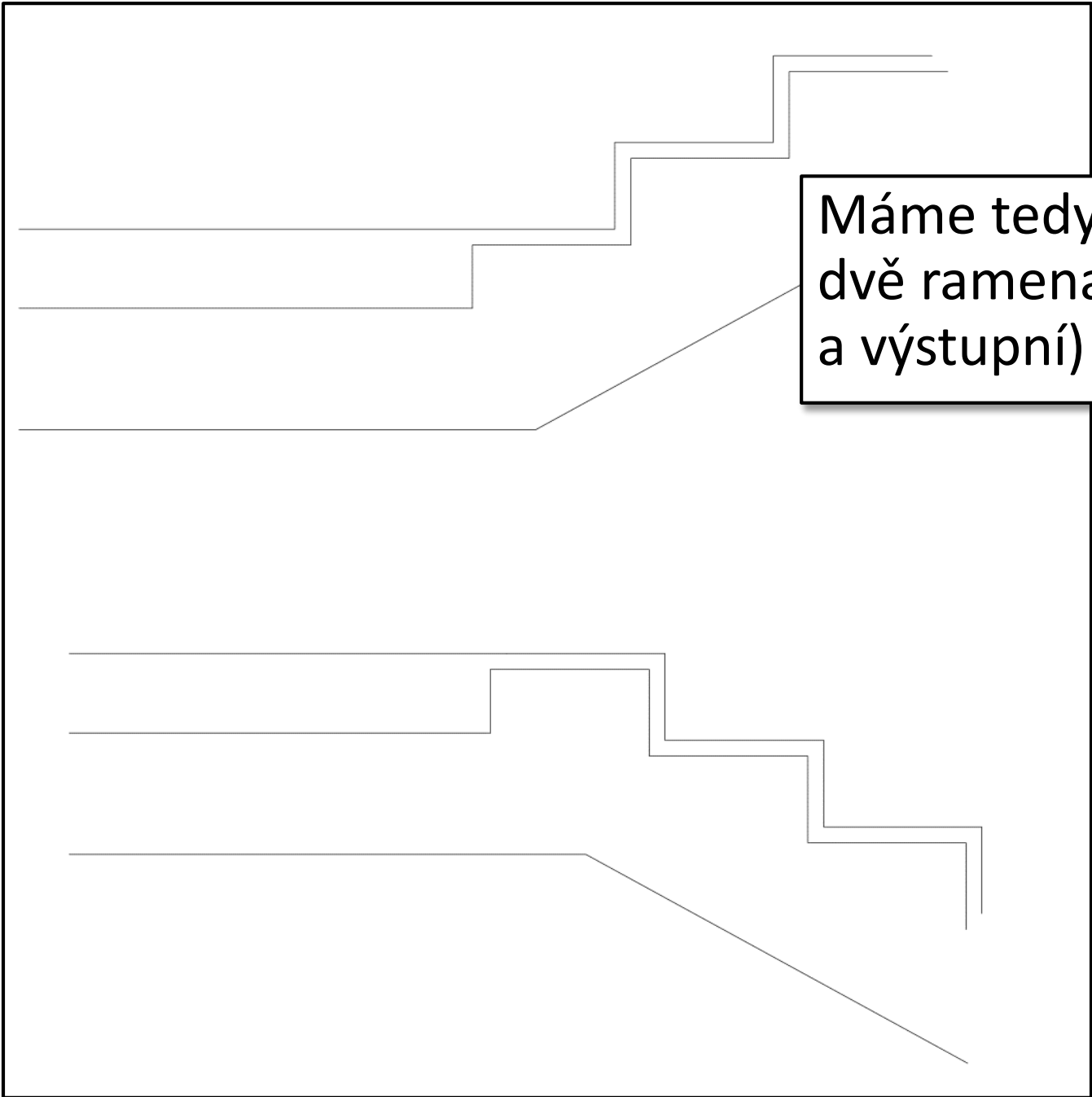
Další betonové schody

VYNĚST DALŠÍ SCHODY



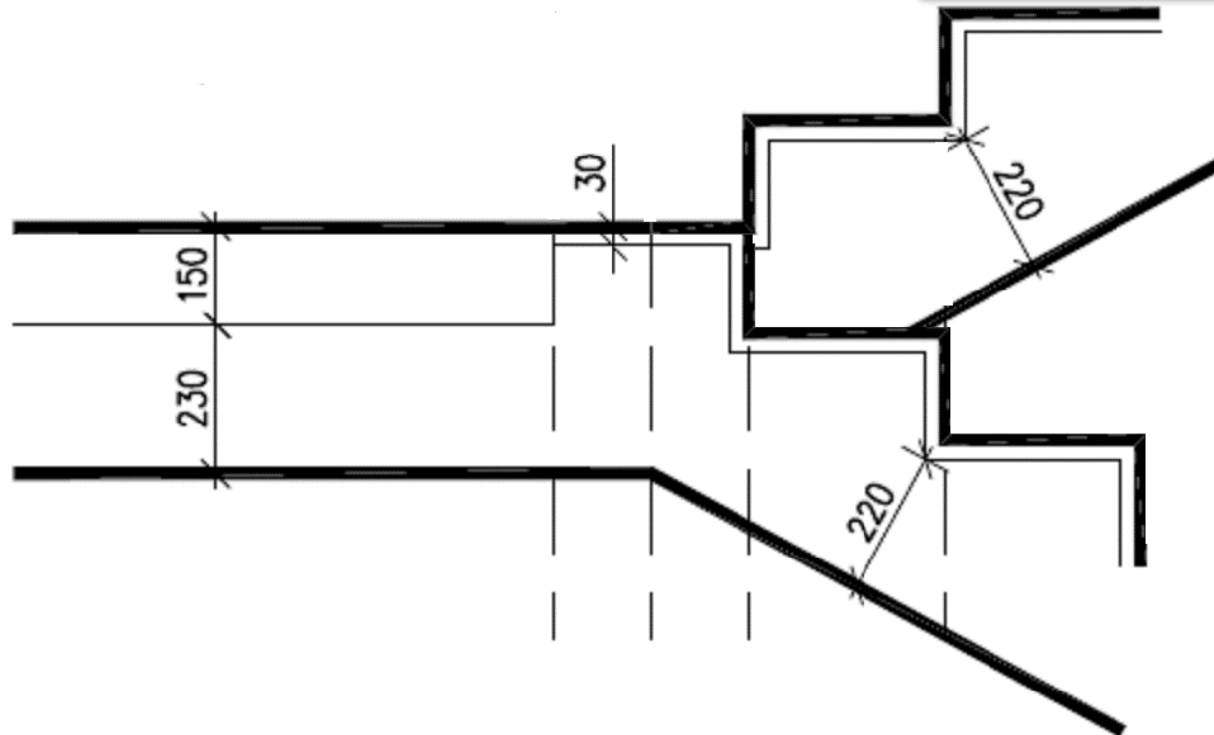
Začištění, podlaha a nášlapná vrstva stupňů





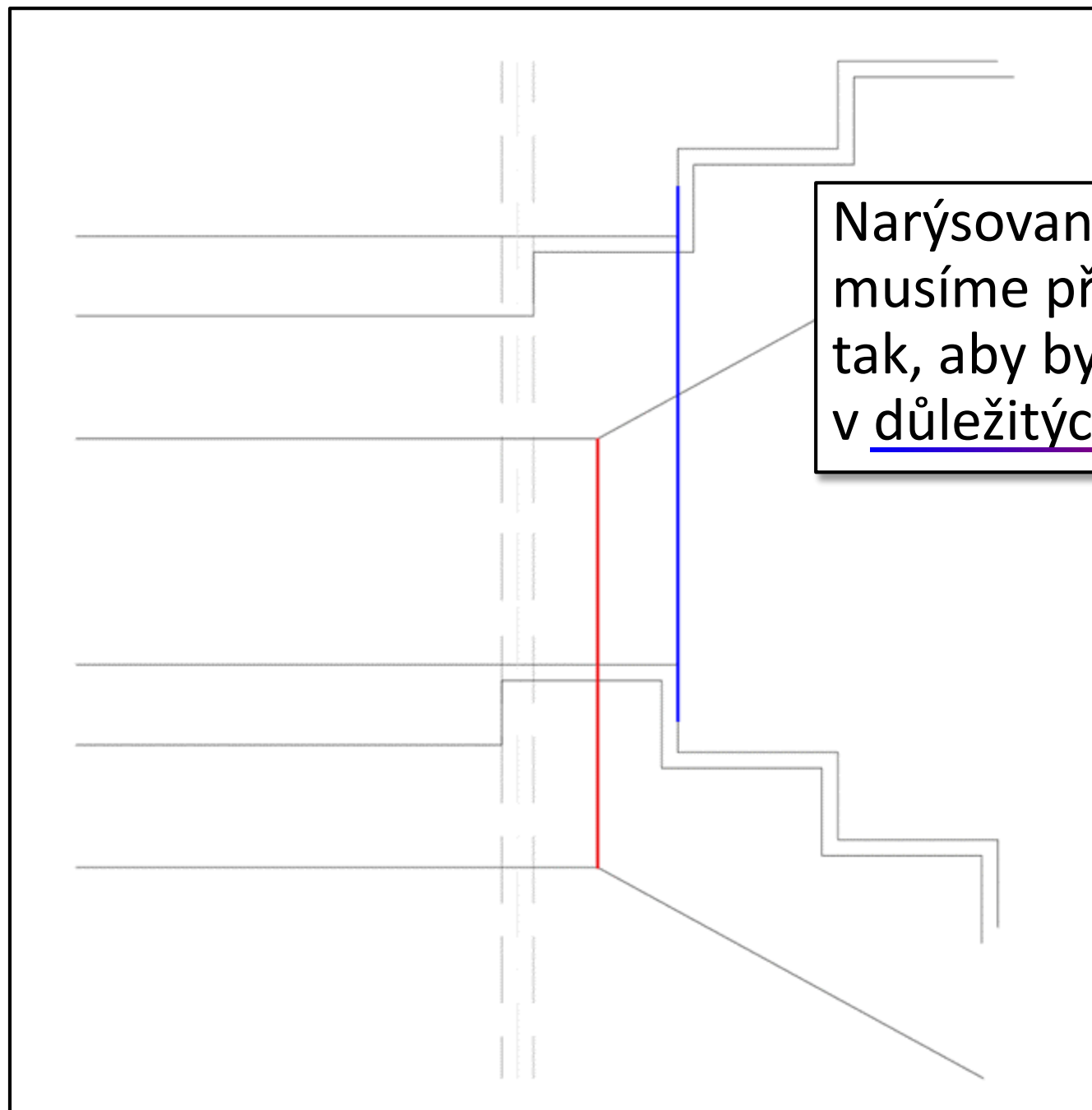
Máme tedy narýsovaná
dvě ramena (nástupní
a výstupní)

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



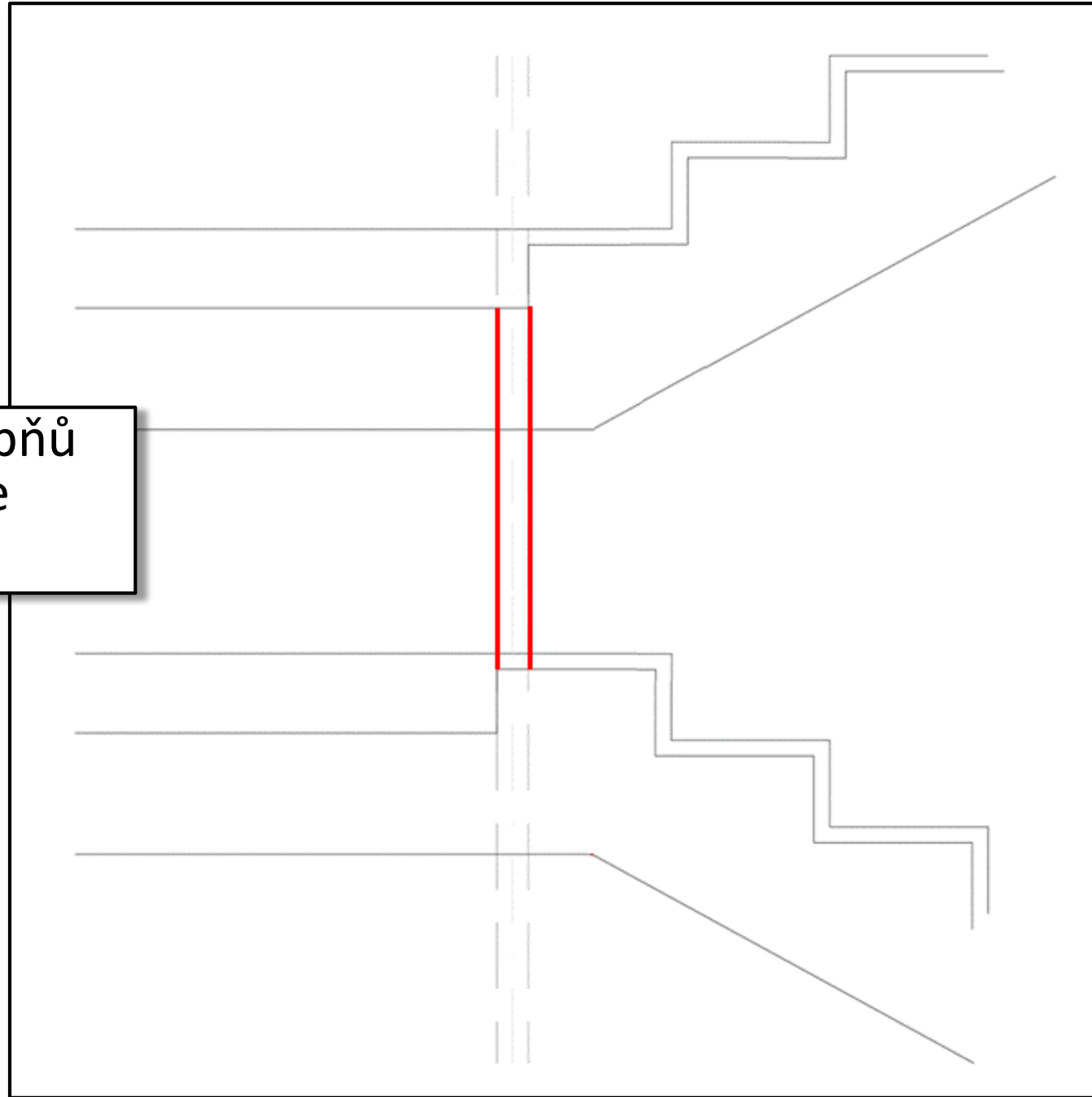


Narýsovaná ramena
musíme přes sebe „přeložit“
tak, aby byla zarovnána
v důležitých bodech.

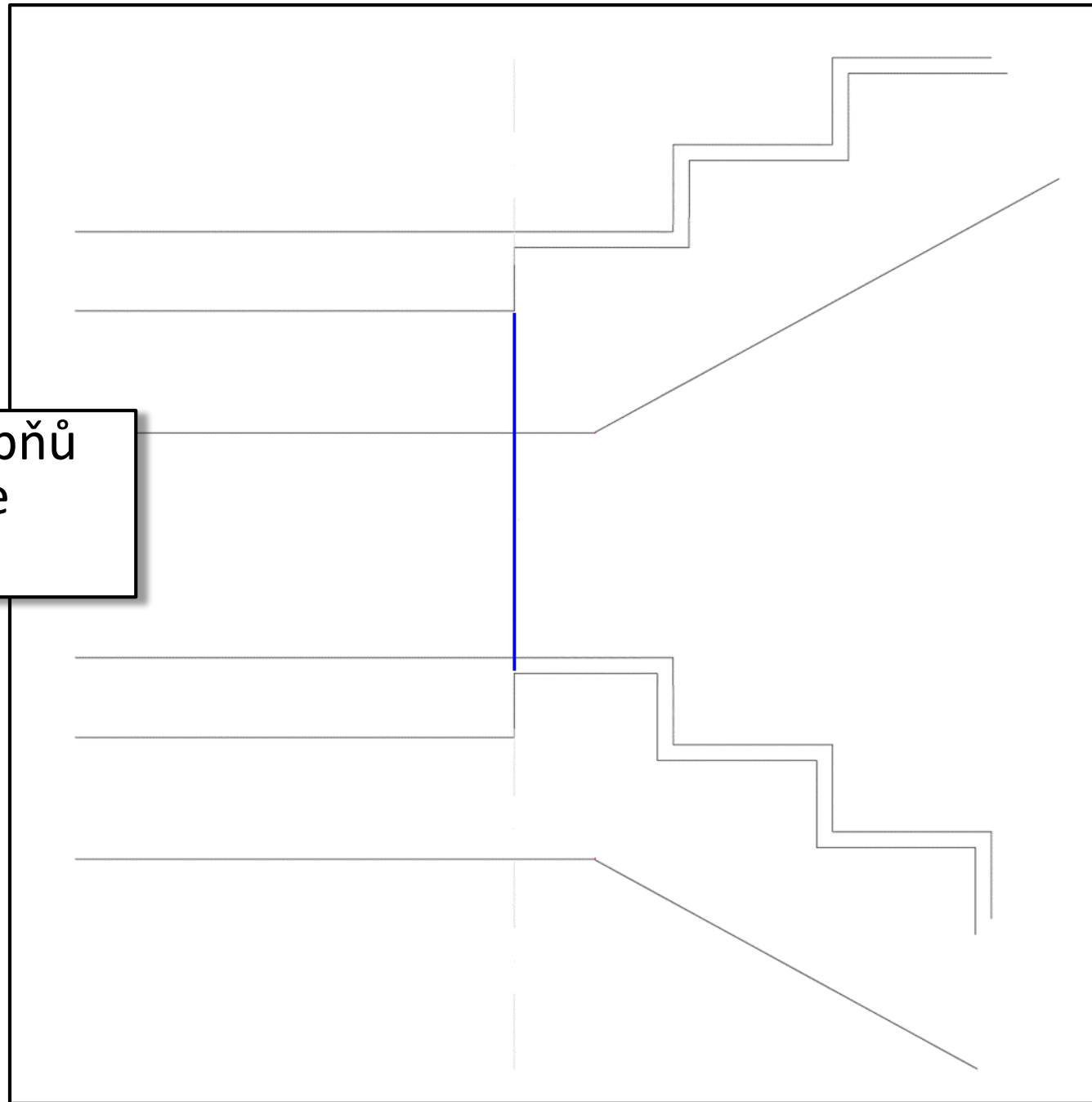


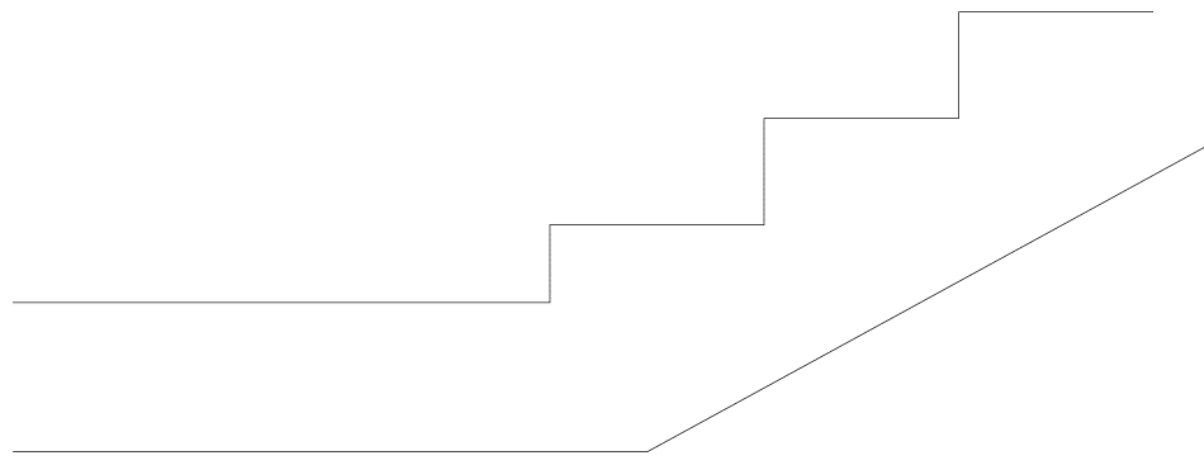
Narýsovaná ramena
musíme přes sebe „přeložit“
tak, aby byla zarovnána
v důležitých bodech.

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

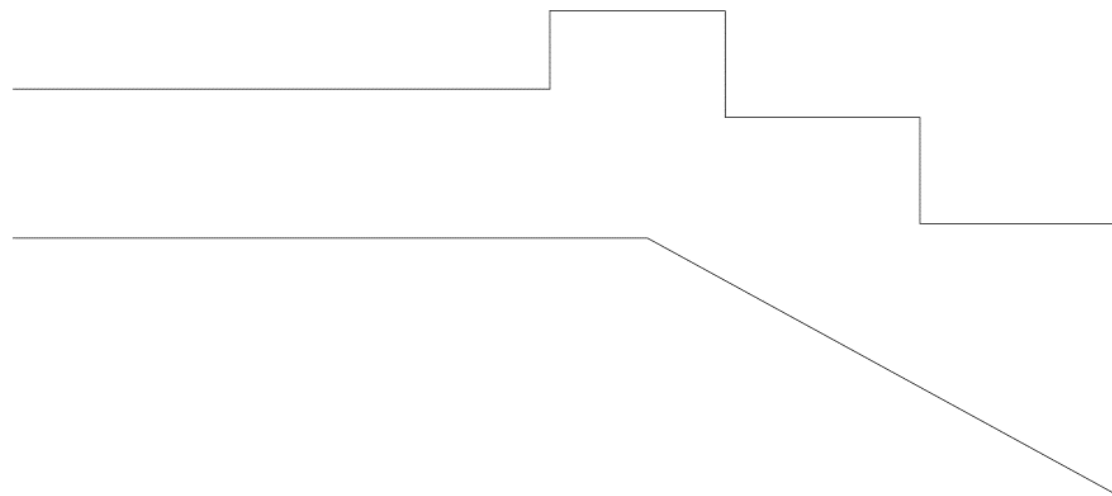


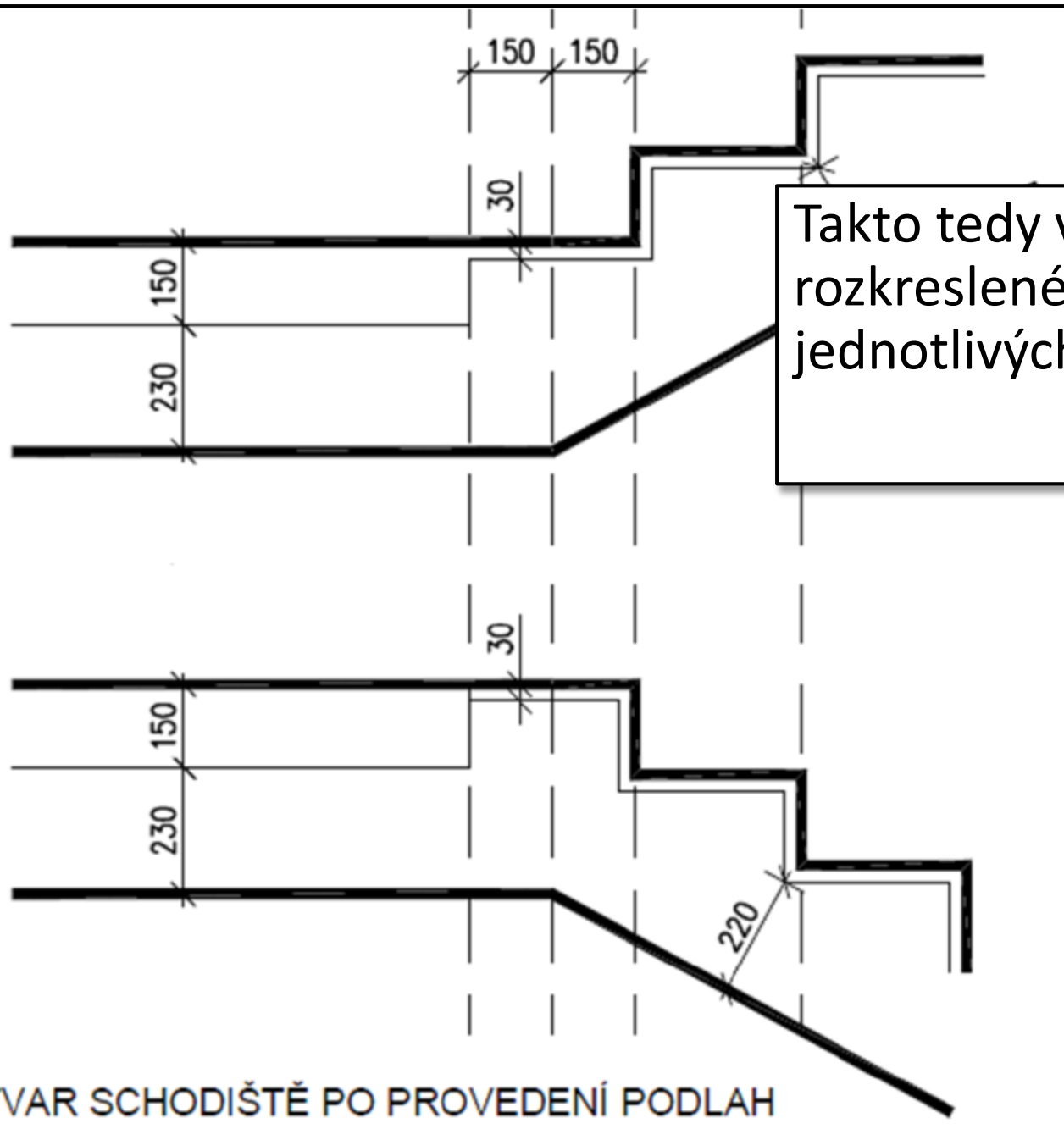
Hrany jalových stupňů
si neodpovídají a je
třeba je **sjednotit**.

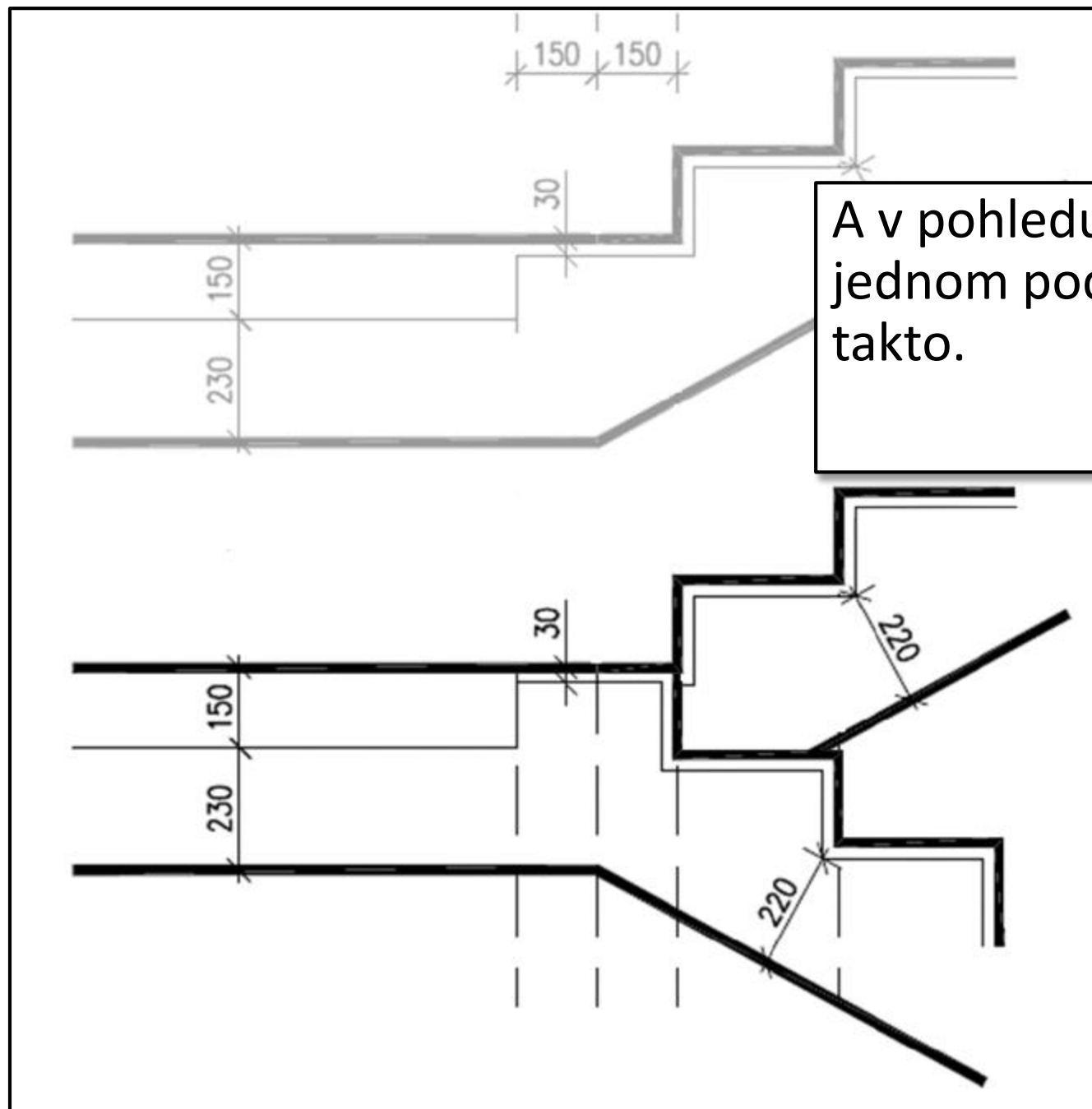




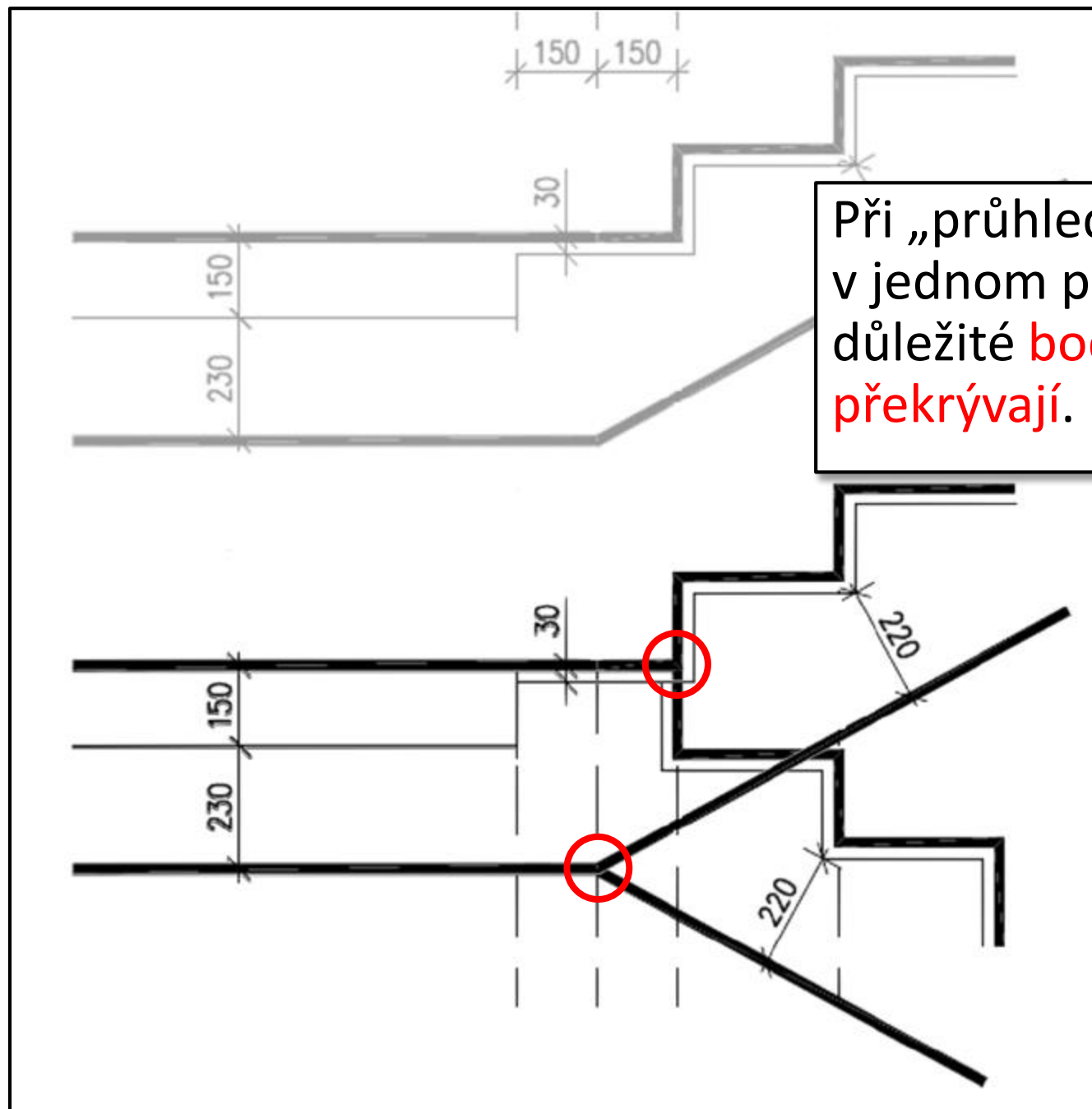
VÝSLEDNÉ TVARY BETONU







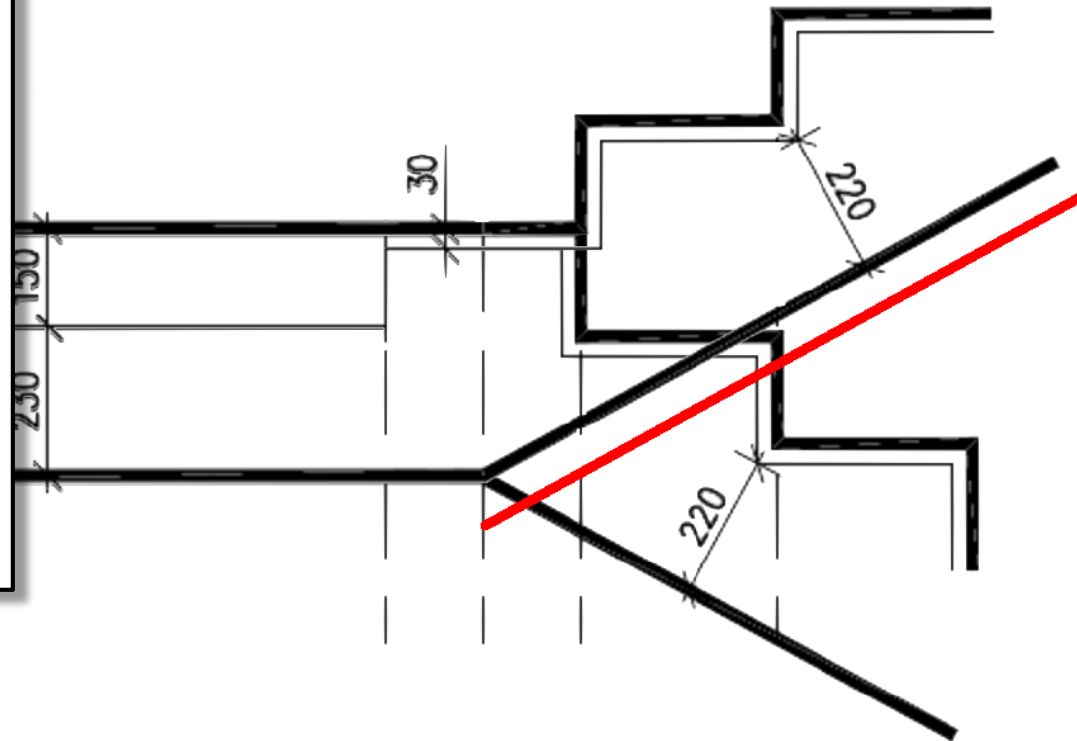
A v pohledu na obě ramena v jednom podlaží vypadají takto.



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

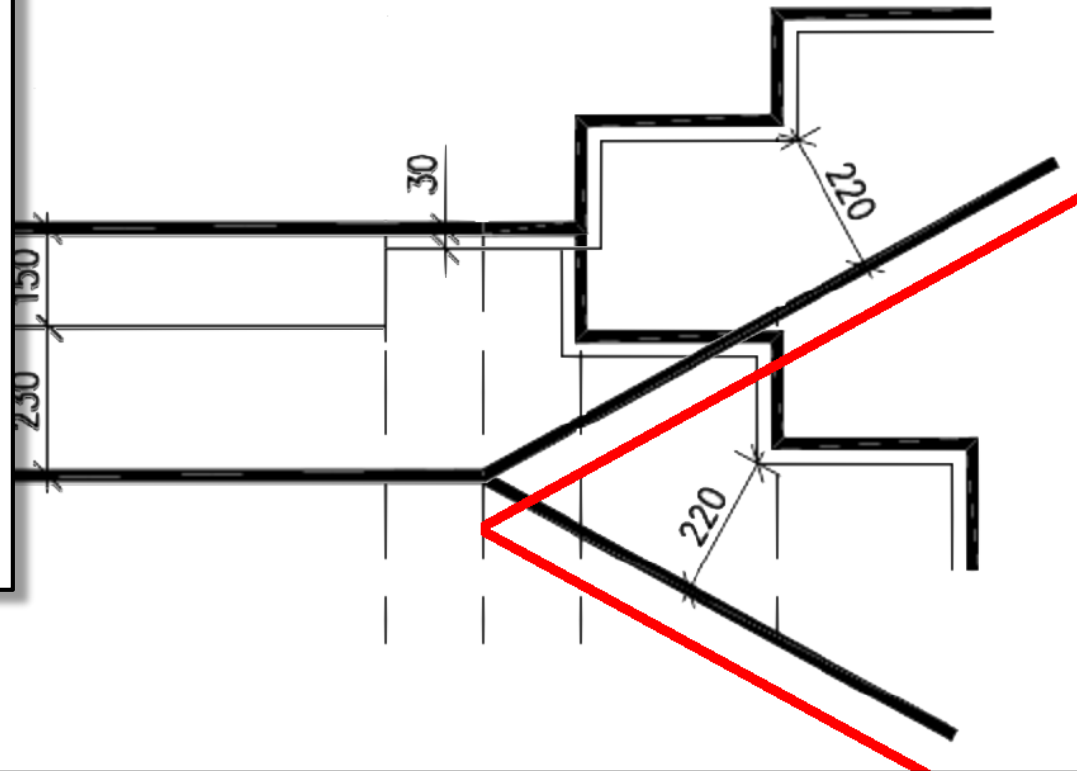
Teorie navíc

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



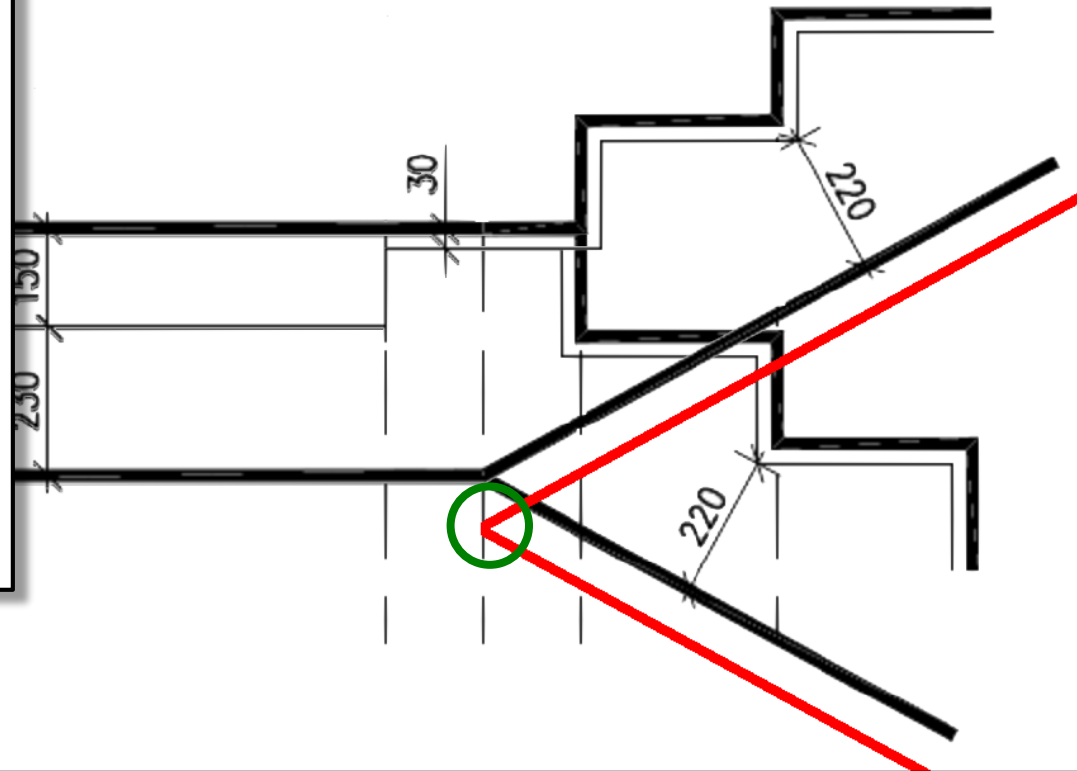
Teorie navíc

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



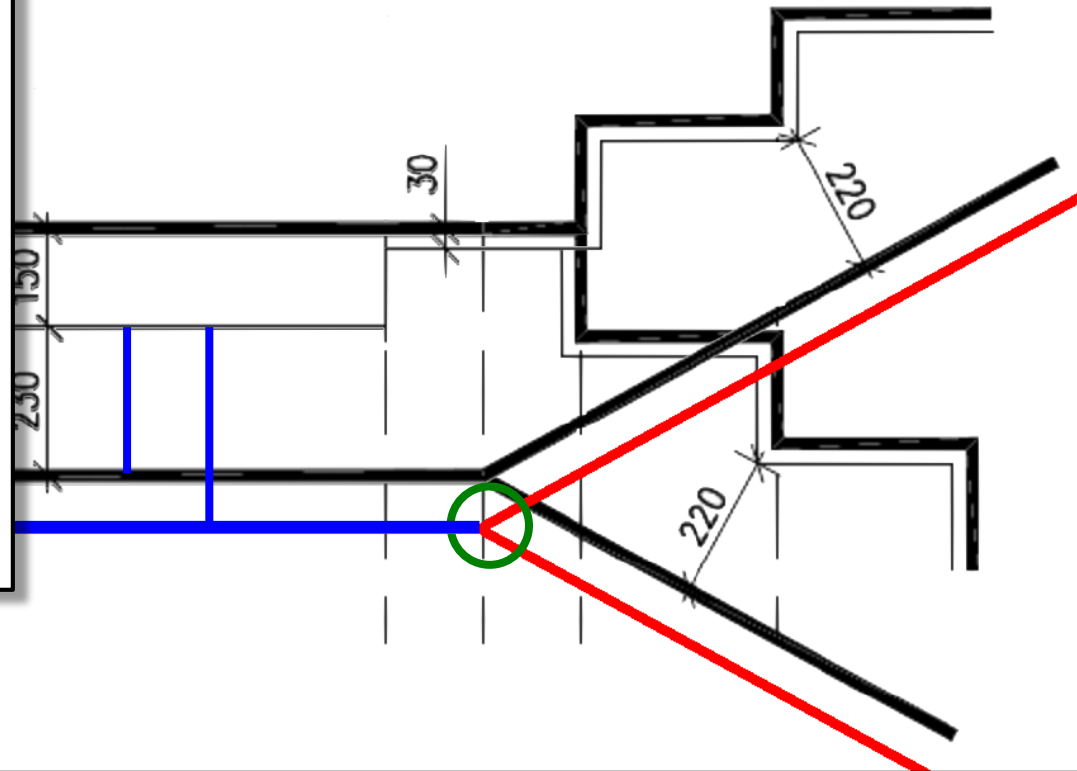
Teorie navíc

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



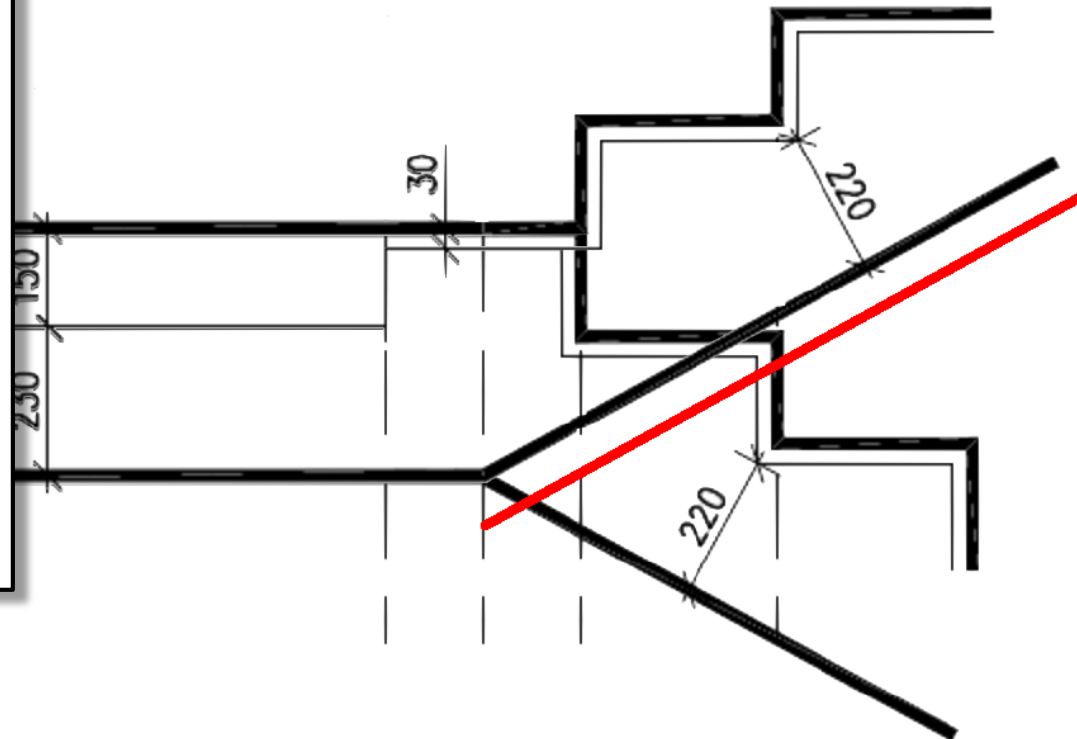
Teorie navíc

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



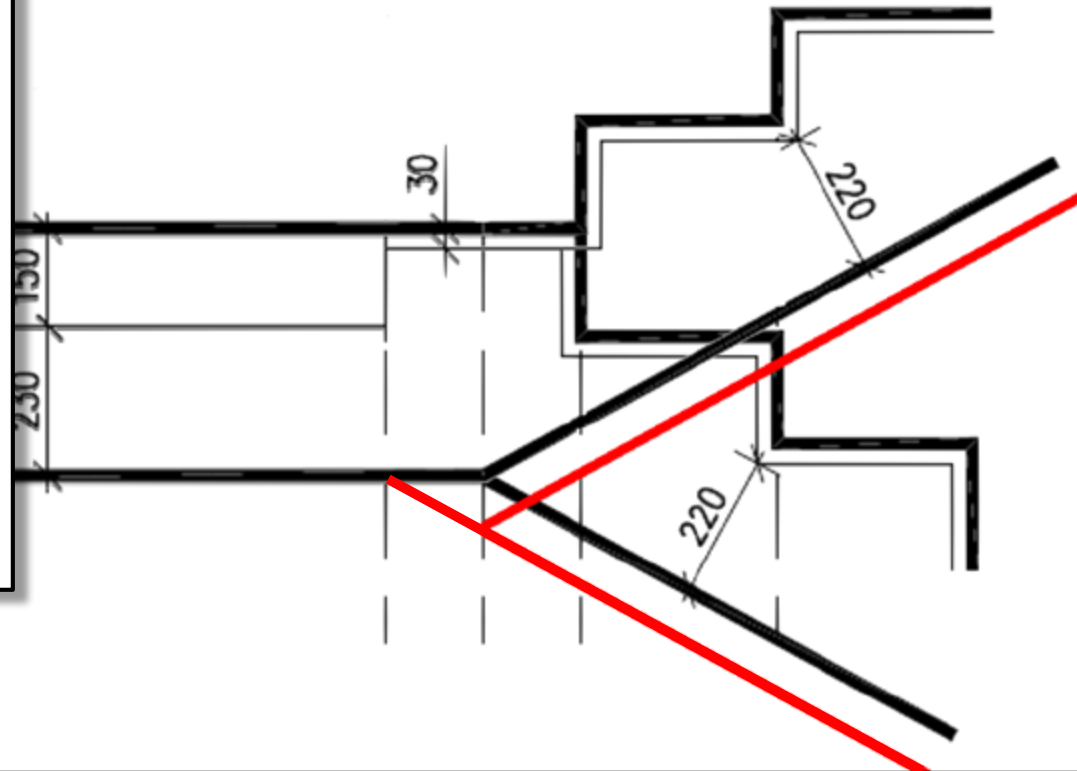
Teorie navíc

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



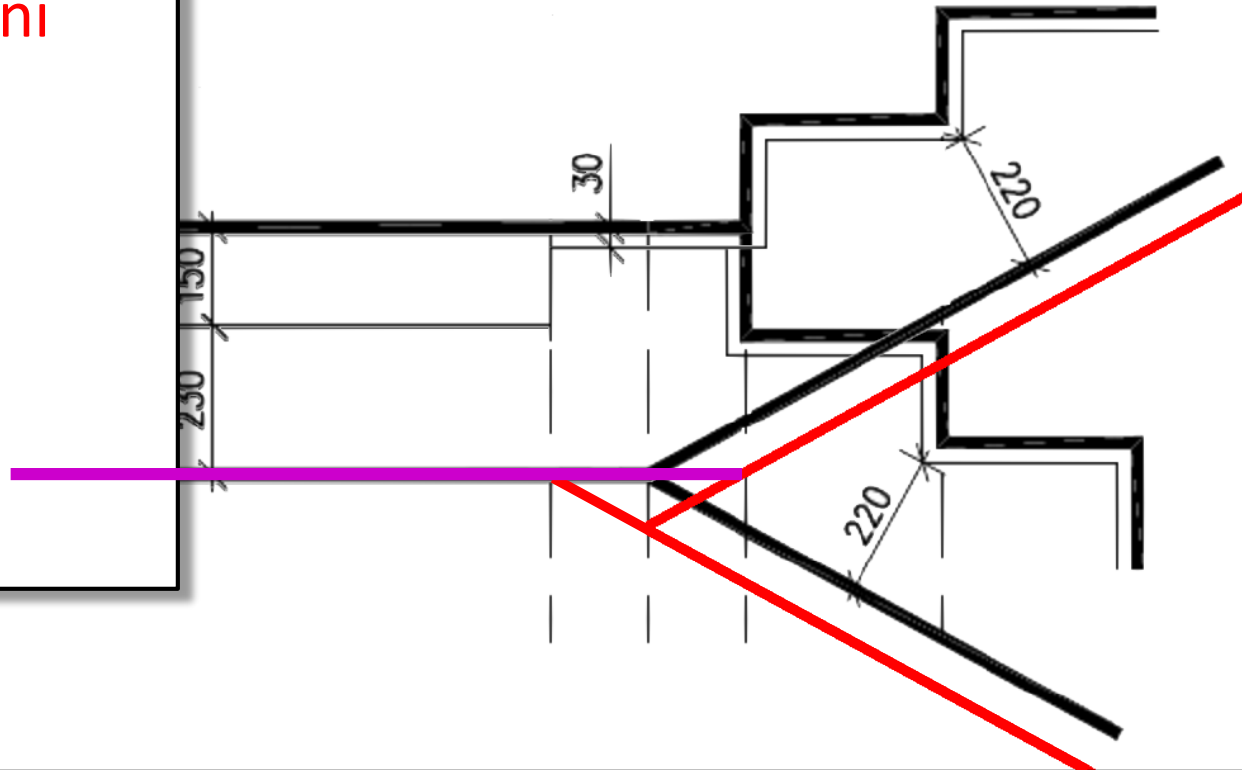
Teorie navíc

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



Teorie navíc

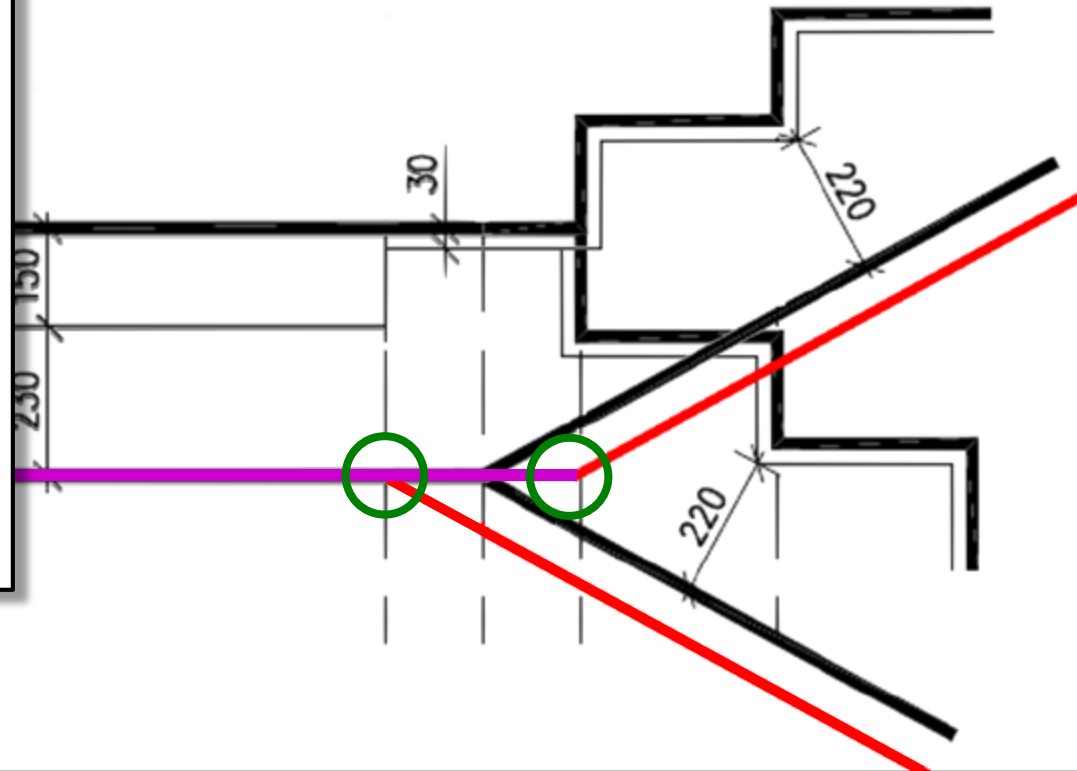
Co se stane při **zvětšení**
tlouštěk ramen a
zachování tloušťky
podesty?



Teorie navíc

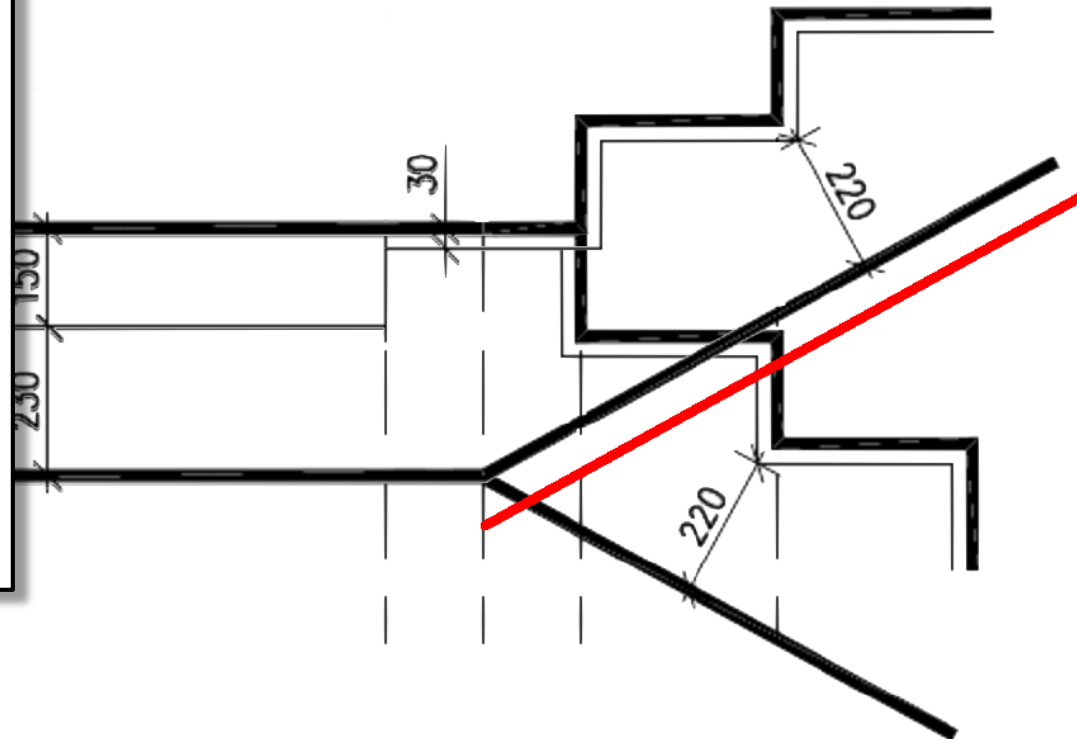
Co se stane při **zvětšení tlouštěk ramen** a zachování tloušťky podesty?

Nebudou se překrývat body 😞.



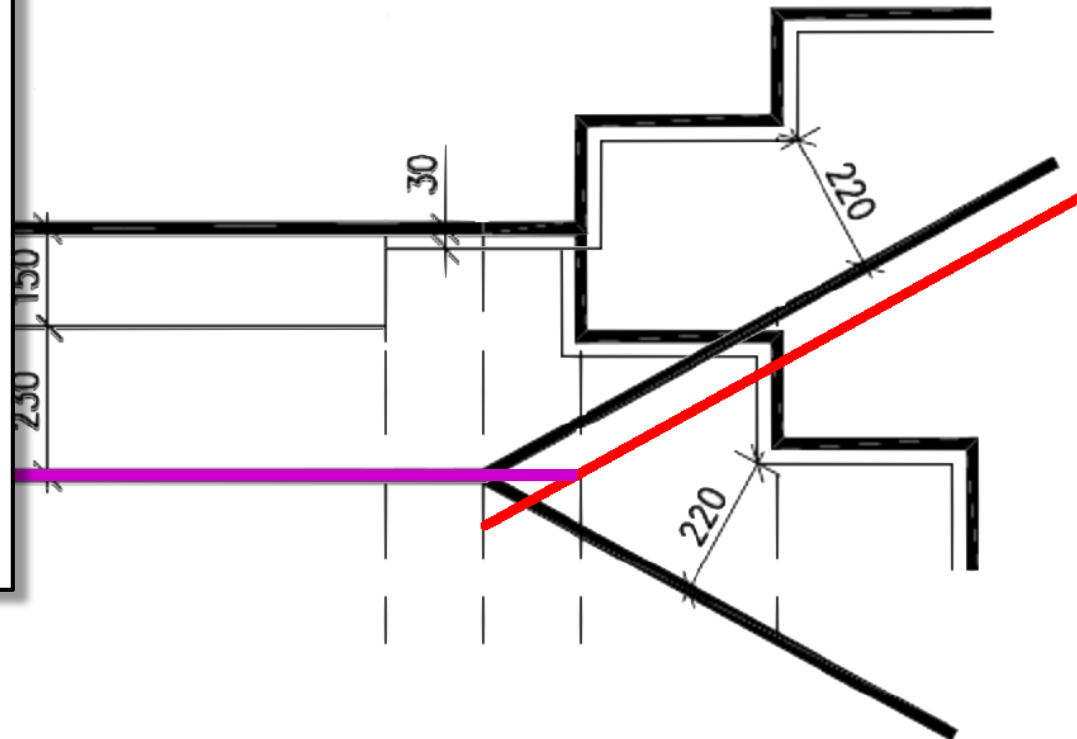
Teorie navíc

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



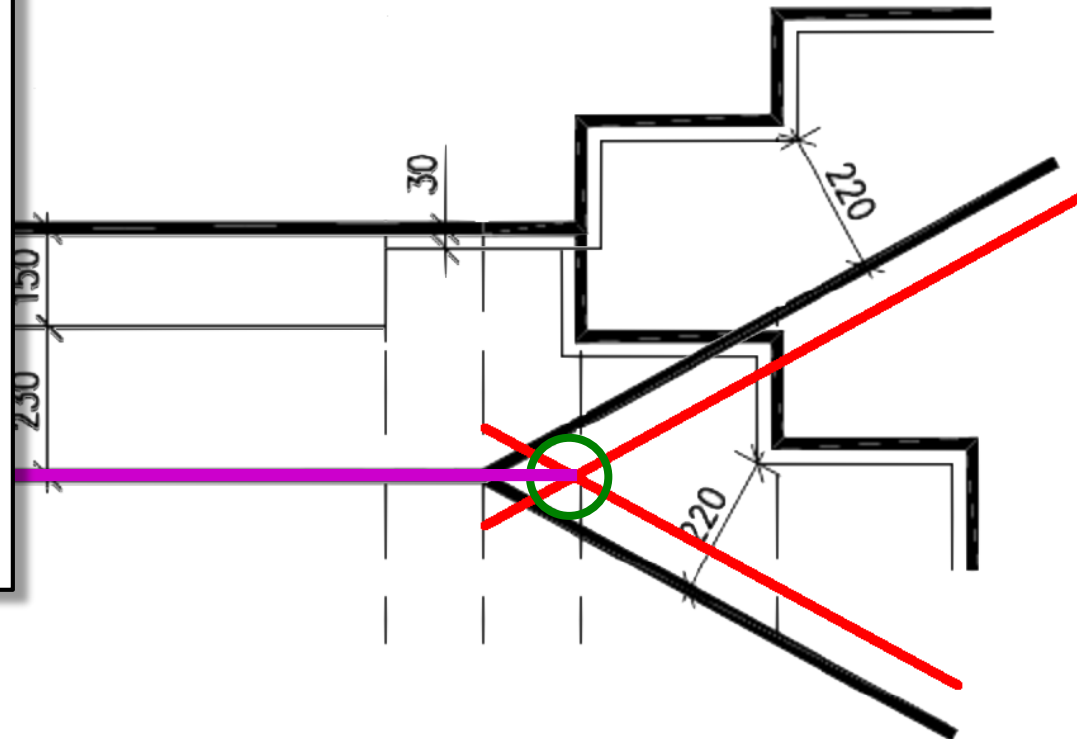
Teorie navíc

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



Teorie navíc

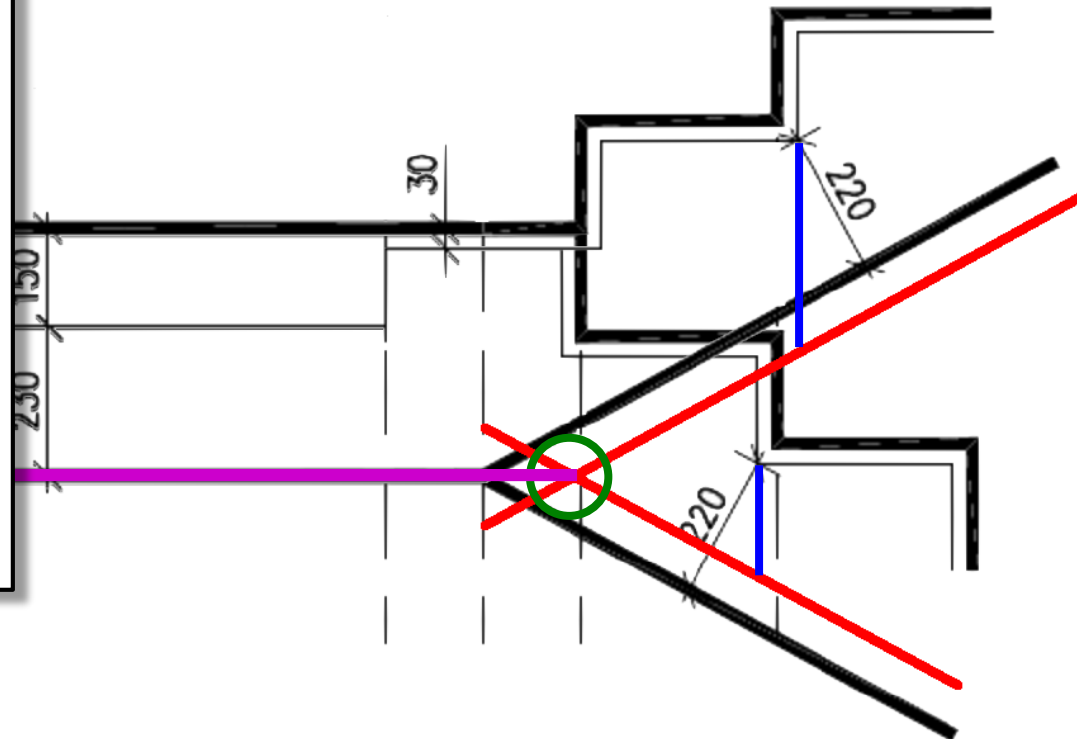
Co se stane při **zvětšení**
tloušťky ramene,
zachování tloušťky
podesty, a **zachování**
překrytí bodů?



Teorie navíc

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

**Tloušťka každého ramene
 bude jiná ☹.**

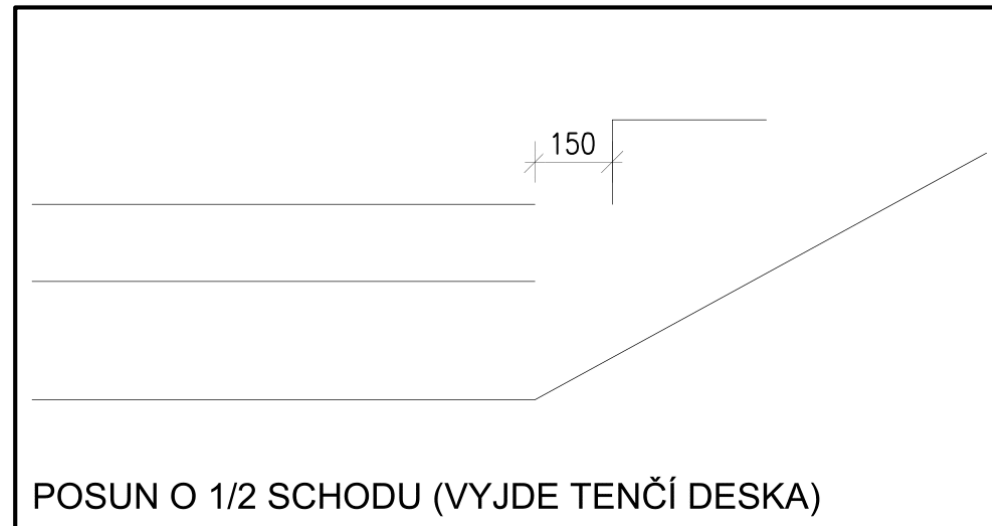


Teorie navíc

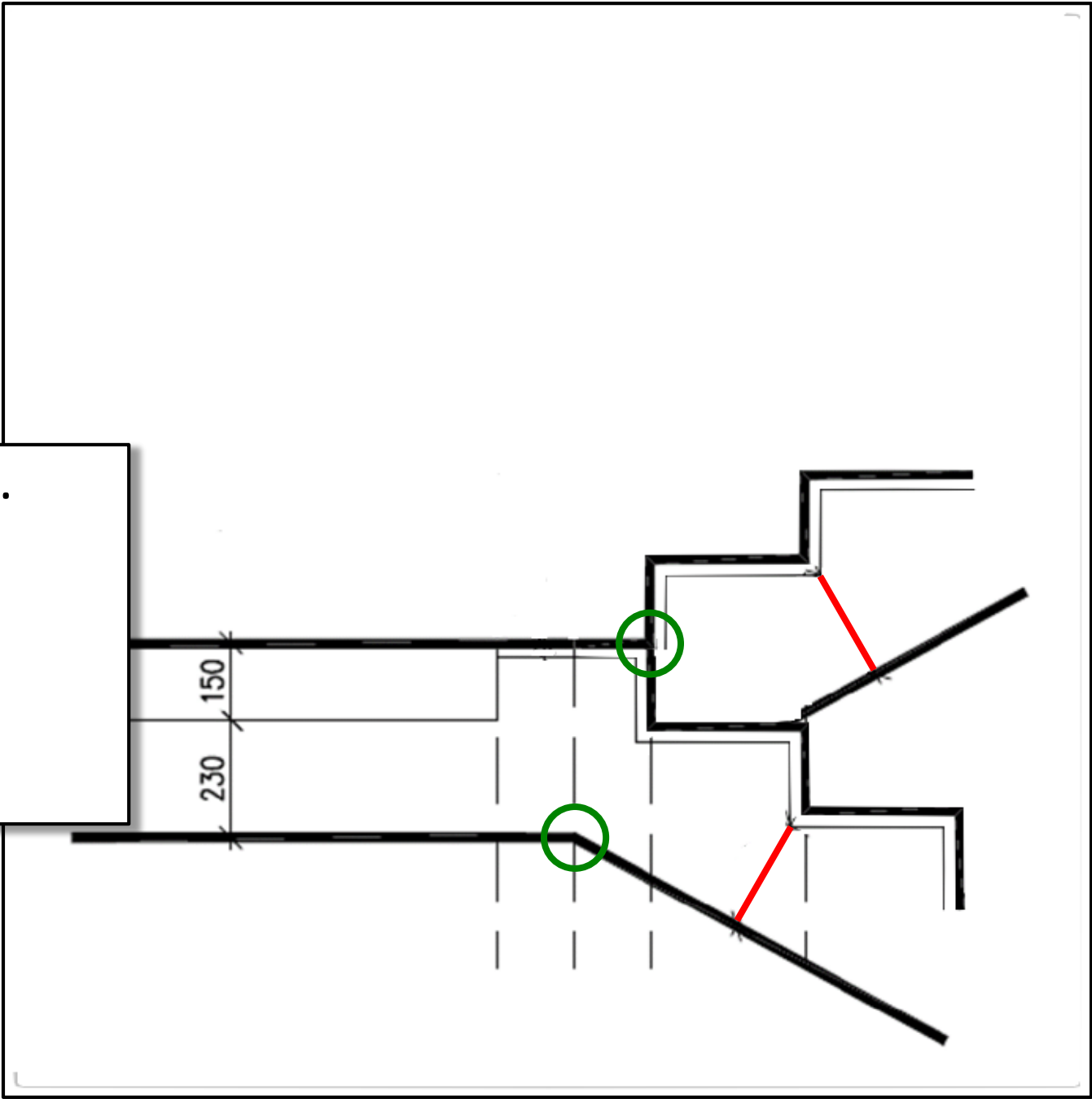
Geometrie

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.)

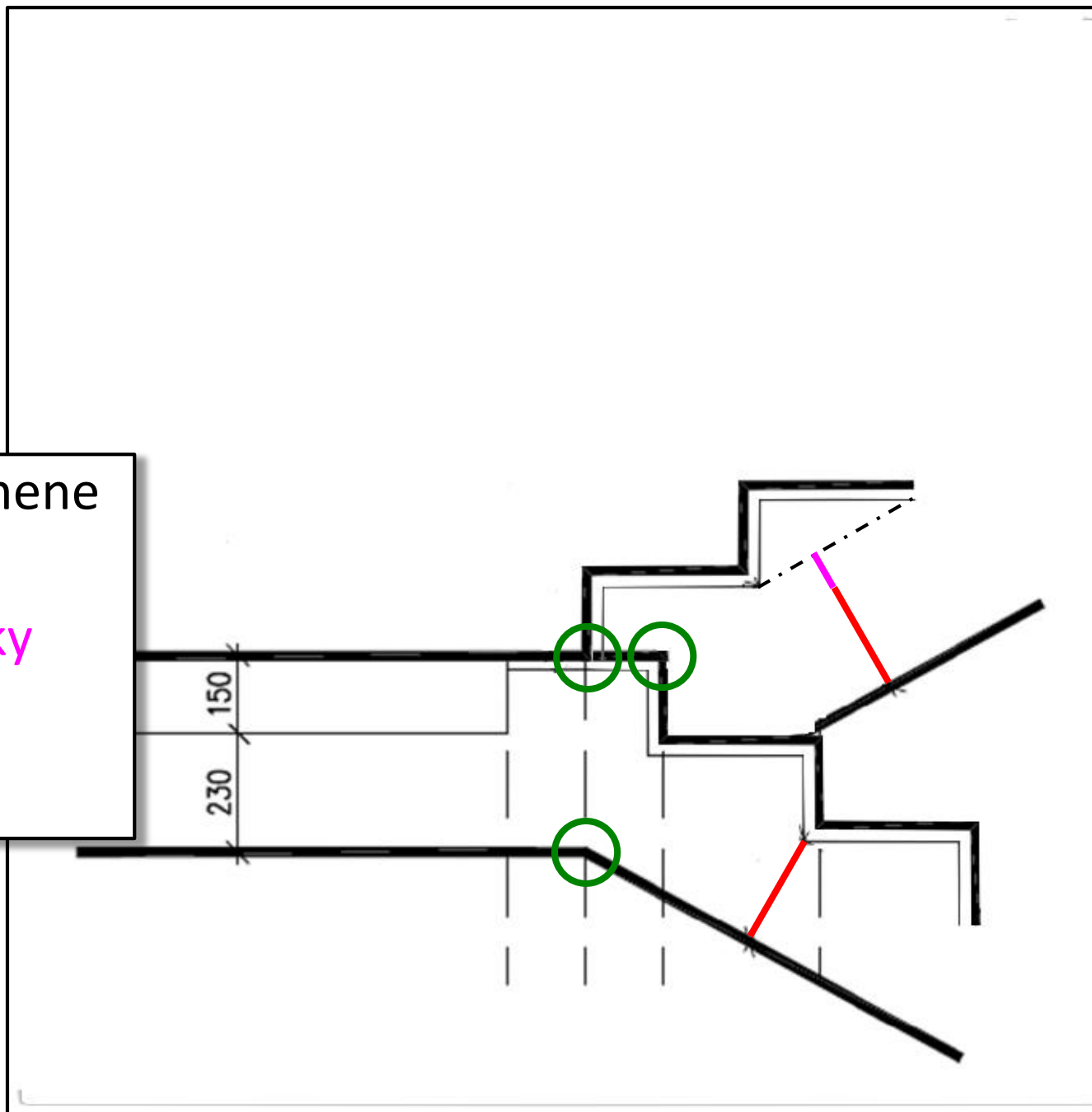


Původní geometrie.



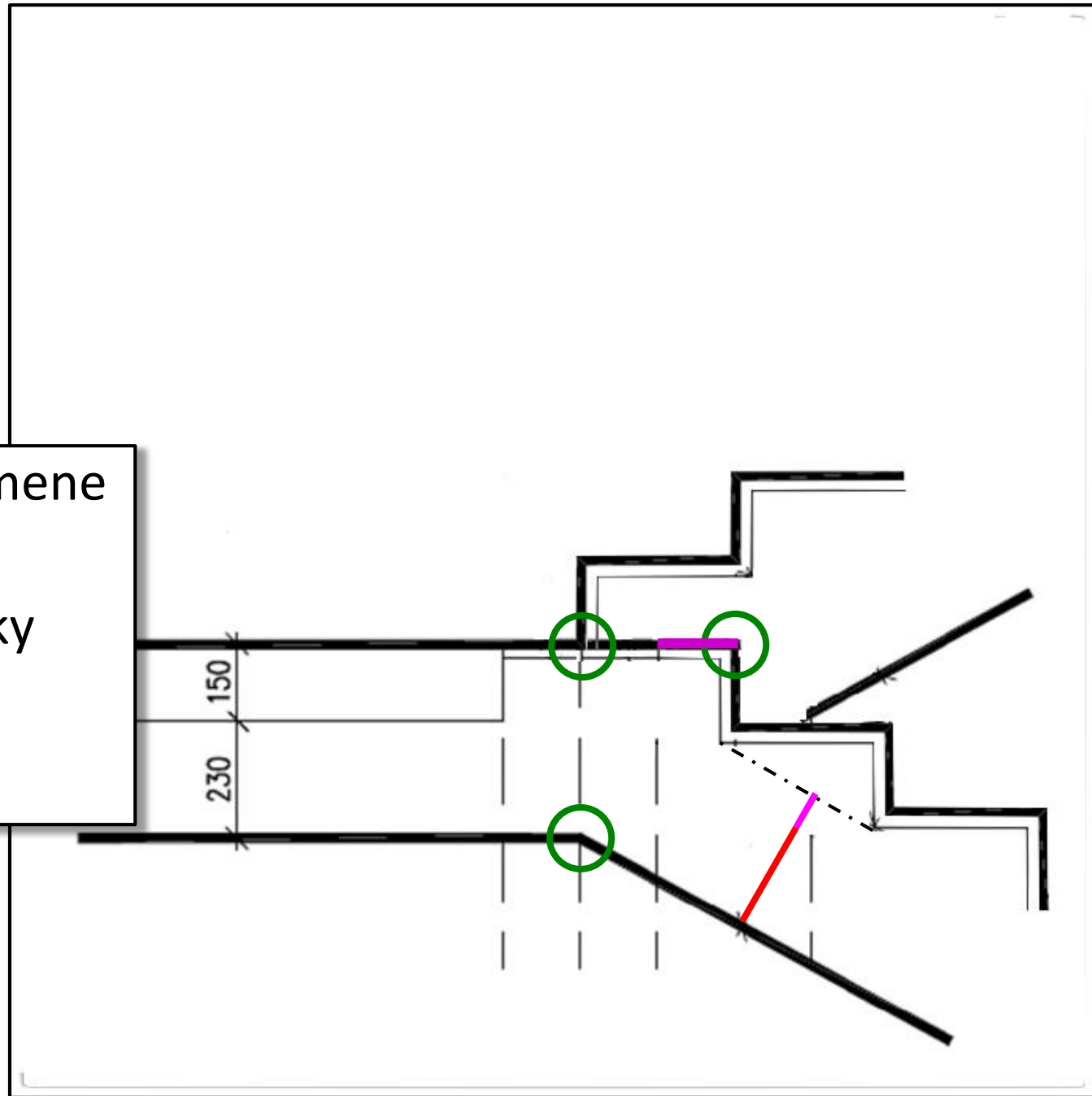
Posun jednoho ramene
o půl schodu.

→ Zvětšení tloušťky
daného ramene.

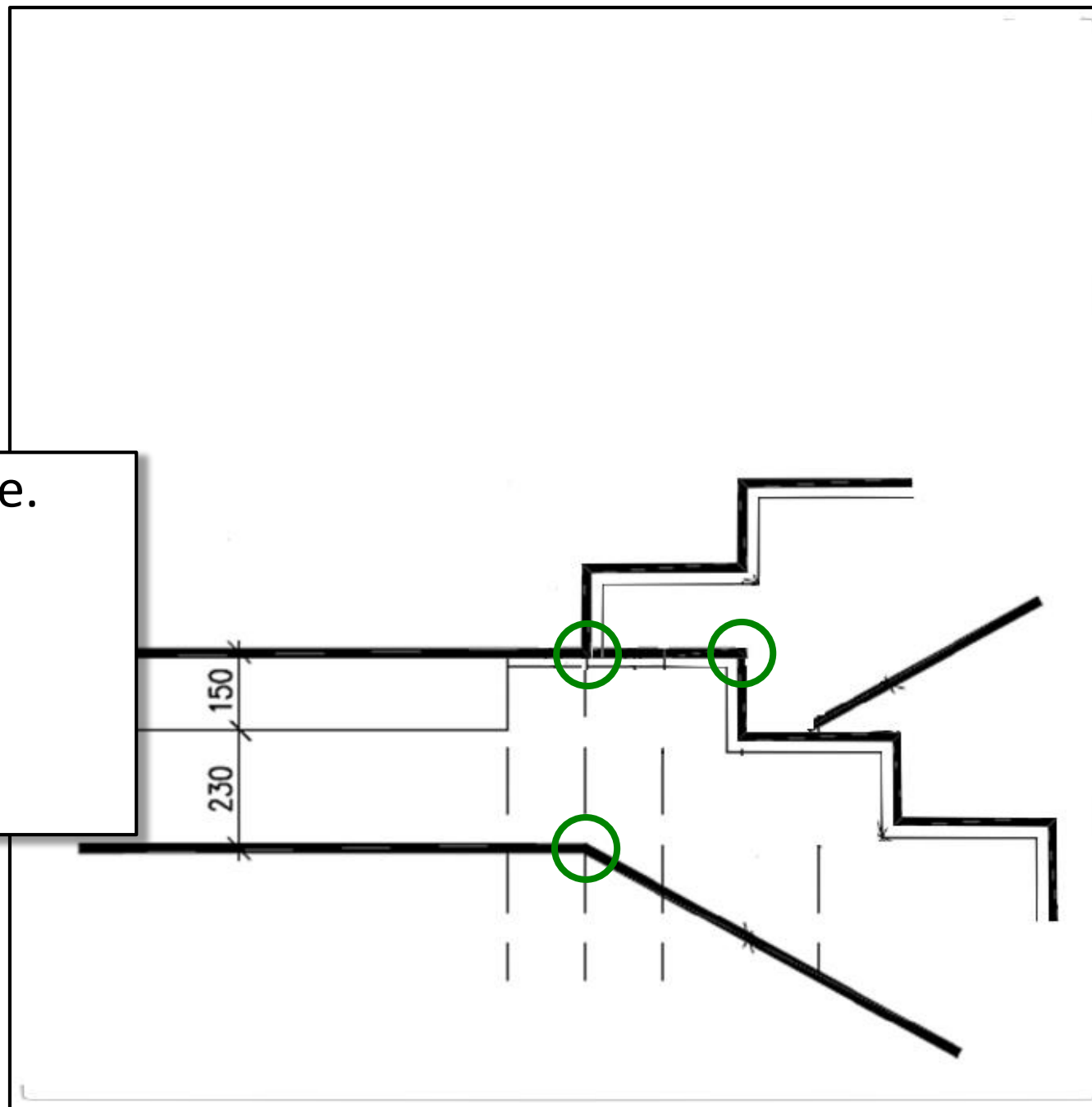


Posun druhého ramene
o půl schodu.

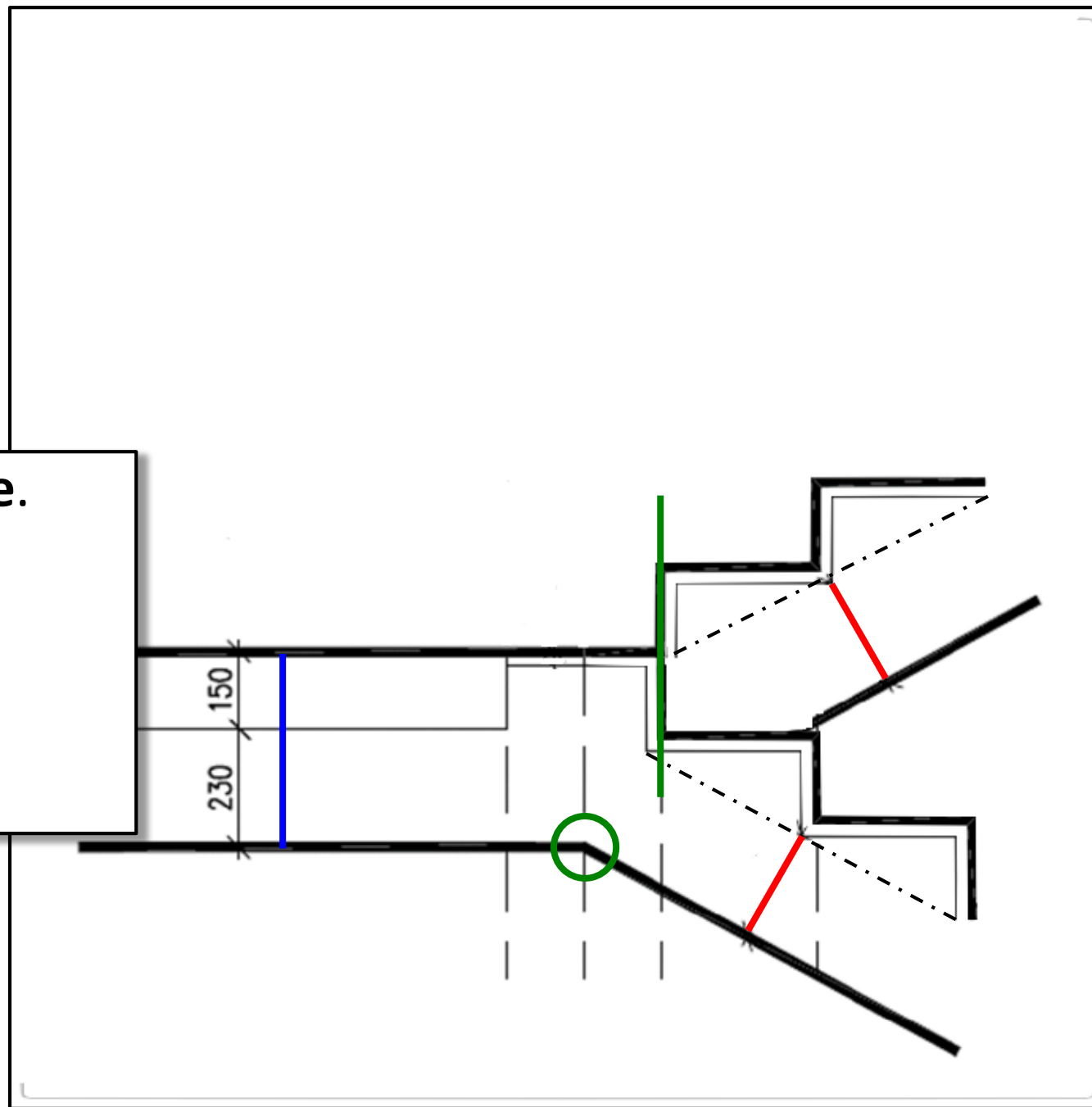
→ Zvětšení tloušťky
daného ramene



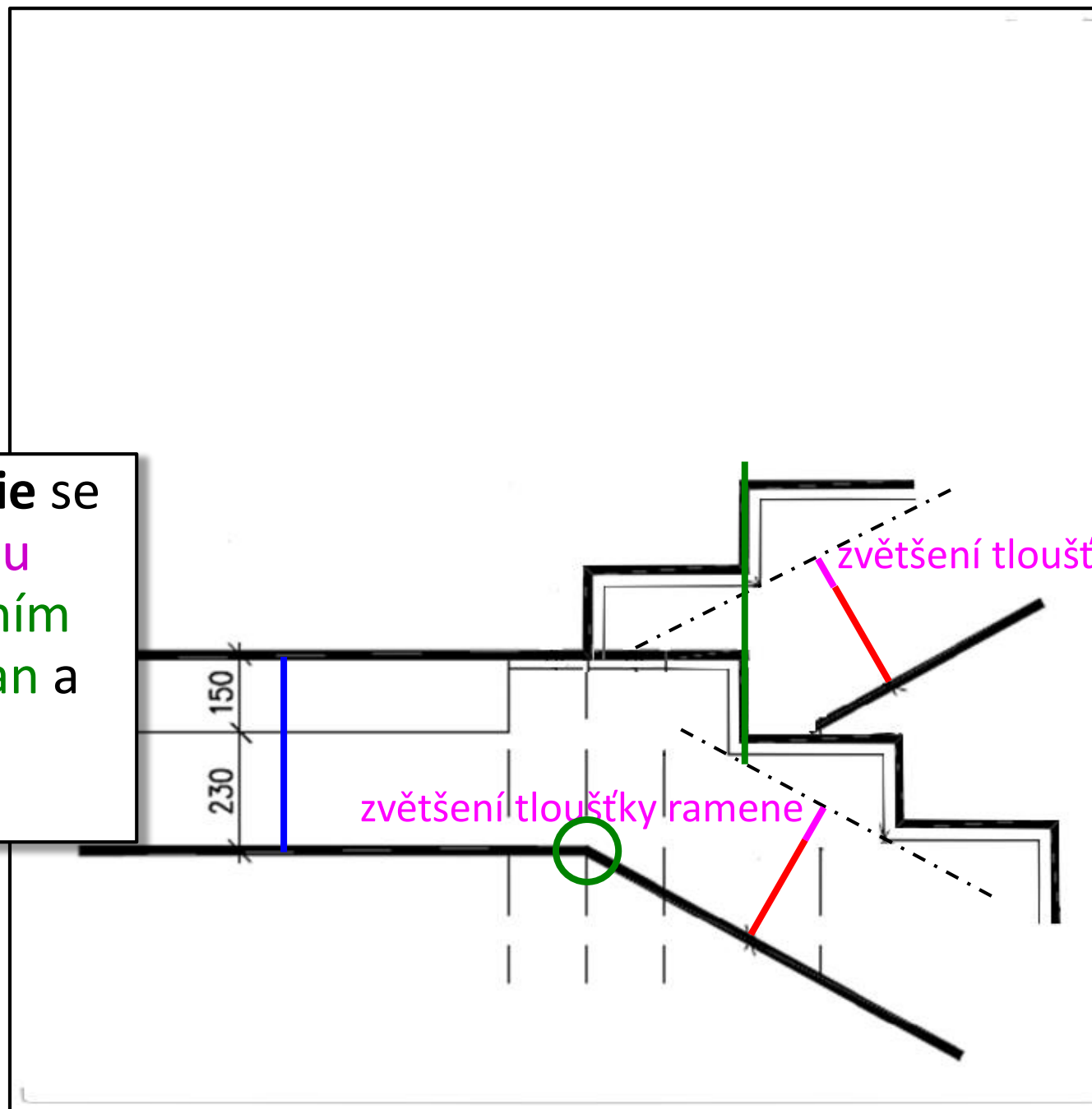
Výsledná geometrie.



Původní geometrie.



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



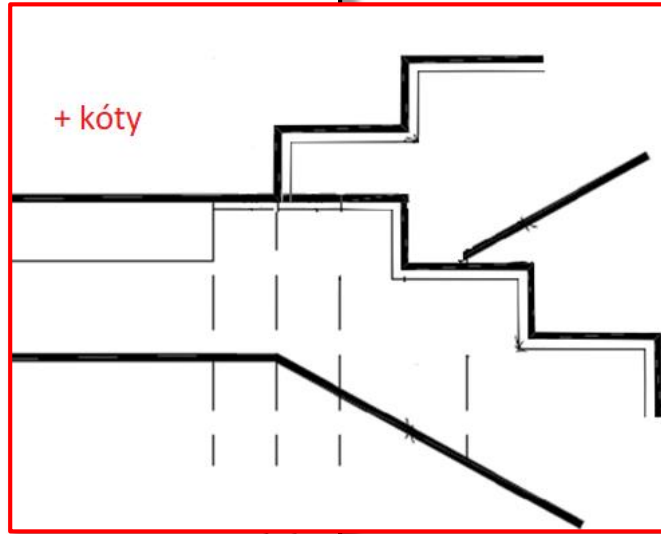
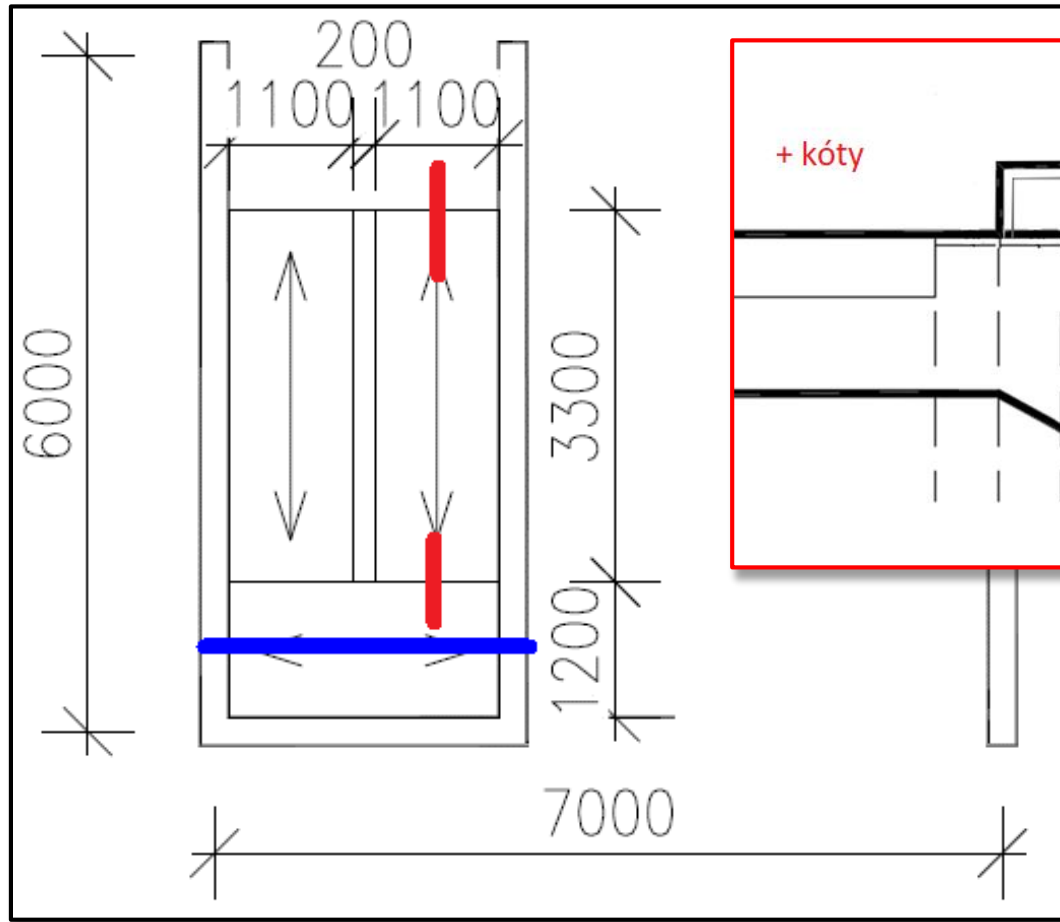
Geometrie

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,

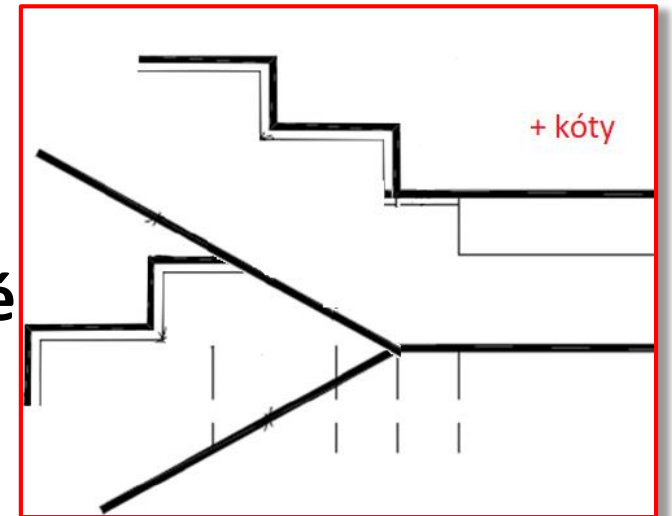
Schematicky zakreslete polohu **prvků pro akustické oddělení** schodiště, vylamovacích lišt a jiné.

Geometrie



ně povrchů, nejen nosná

yků pro akustické



Výpočet zatížení

Výpočet zatížení

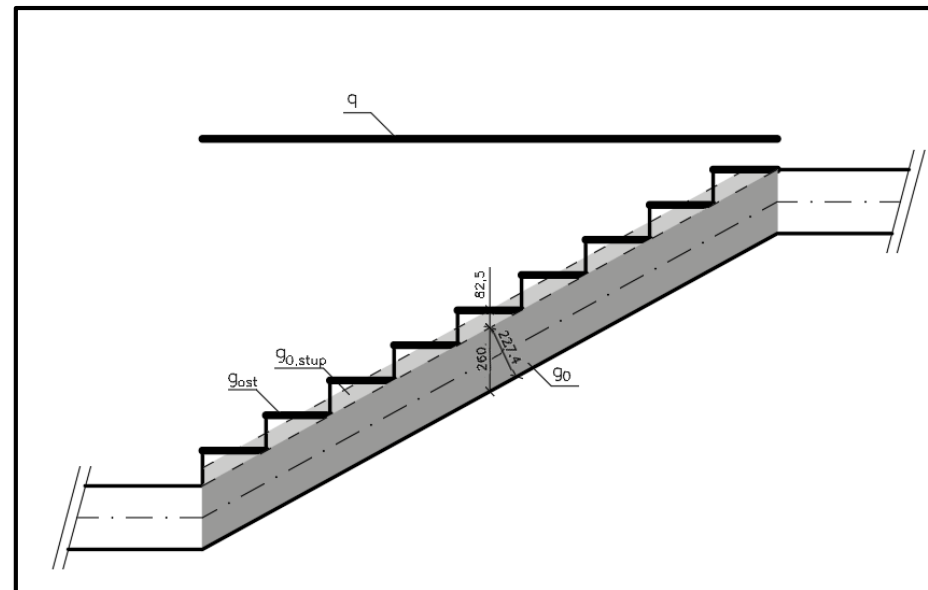
Výpočet zatížení píšeme do tabulky.

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

Výpočet zatížení ramene

Do výpočtu zatížení ramene uvažíme

- vlastní tíhu stupňů* ($g_{s,k}$ = 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),
- užité zatížení ($q_k = \max(q_{strop}; 3 \text{ kN/m}^2)$), kde q_{strop} je z Úlohy 1).

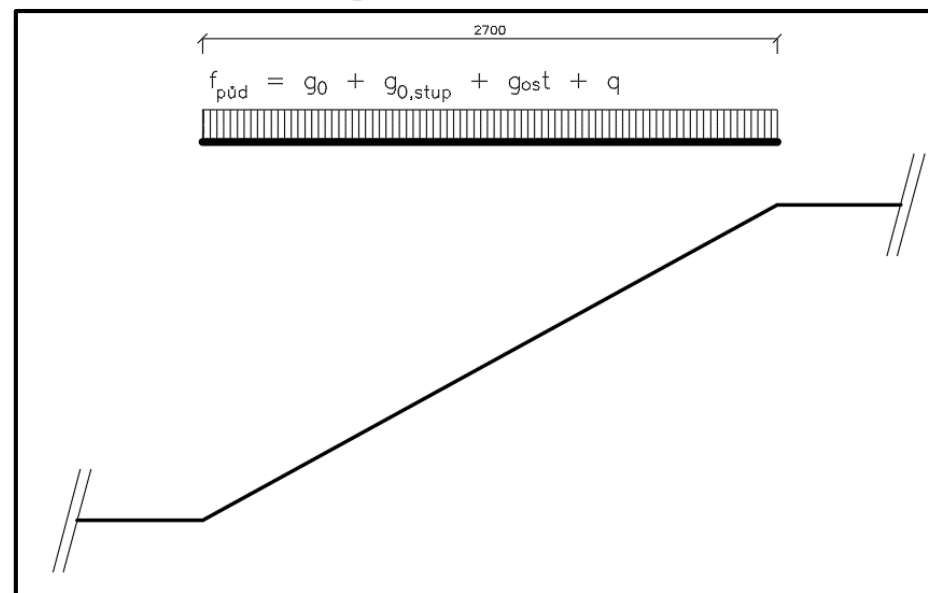


* Tíhu schodišťových stupňů rovnoměrně rozprostřeme – tj. budeme místo nich uvažovat desku o tloušťce $h_s/2$, kde h_s je výška stupně.

Výpočet zatížení ramene

Do výpočtu zatížení ramene uvažíme

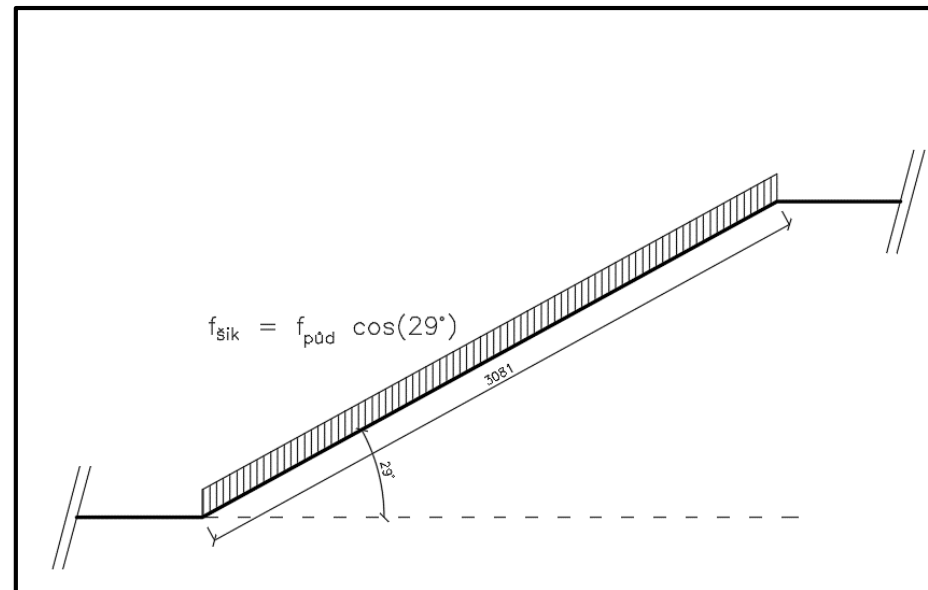
- vlastní tíhu stupňů* ($g_{s,k}$ = tíha betonu \times polovina výšky stupně),
- vlastní tíhu desky ($g_{0,k}$ = tíha betonu \times svislá tloušťka desky),
- ostatní stálé zatížení ($g_{ost,k}$ = tíha povrchové úpravy; vhodně zvolte),
- užité zatížení ($q_k = \max(q_{strop}; 3 \text{ kN/m}^2)$), kde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

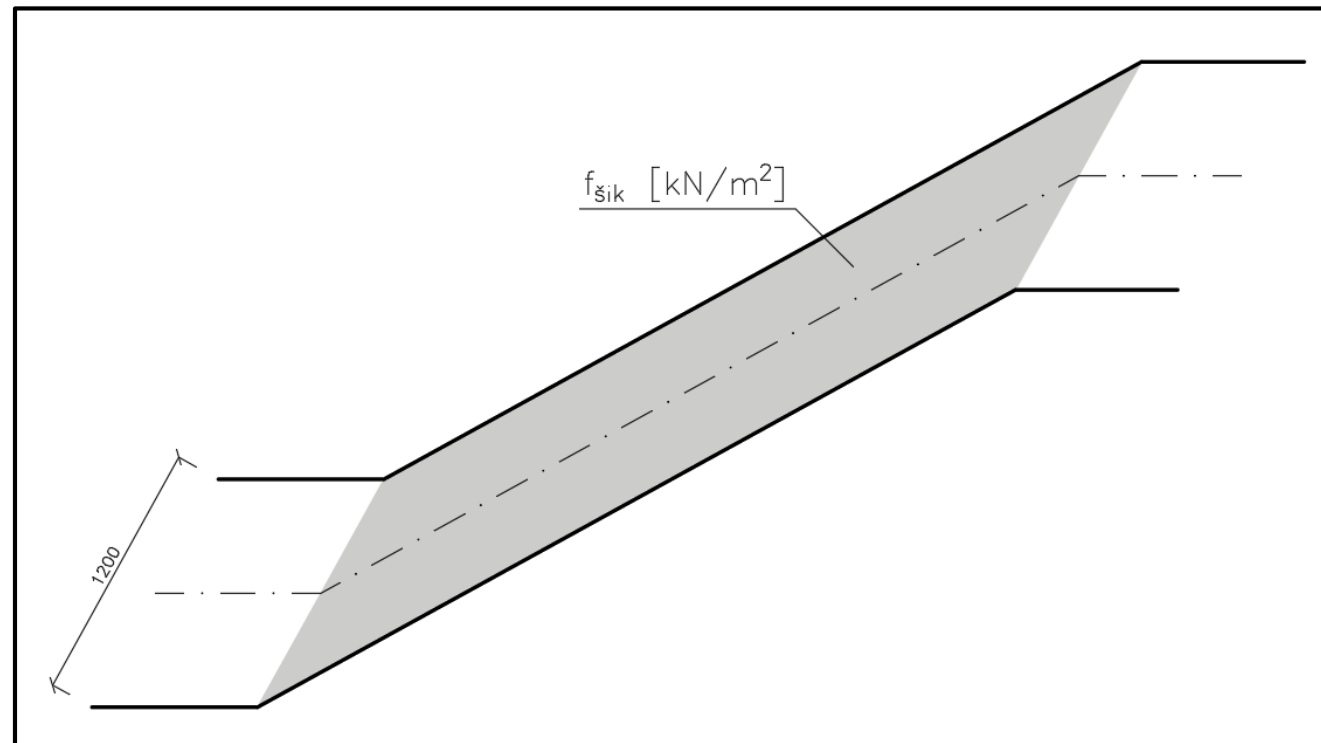
Výpočet zatížení ramene

Zatížení na průmětu ramene je nutné **přepočítat na skutečnou skloněnou délku ramene.**



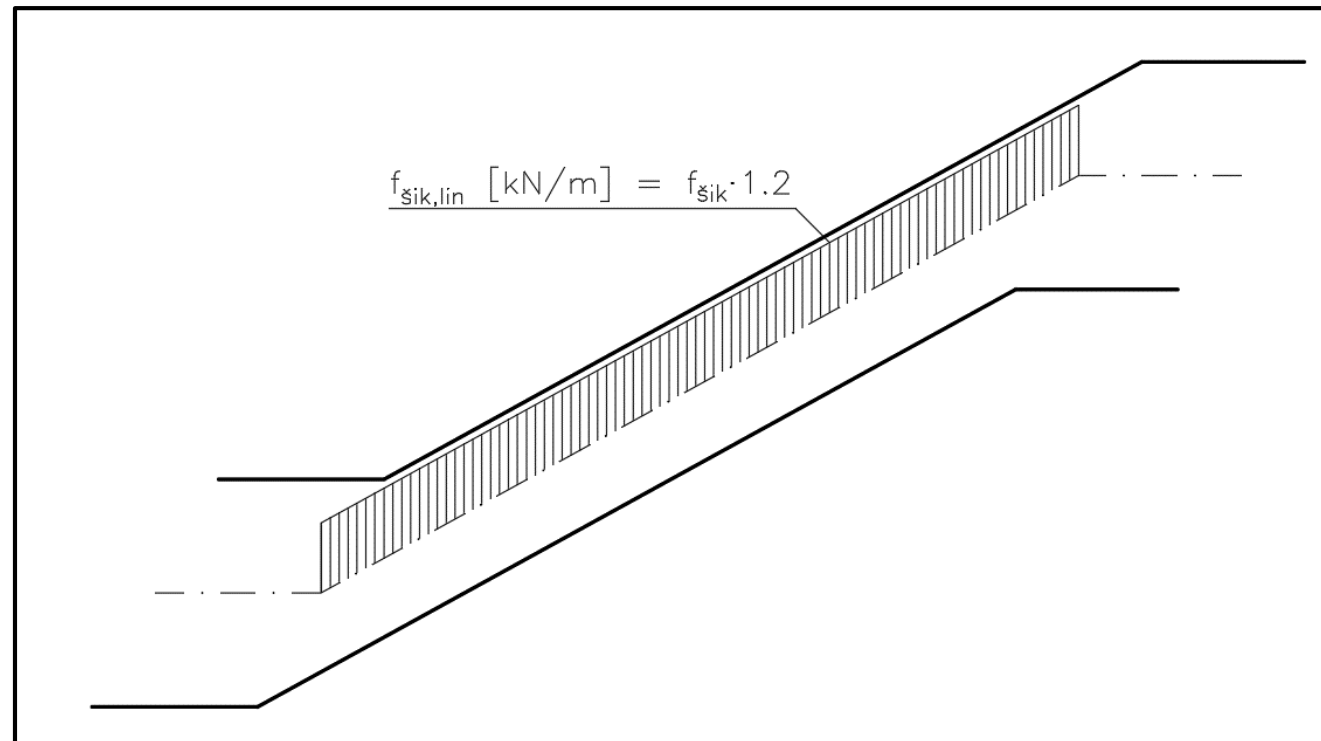
Výpočet zatížení ramene

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).



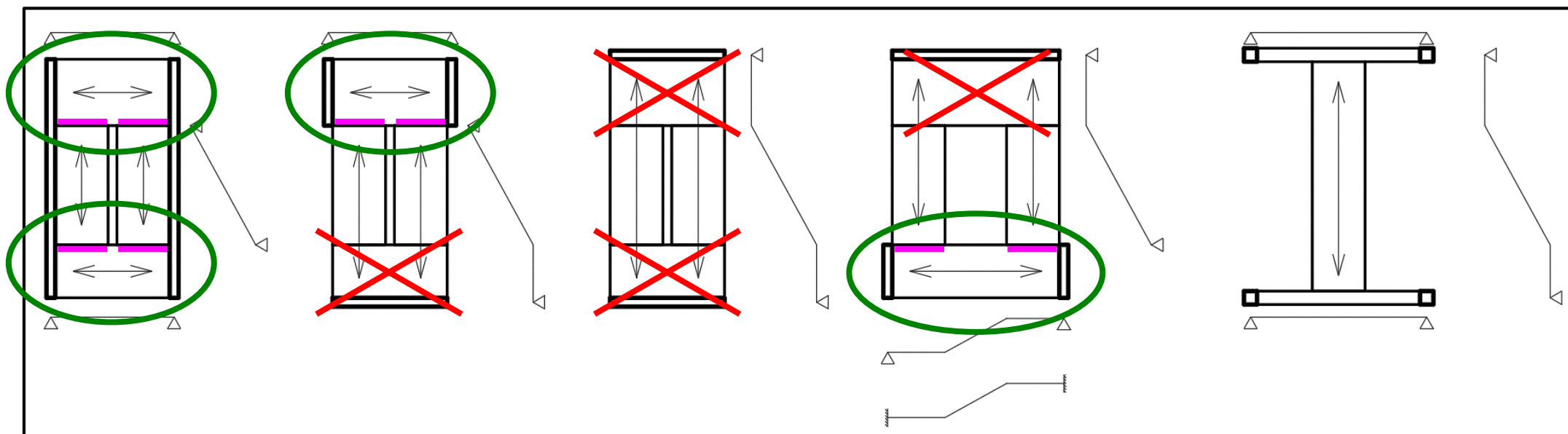
Výpočet zatížení podesty

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),
- užité zatížení ($q_k = \max(q_{strop}; 3 \text{ kN/m}^2)$), kde q_{strop} je z Úlohy 1),
- případné zatížení od ramene (viz dále).

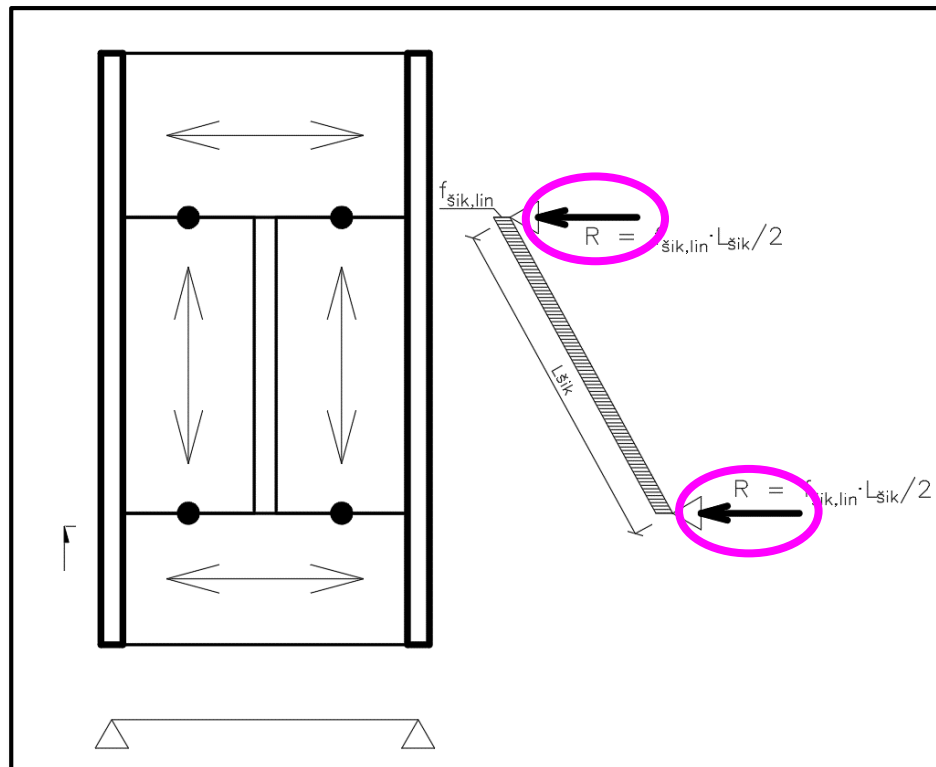
Výpočet zatížení podesty od ramene

Pokud je **rameno uložené do podesty** (tj. podesta není součástí pnutí ramene) musíme určit, jak **rameno zatěžuje danou podestu**.



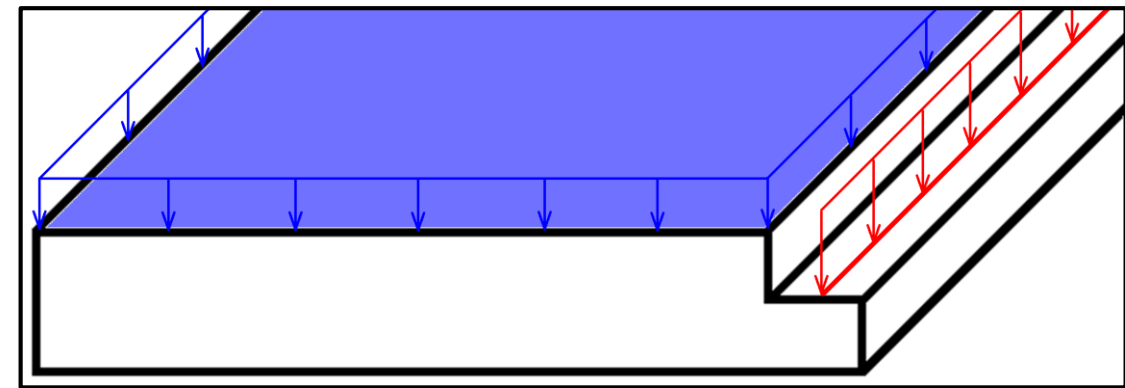
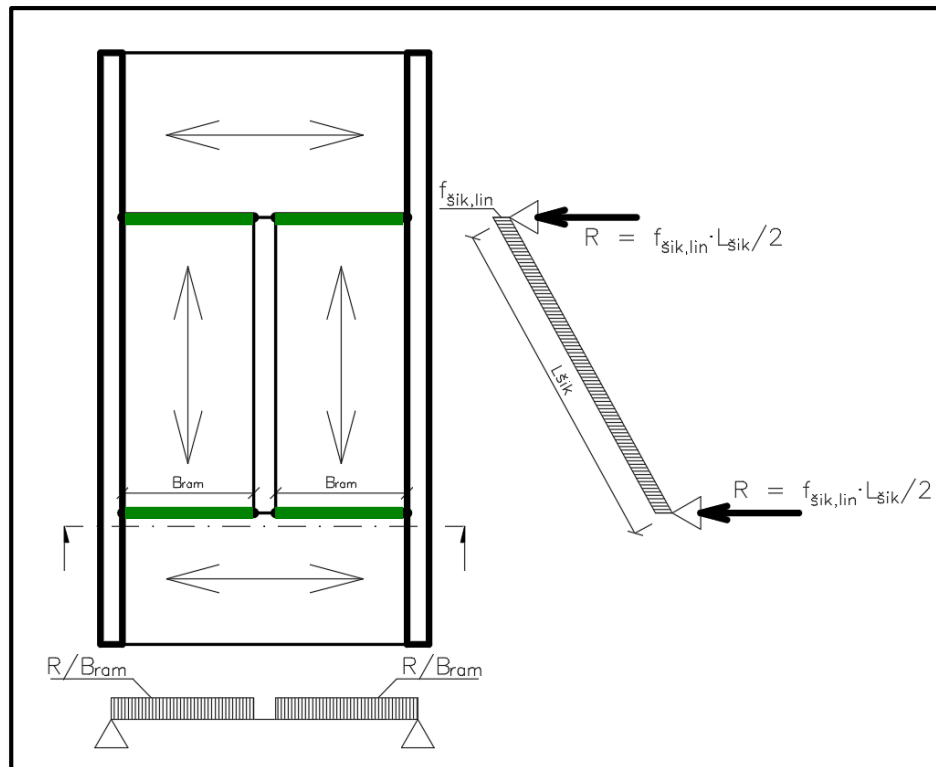
Výpočet zatížení podesty od ramene

Zatížení podesty od ramene stanovíme tak, že **nejprve určíme reakci od ramene** $R = fL/2$, ...



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**.



Výpočet vnitřních sil

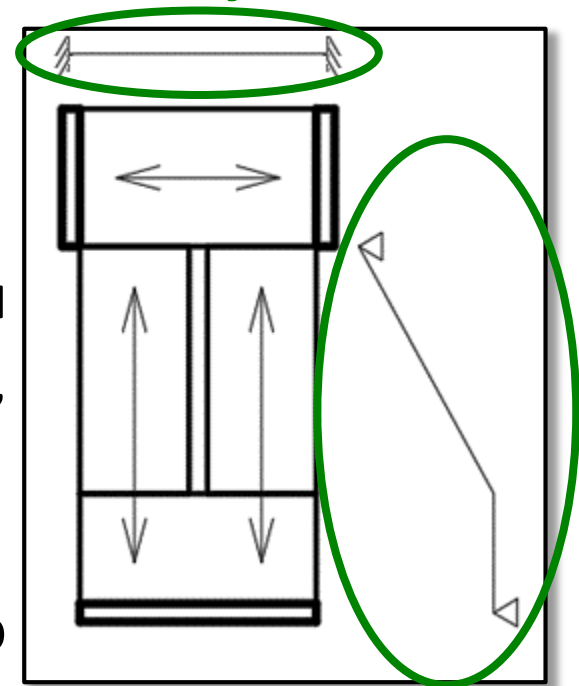
Výpočet vnitřních sil

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

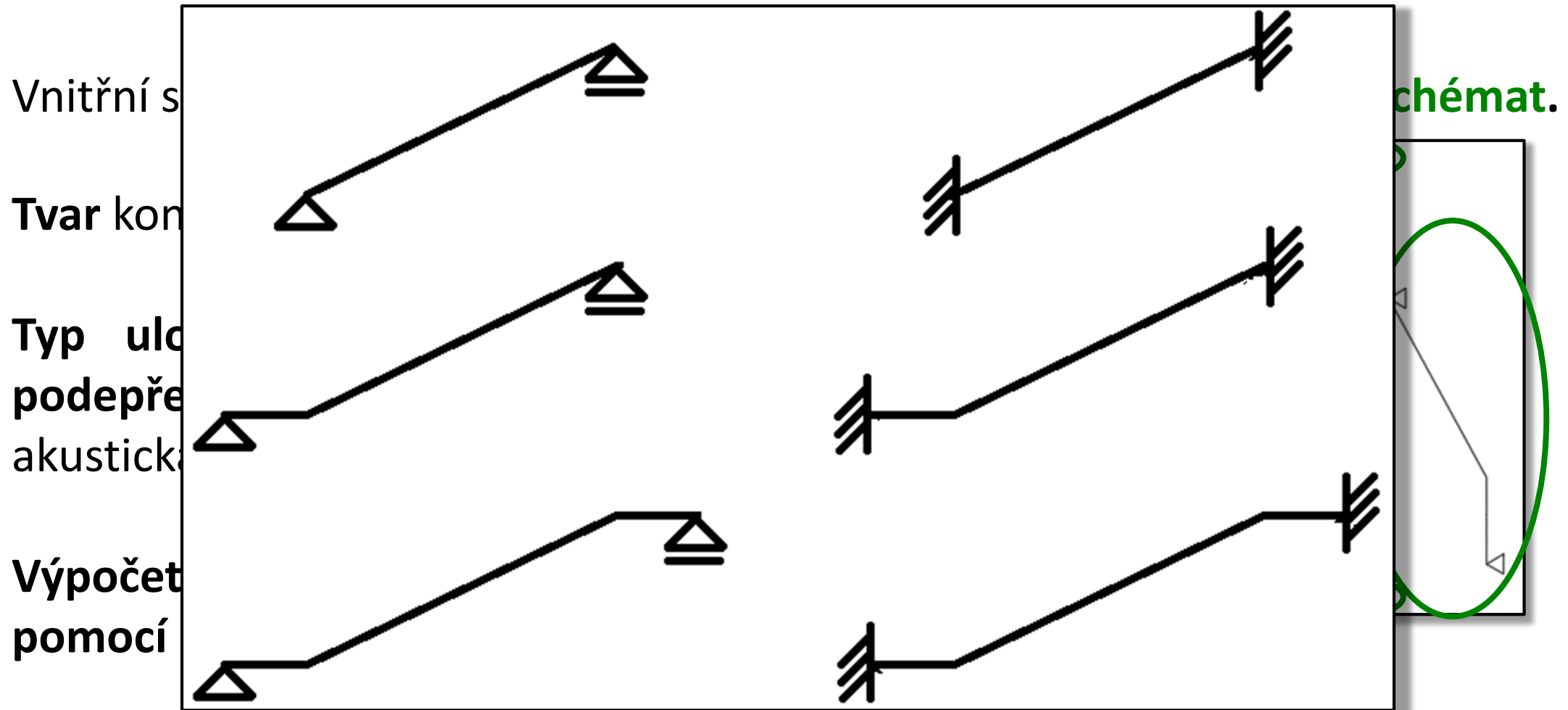
Tvar konstrukce **závisí** na naší **navržené geometrii.**

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.

Návrh plochy výztuže a posouzení

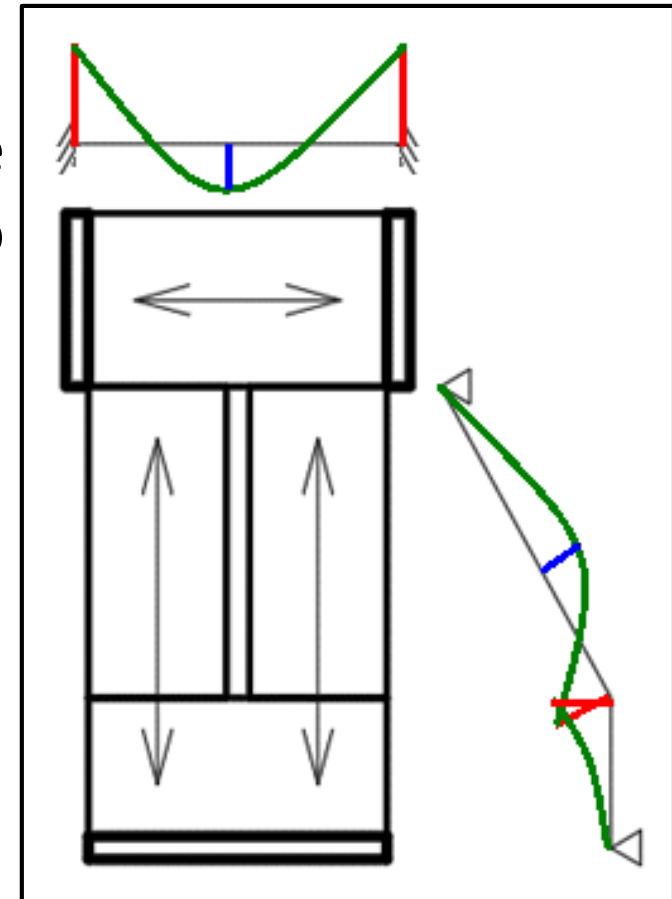
Návrh plochy výztuže a posouzení

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** (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

Viz výklad od Tomáše Trtíka :)

Díky za pozornost

Poděkování

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

Děkuji **Stáňovi Zažirejovi** za poskytnutí vizualizací a obrázků.

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