

NNKB – 1. cvičení

TEORIE – Výpočet zatížení

Názvosloví

Názvosloví

Tíha – ?

Zatížení – ?

Názvosloví

Tíha – **síla** (fyzikální veličina; jako hmotnost, ale v Newtonech)

Zatížení – ?

Názvosloví

Tíha – **síla** (fyzikální veličina; jako hmotnost, ale v Newtonech)

Zatížení – fyzikální vliv, který vyvolává reakci konstrukce (napětí, přetvoření, pohyb ...)

Názvosloví

Tíha – **síla** (fyzikální veličina; jako hmotnost, ale v Newtonech)

Zatížení – fyzikální vliv, který vyvolává reakci konstrukce (napětí, přetvoření, pohyb ...)

Zatížení – tíha něčeho (např. skříně) působící na něco jiného (např. strop)

Názvosloví

Často se pojmy zaměňují – například:

Když mluvíme o plošné tíze desky [kN/m^2], tak by se správně mělo říkat „plošná **tíha** desky“.

Místo toho se spíše říká „plošné **zatížení** desky **od vlastní tíhy**“.

Druhy zatížení

Druhy zatížení

Stálé (G) – působí (skoro) pořád

- ?
- ?

Proměnné (Q) – působí jen občas

- ?
- ?

Mimořádné – téměř nikdy

- ?

Druhy zatížení

Stálé (G) – působí (skoro) pořád

- vlastní tíha konstrukcí
- ostatní stálé – trvale umístěné zařízení

Proměnné (Q) – působí jen občas

- ?
- ?

Mimořádné – téměř nikdy

- ?

Druhy zatížení

Stálé (G) – působí (skoro) pořád

- vlastní tíha konstrukcí
- ostatní stálé – trvale umístěné zařízení

Proměnné (Q) – působí jen občas

- užitné
- klimatické – sníh, vítr

Mimořádné – téměř nikdy

- ?

Druhy zatížení

Stálé (G) – působí (skoro) pořád

- vlastní tíha konstrukcí
- ostatní stálé – trvale umístěné zařízení

Proměnné (Q) – působí jen občas

- užitné
- klimatické – sníh, vítr

Mimořádné – téměř nikdy

- požár, výbuch, náraz, ...

Druhy zatížení

Stálé (G) – působí (skoro) pořád

- vlastní tíha konstrukcí
- ostatní stálé – trvale umístěné zařízení

Proměnné (Q) – působí jen občas

- užitné
- klimatické – sníh, vítr

Mimořádné – téměř nikdy

- požár, výbuch, náraz, ...

Výpočet zatížení

Hmotnost

Tíha průvlaku

Tíha panelu

Objemová tíha

Plošné zatížení **desky**

Plošné zatížení panelu

Objemová tíha trámu

Objemová tíha sloupu

Plošná tíha **stěny**

Plošná tíha **stěny**

Liniové zatížení trámu

→ **Tíha**

→ **Liniové** zatížení

→ **Plošné** zatížení

→ **Plošné** zatížení

→ **Liniové** zatížení trámu

→ Liniové zatížení průvlaku

→ **Liniová** tíha trámu

→ Liniová tíha sloupu

→ **Liniové** zatížení trámu

→ **Bodové** zatížení trámu

→ **Bodové** zatížení sloupu

Výpočet zatížení

Hmotnost

→ **Tíha**

Tíha průvlaku

→ **Liniové**

Tíha panelu

→ **Bodové**

Objemová tíha

Plošné zatížení desky

→ **Plošné zatížení trámu**

Plošné zatížení

→ **Plošné zatížení průvlaku**

Obi

→ **Liniová tíha trámu**

→ **Liniová tíha sloupu**

→ **Liniové** zatížení trámu

→ **Bodové** zatížení trámu

→ **Bodové** zatížení sloupu

VŽDY VÁM MUSÍ SEDĚT JEDNOTKY

Liniové zatížení stěny

→ **Liniové** zatížení trámu

Část A – Plošné zatížení monolitické ŽB stropní desky

Úkol 1.A

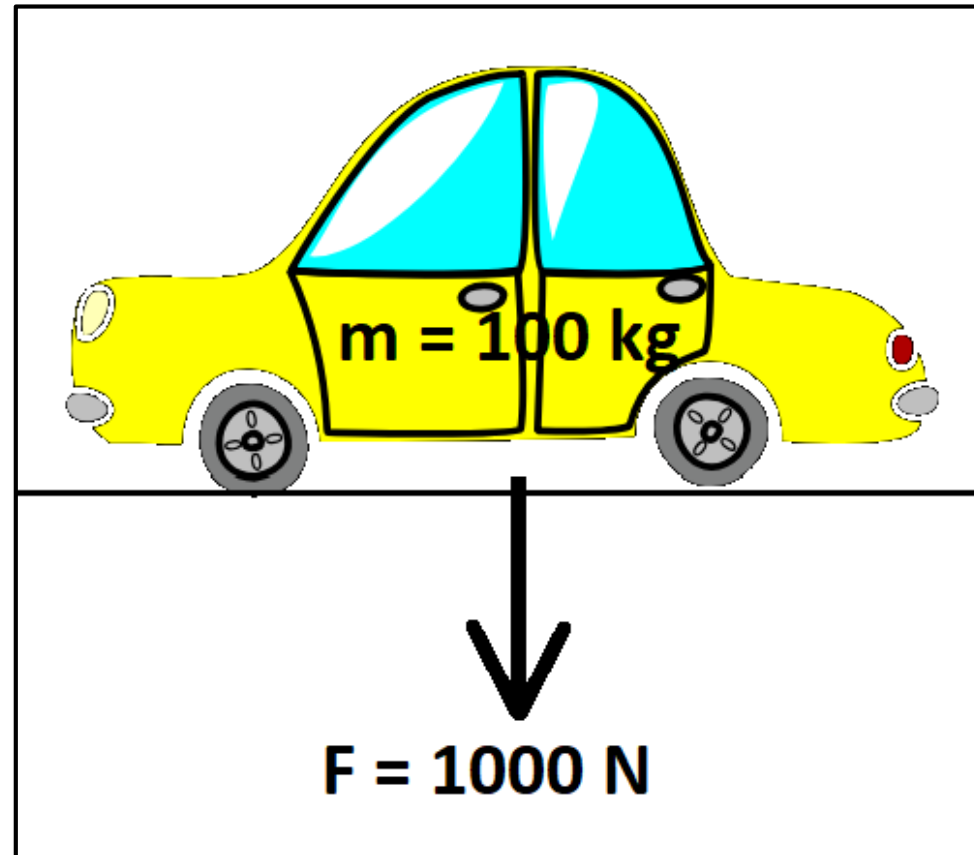
Stanovte plošné zatížení monolitické ŽB stropní desky [kN/m²].

Potřebujeme umět:

- Hmotnost → Tíha
- Objemová tíha → Plošná tíha

Hmotnost → Tíha

[kN] → [kg]



Hmotnost → Tíha

$$F = m \cdot g$$

$$F = m \cdot 10$$

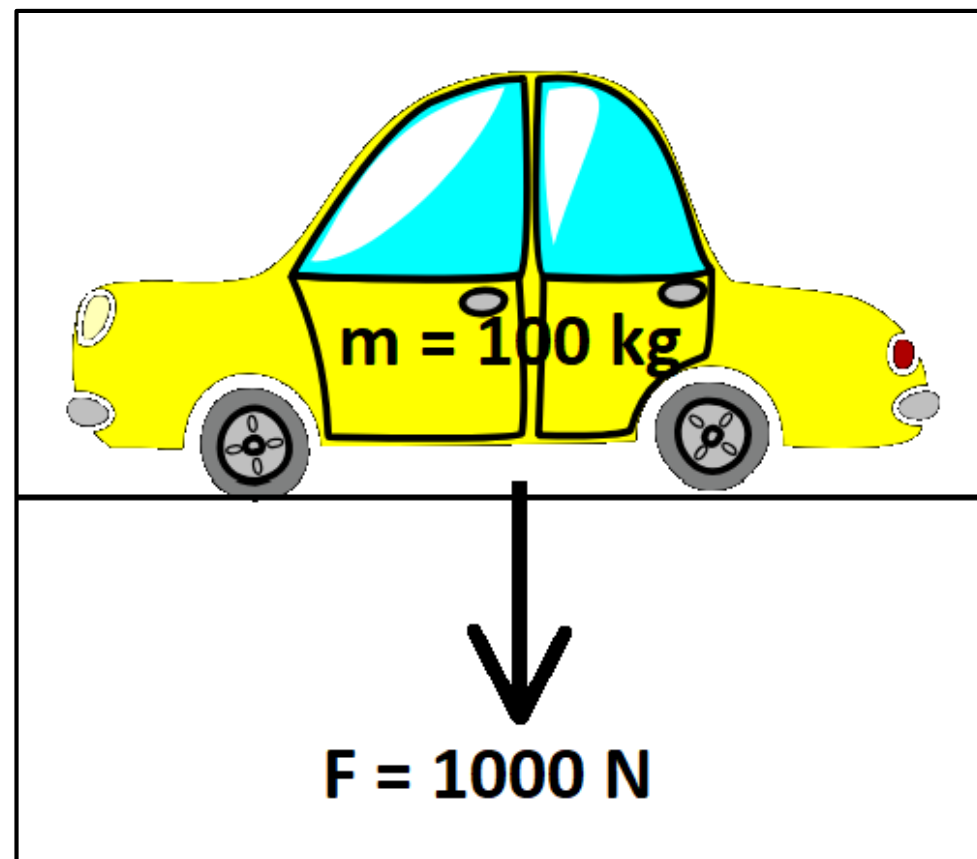
$$10 \text{ N} \approx 1 \text{ kg}$$

$$1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kN} \approx 100 \text{ kg}$$

$$F = m/100$$

$$[\text{kN}] = [\text{kg}]$$



Hmotnost \rightarrow Tíha

Panel: 5000 kg \rightarrow __ kN

Ocel: 7800 kg/m³ \rightarrow __ kN/m³

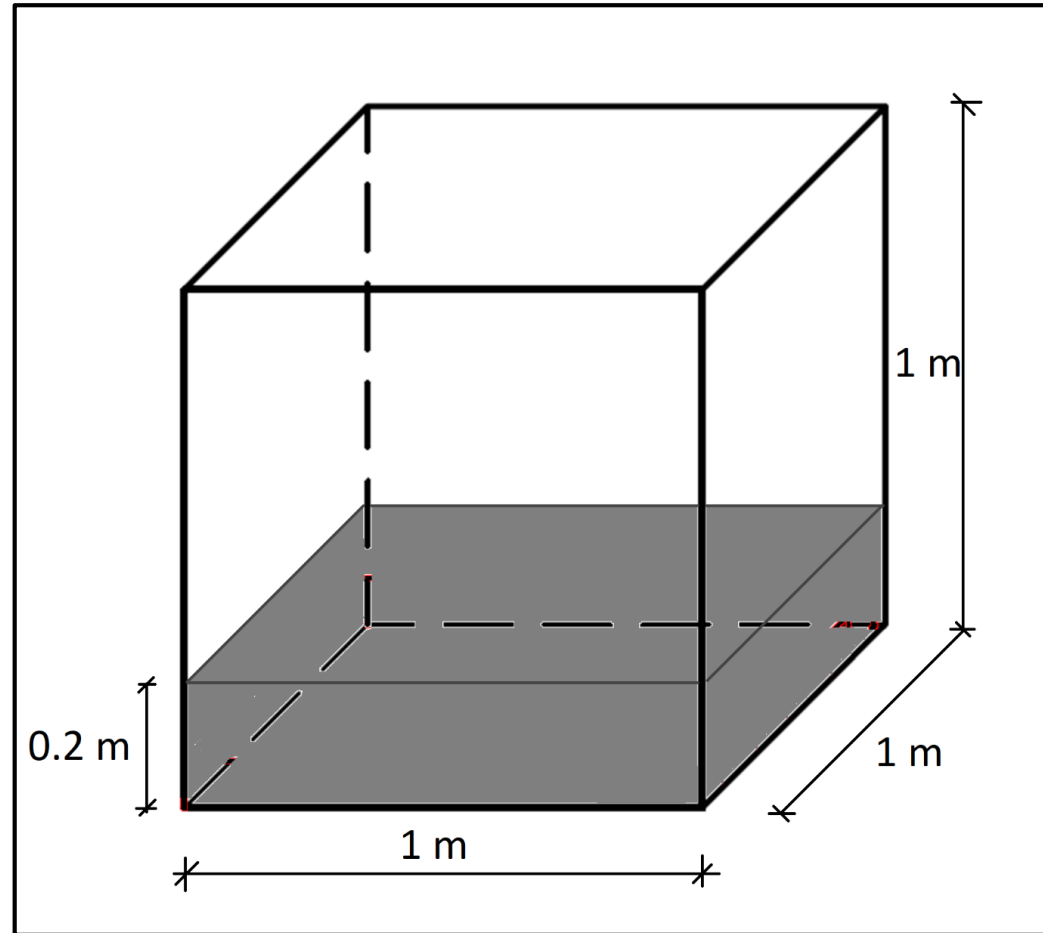
Hmotnost → Tíha

Panel: 5000 kg → 50 kN

Ocel: 7800 kg/m³ → 78 kN/m³

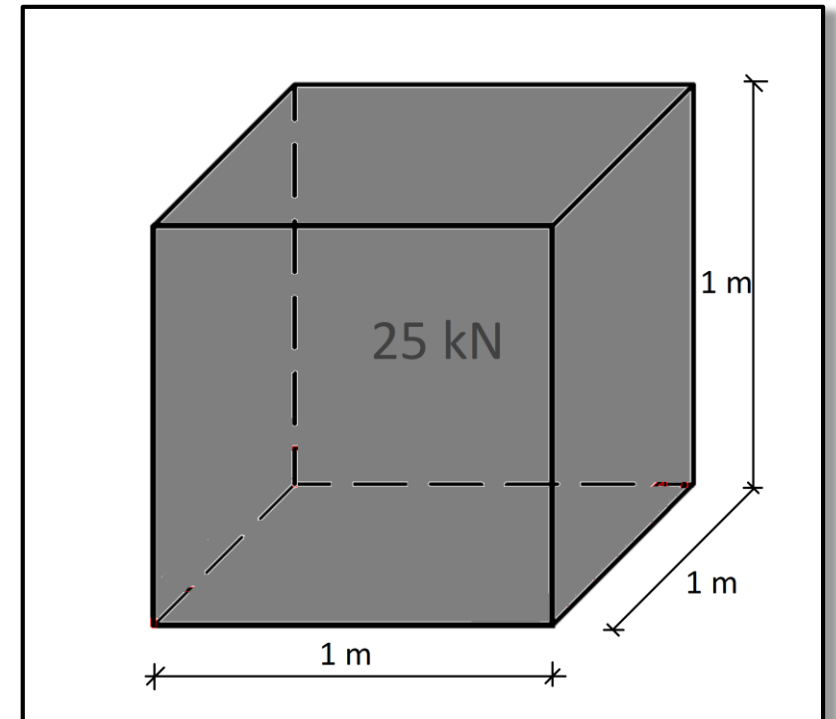
Objemová tíha → Plošná tíha (zatížení)

$$[\text{kN}/\text{m}^3] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}^2]$$



Objemová tíha \rightarrow Plošná tíha (zatížení)

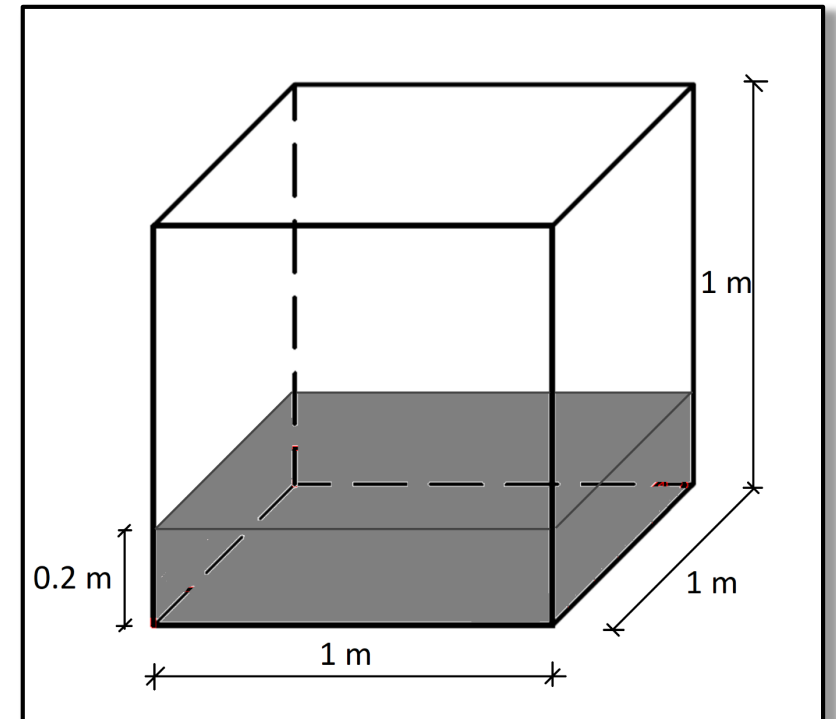
Železobeton: 25 kN/m^3



Objemová tíha \rightarrow Plošná tíha (zatížení)

Železobeton: 25 kN/m^3

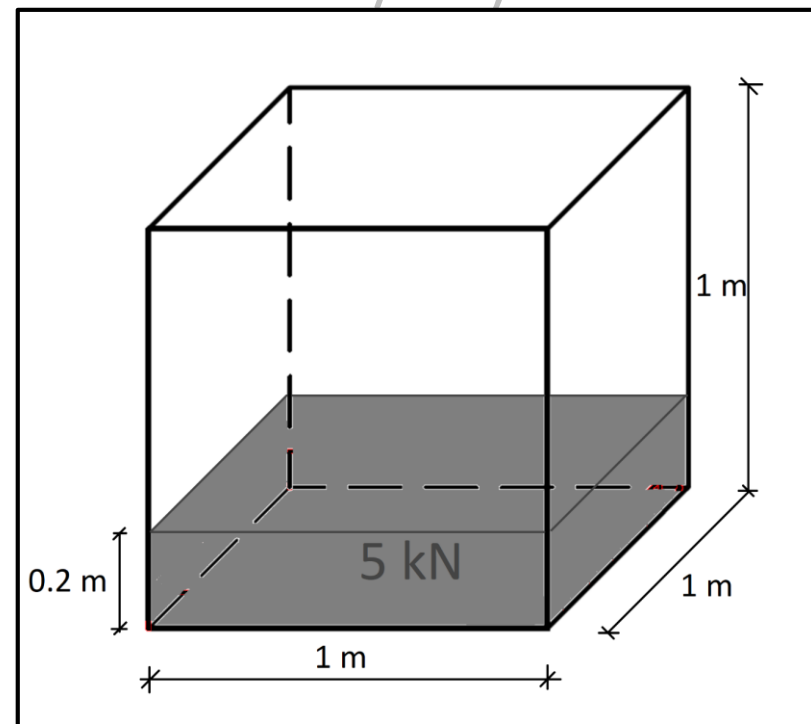
$0,2 \text{ m}^3$ železobetonu \approx _ kN



Objemová tíha \rightarrow Plošná tíha (zatížení)

Železobeton: 25 kN/m^3

$0,2 \text{ m}^3$ železobetonu \approx 5 kN ($0,2 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3$)

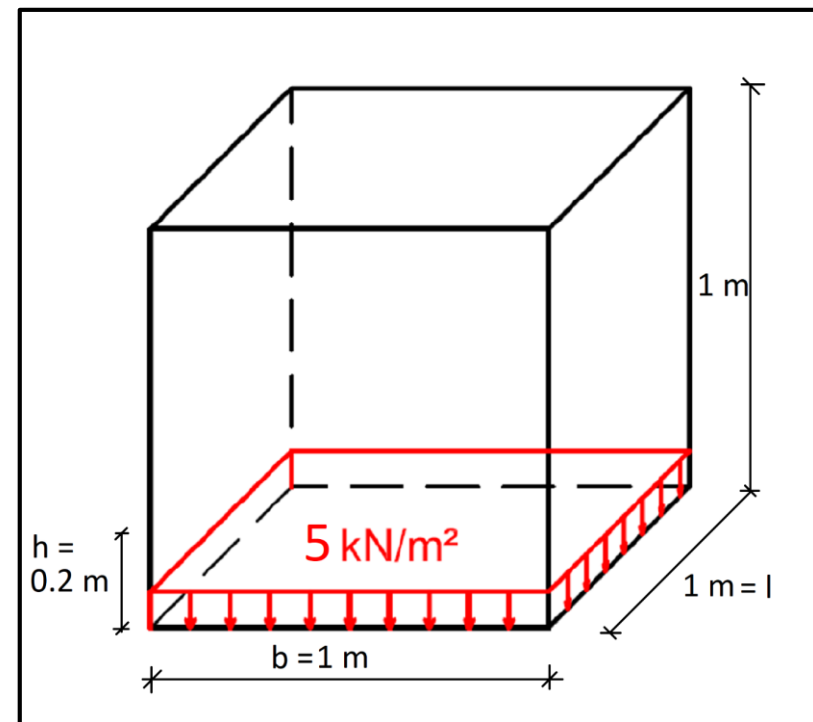


Objemová tíha \rightarrow Plošná tíha (zatížení)

Obecně: objemová tíha \times objem / plocha
tíha / plocha

$$f = G/A = \gamma \cdot V/A = \gamma \cdot (b \cdot l \cdot h)/(b \cdot l)$$

$$f = \gamma \cdot h$$
$$[\text{kN/m}^2] = [\text{kN/m}^3] \cdot [\text{m}]$$



Část B – Liniové zatížení vnitřního ŽB trámu

Úkol 1.B

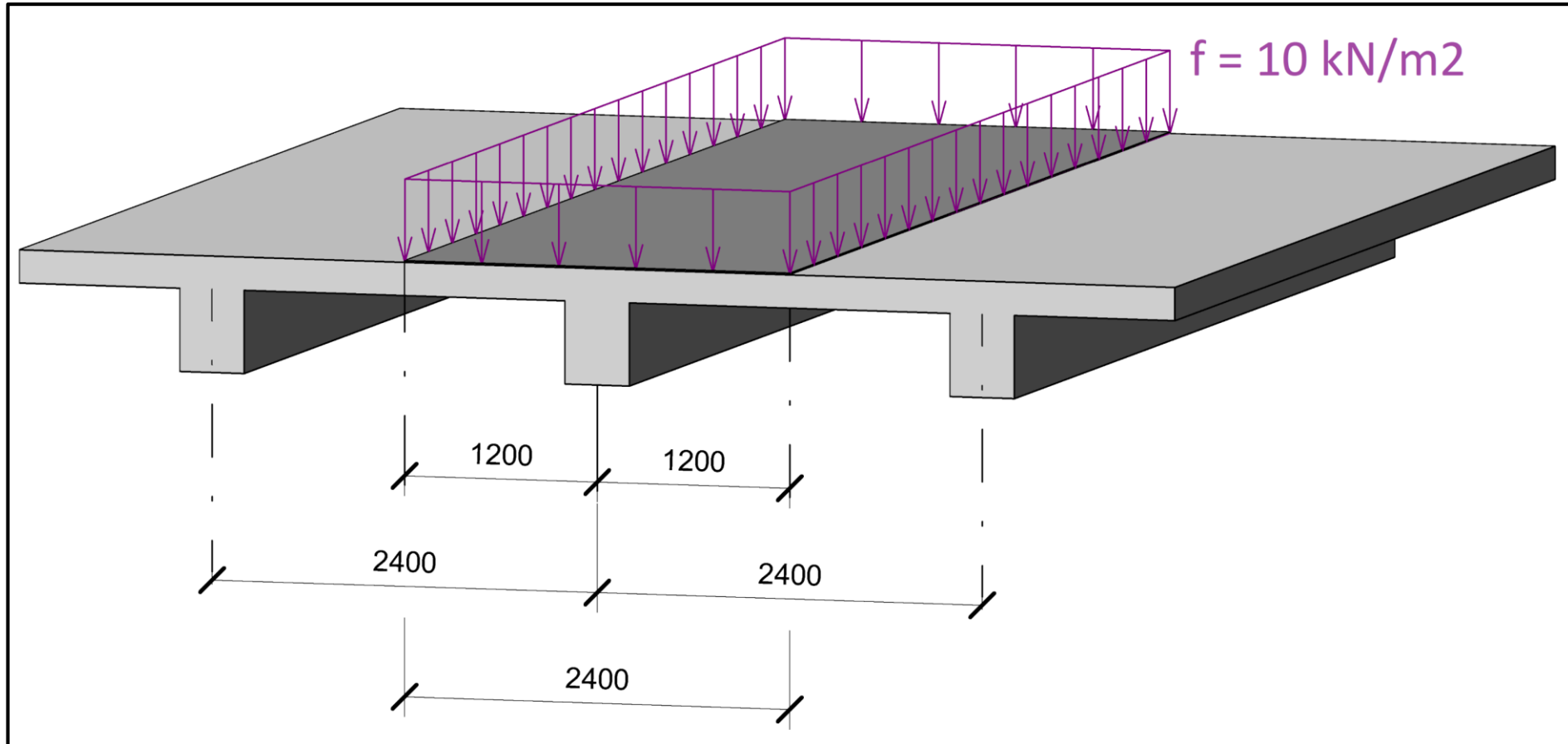
Stanovte liniové zatížení vnitřního ŽB trámu T [kN/m´].

Potřebujeme umět:

- Plošné zatížení → Liniové zatížení
- Objemová tíha trámu → Liniová tíha (liniové zatížení) trámu
- Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

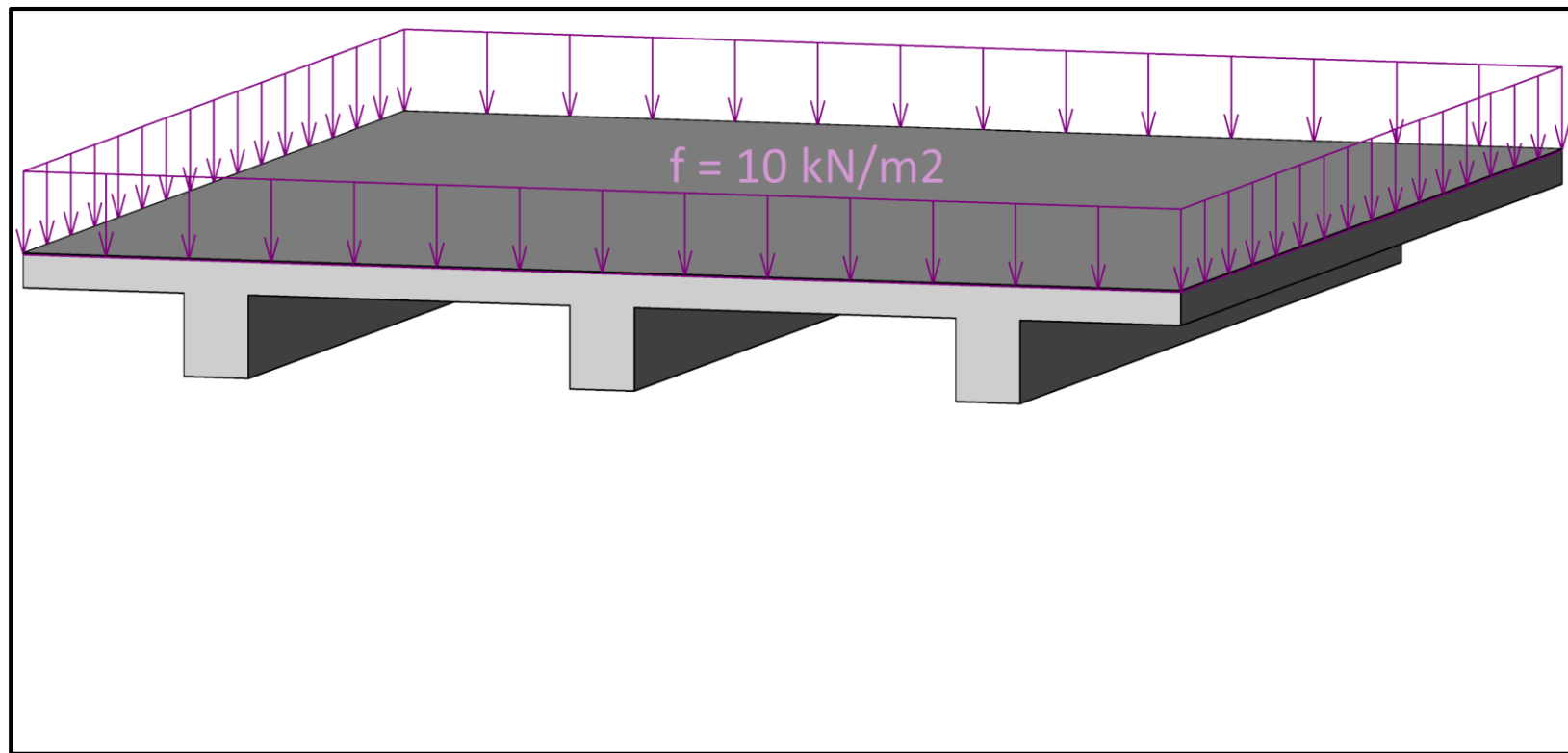
Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

$[\text{kN}/\text{m}^2] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}]$



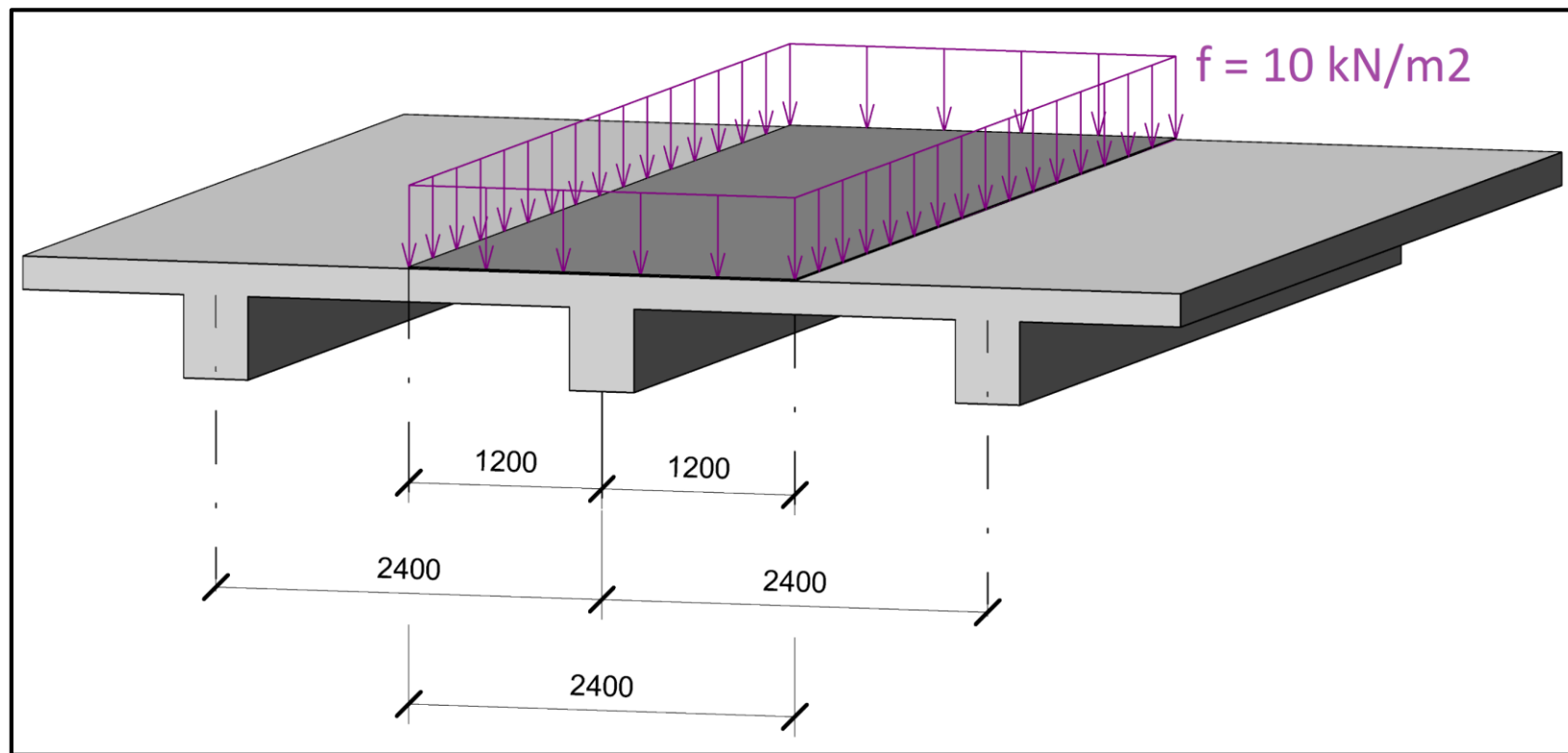
Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

Plošně zatížená deska podepřená trámy.



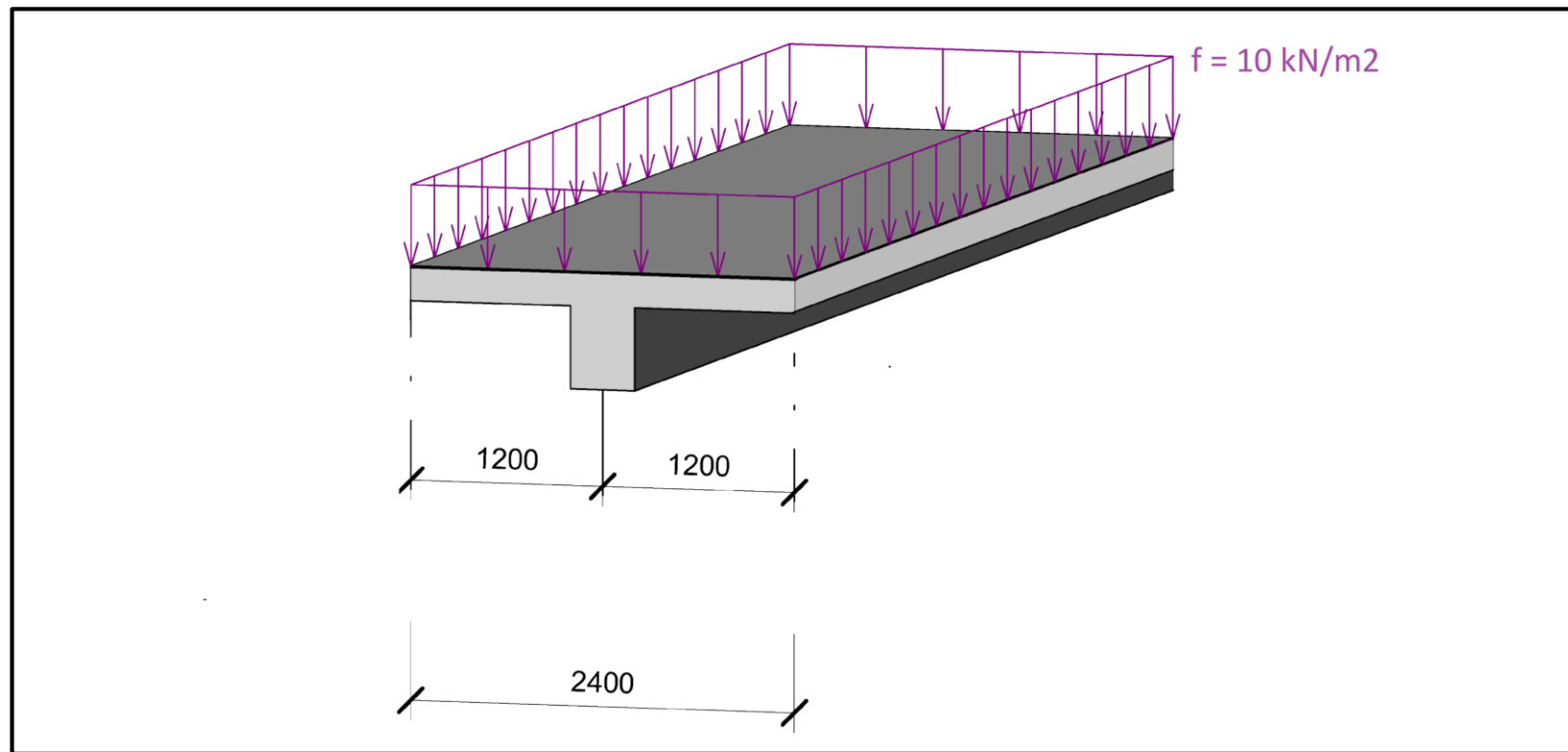
Plošné zatížení desky \rightarrow Liniové zatížení trámu

Zatížení se přenáší z desky do trámů nejkratší cestou \rightarrow K trámu tedy připadá ta část desky, která má nejbliže právě k tomu trámu. Zatížení se tedy přenáší z polovin mezi trámy.



Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

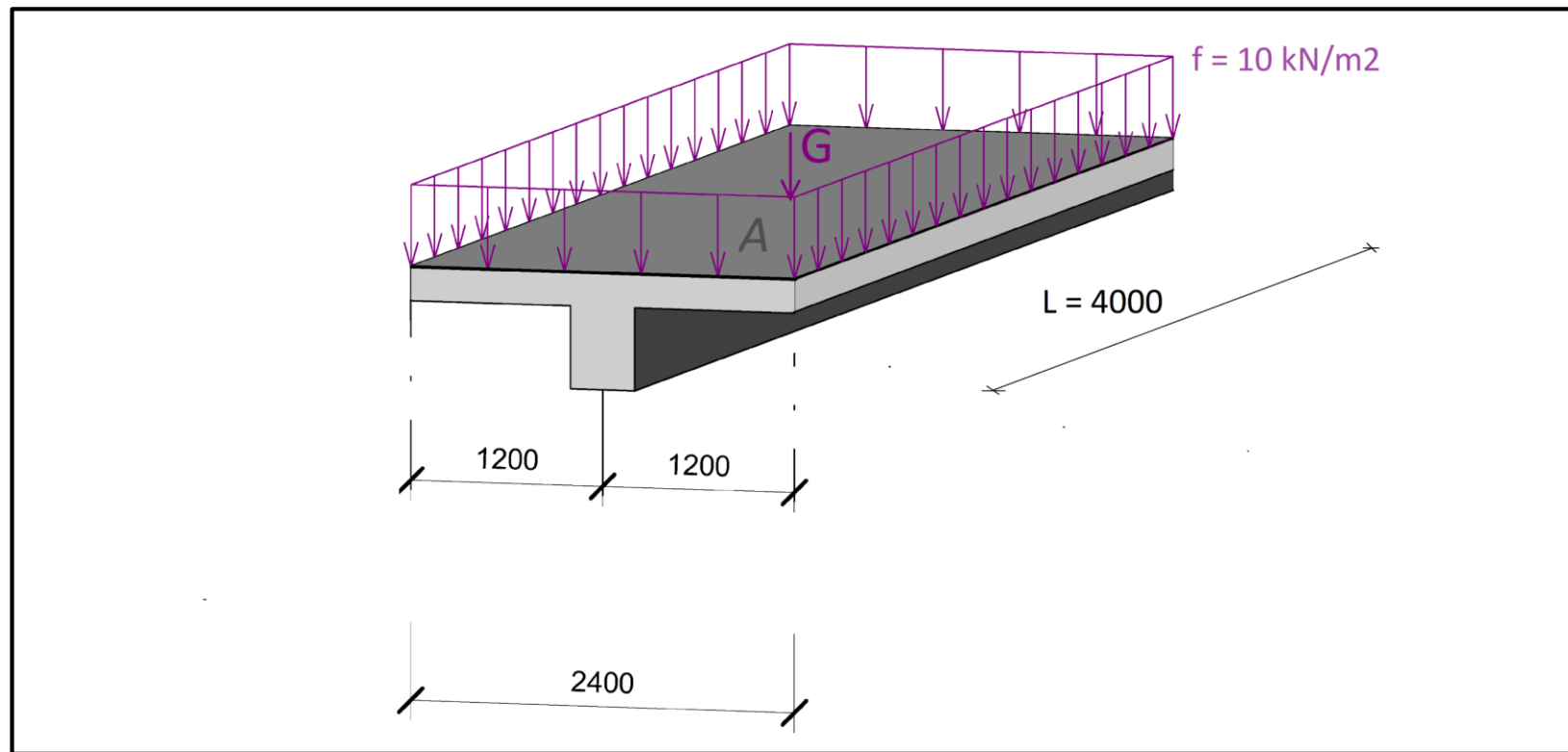
Zaměříme se pouze na tu část desky, která připadá k trámu.



Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

První přístup

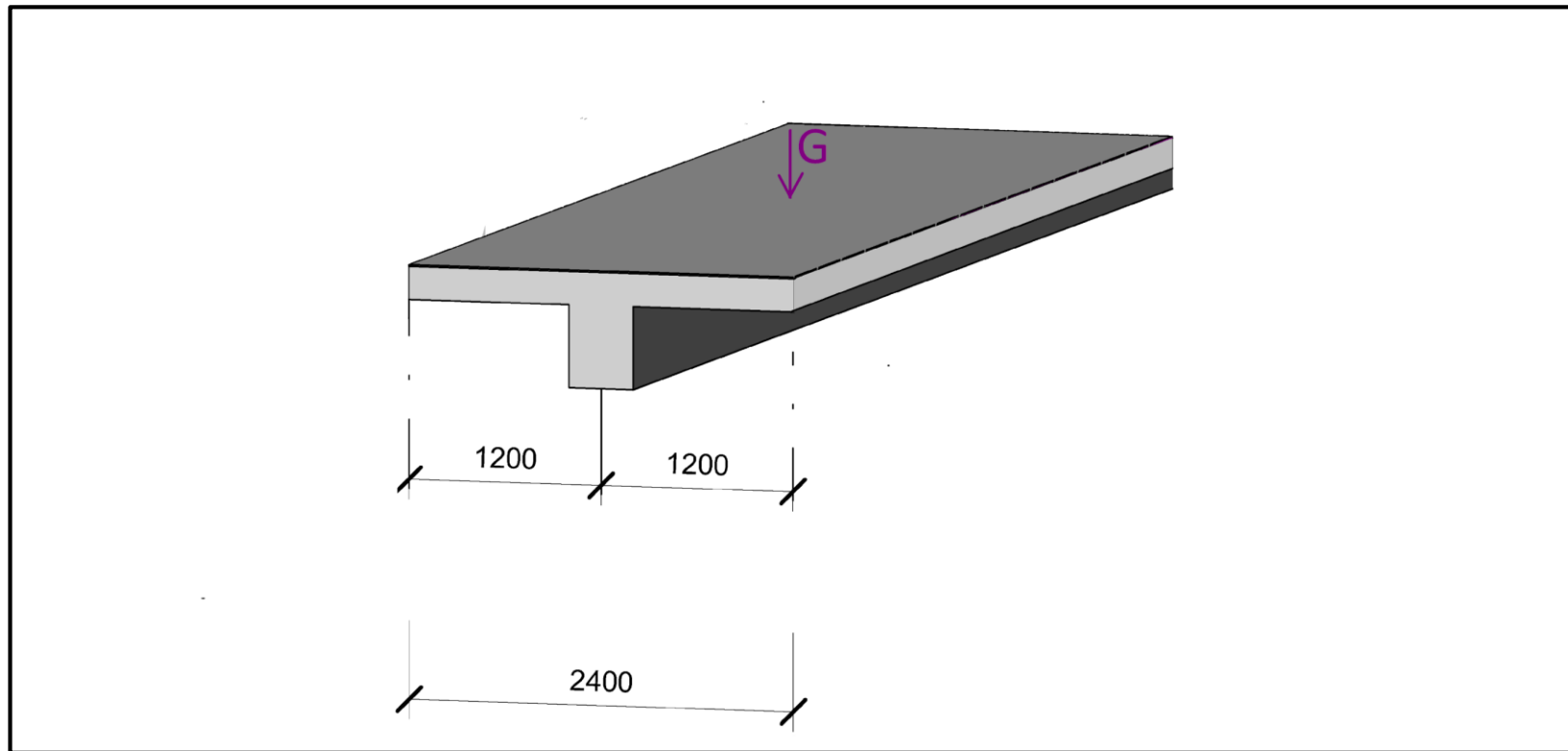
Plošné zatížení g_{pl} působí na celé ploše části desky A . Celkový účinek je síla G .



Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

První přístup

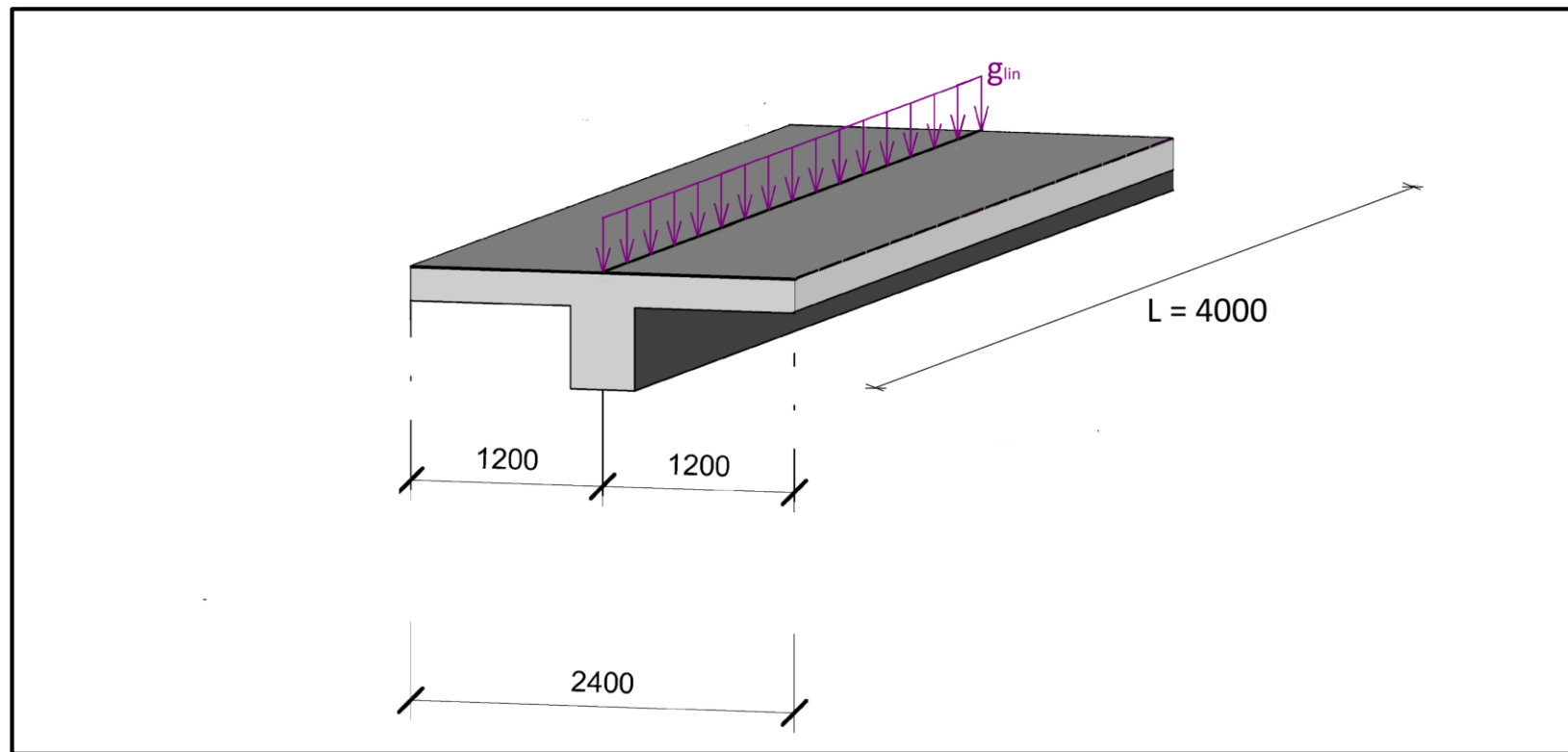
Celková tíha plošného zatížení (z celé části desky) je $G = A \cdot g_{pl} = (2.4 \cdot 4) \cdot 10 = 96 \text{ kN}$.



Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

První přístup

A tuto sílu G „rozhrneme“ na celou délku nosníku: $g_{lin} = G/L = 96/4 = 24 \text{ kN/m}$.



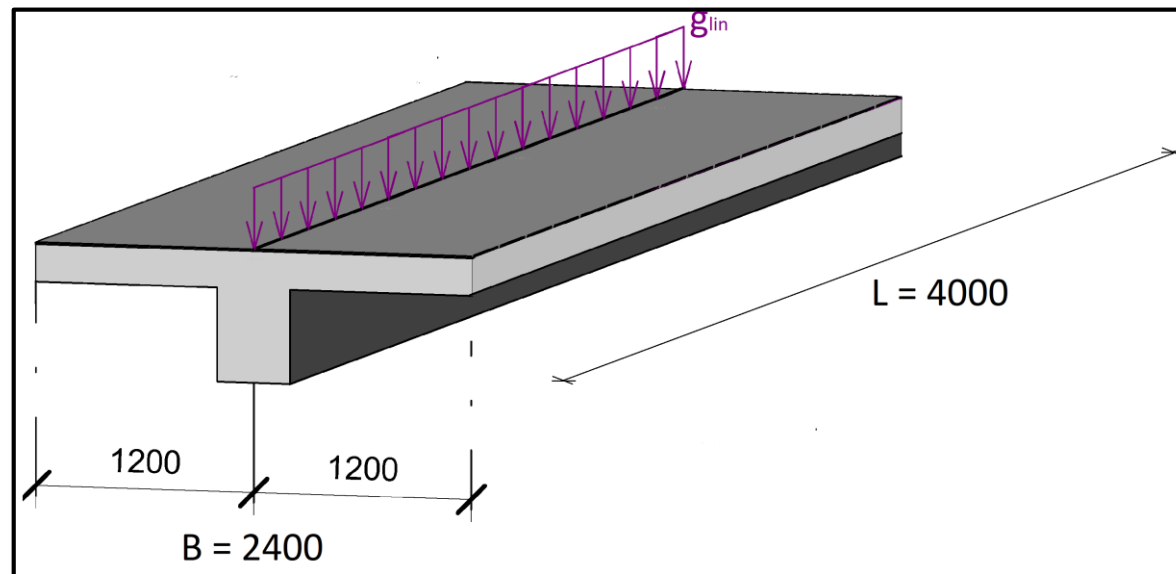
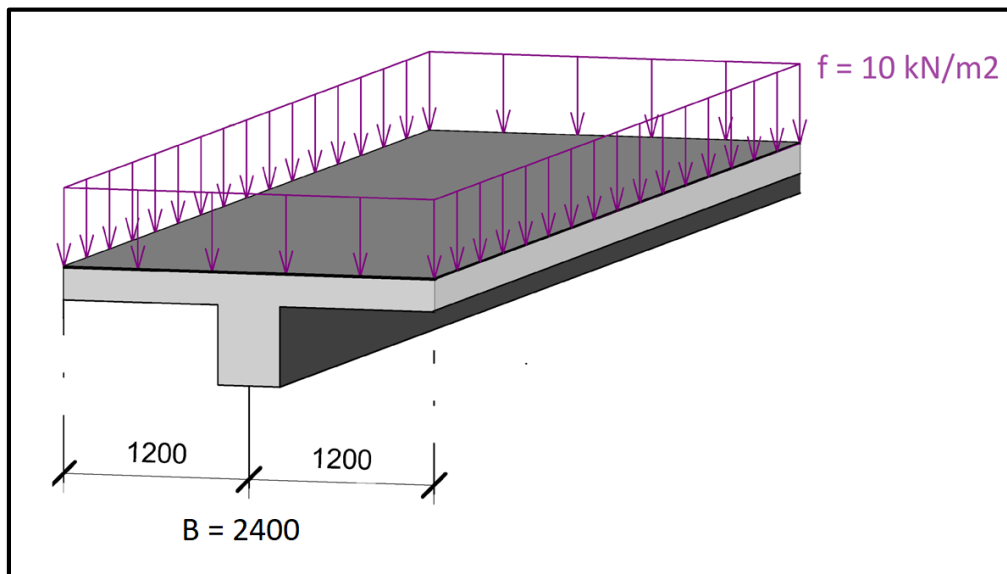
Plošné zatížení desky → Liniové zatížení trámu

Druhý přístup

Také se to dá představit jako, že „shrňeme“ zatížení z plochy do linie. Plošné zatížení shrnujeme ze zatěžovací šířky B , a proto plošnou hodnotu vynásobíme zatěžovací šířkou.

$$g_{lin} = g_{pl} \cdot B$$

$$g_{lin} = 10 \cdot 2.4 = 24 \text{ kN/m}$$



Plošné zatížení desky \rightarrow Liniové zatížení trámu

První přístup:

$$g_{lin} = (g_{pl}A)/L$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN}] / [\text{m}]$$

Druhý přístup:

$$g_{lin} = g_{pl}B$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}]$$

Pozn.: Oba přístupy dávají stejné řešení.

$$g_{lin} = (g_{pl}A)/L = (g_{pl} \cdot B \cdot L)/L = g_{pl} \cdot B$$

Plošné zatížení desky \rightarrow Liniové zatížení trámu

První přístup:

$$g_{lin} = (g_{pl}A)/L$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN}] / [\text{m}]$$

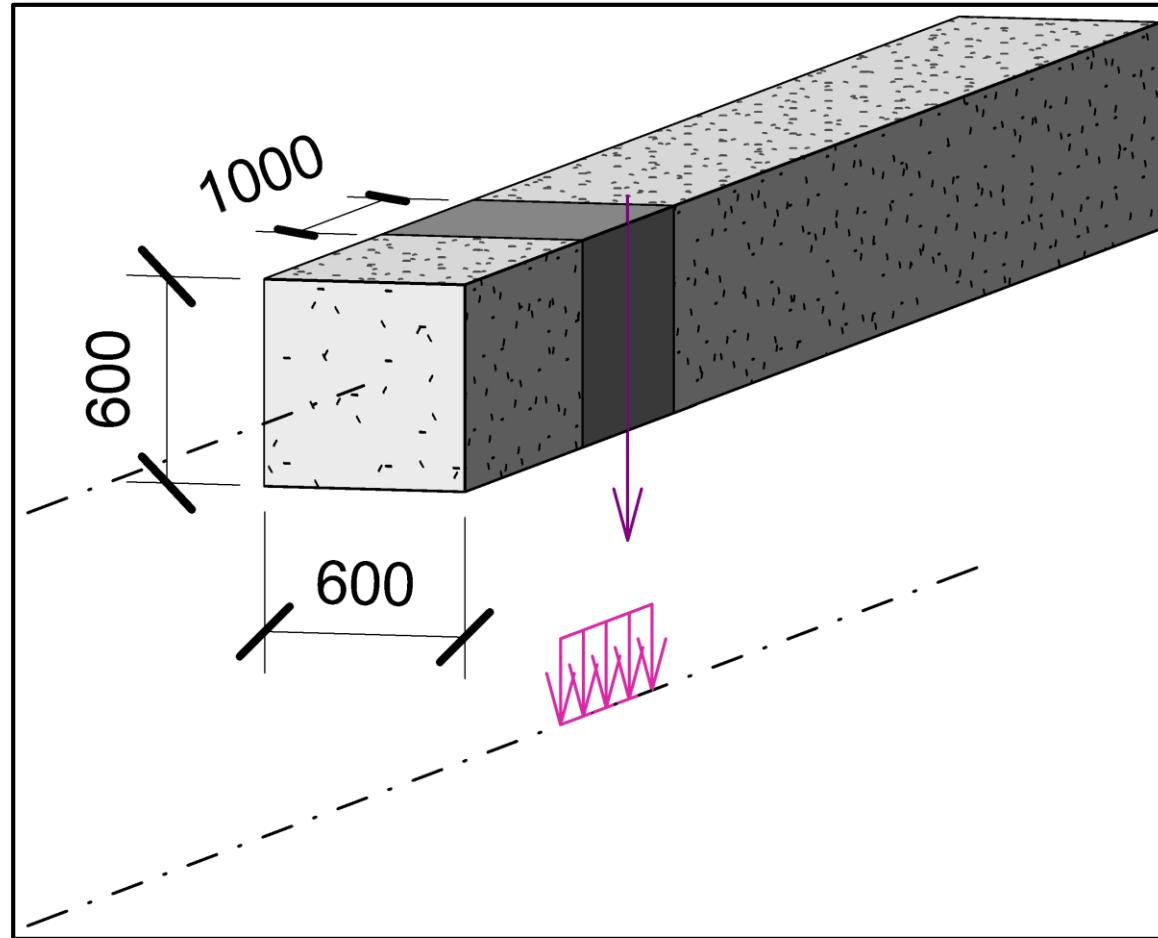
Druhý přístup:

$$g_{lin} = g_{pl}B$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}]$$

Tímto postupem se to běžně počítá.

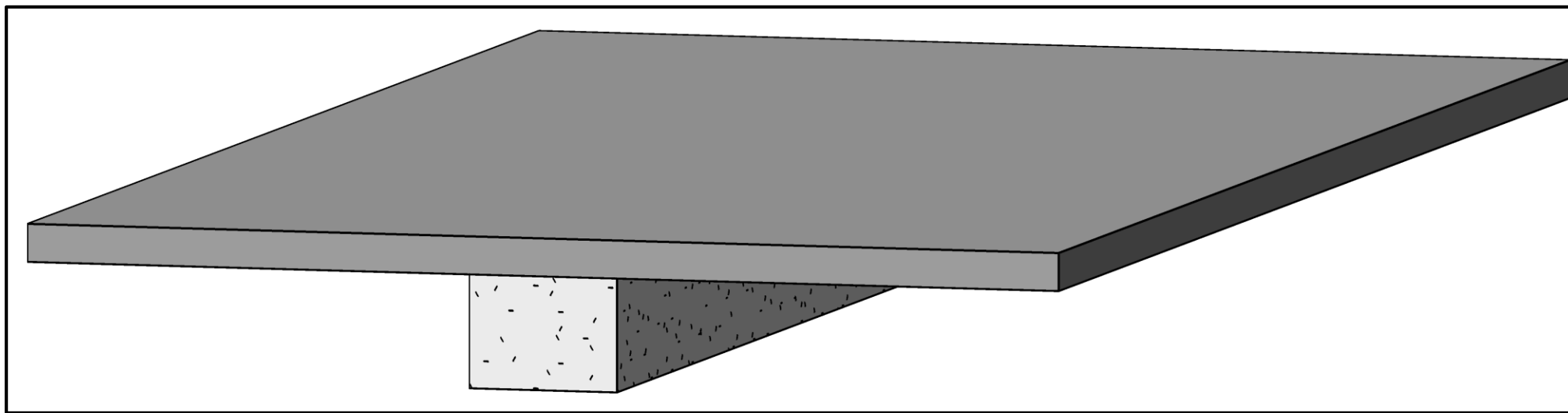
Objemová tíha trámu → Liniová tíha trámu

$$[\text{kN}/\text{m}^3] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}]$$



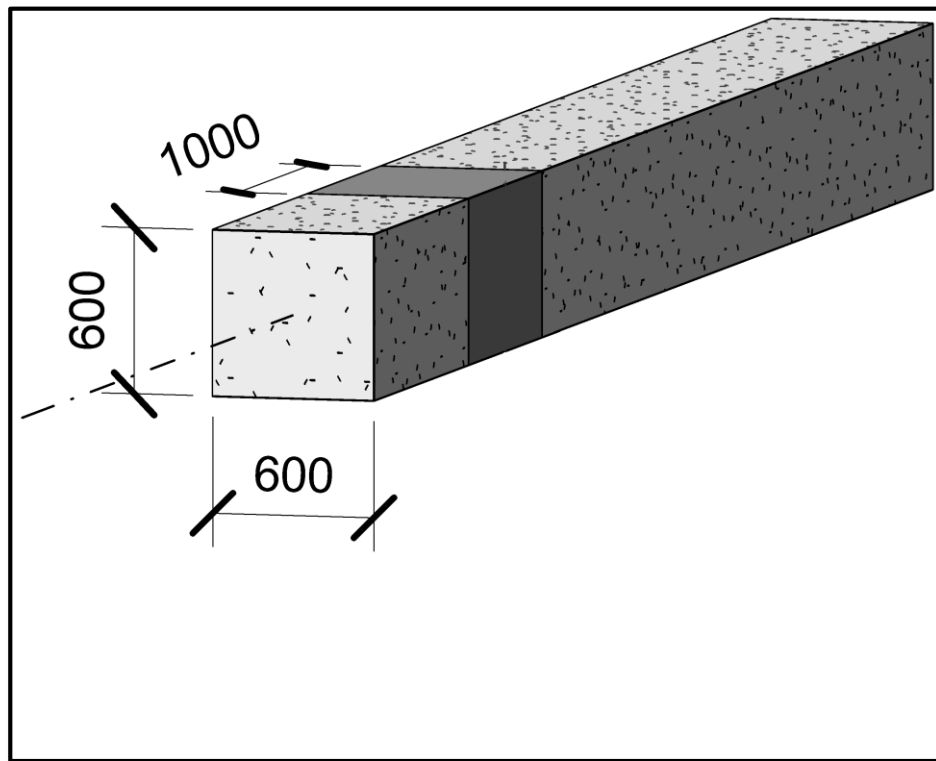
Objemová tíha trámu \rightarrow Liniová tíha trámu

Máme trám pod deskou a zajímá nás jeho liniová tíha (liniové zatížení od vlastní tíhy).



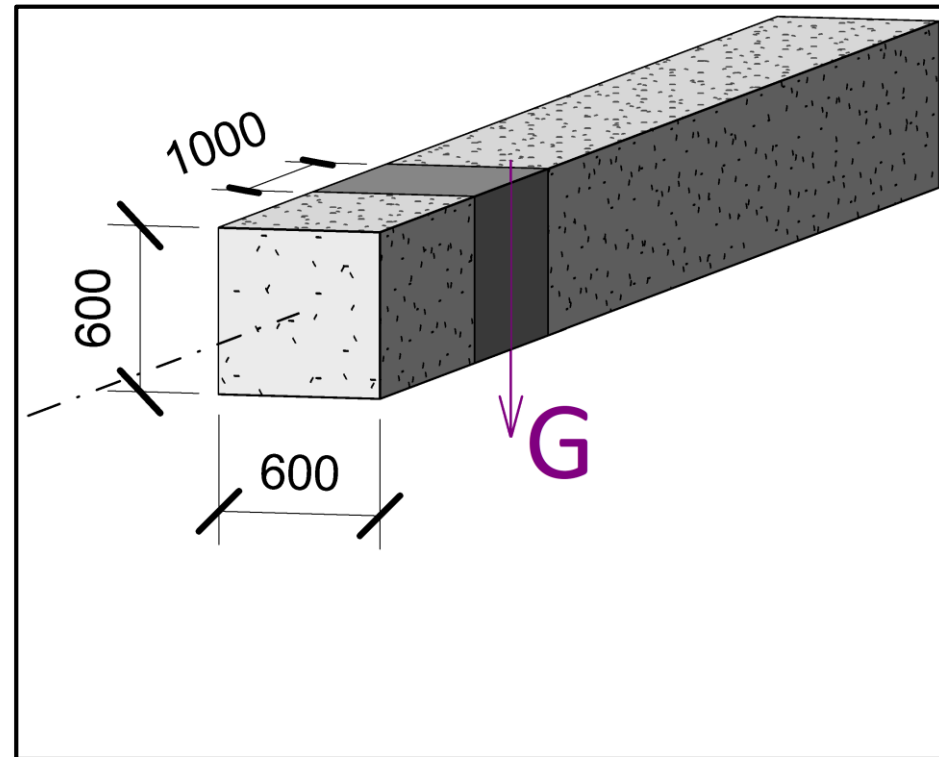
Objemová tíha trámu → Liniová tíha trámu

Zajímá nás liniové zatížení trámu v kN/m (kiloNewtonech na **jeden metr**). Zaměříme se proto na 1 metr trámu.



Objemová tíha trámu → Liniová tíha trámu

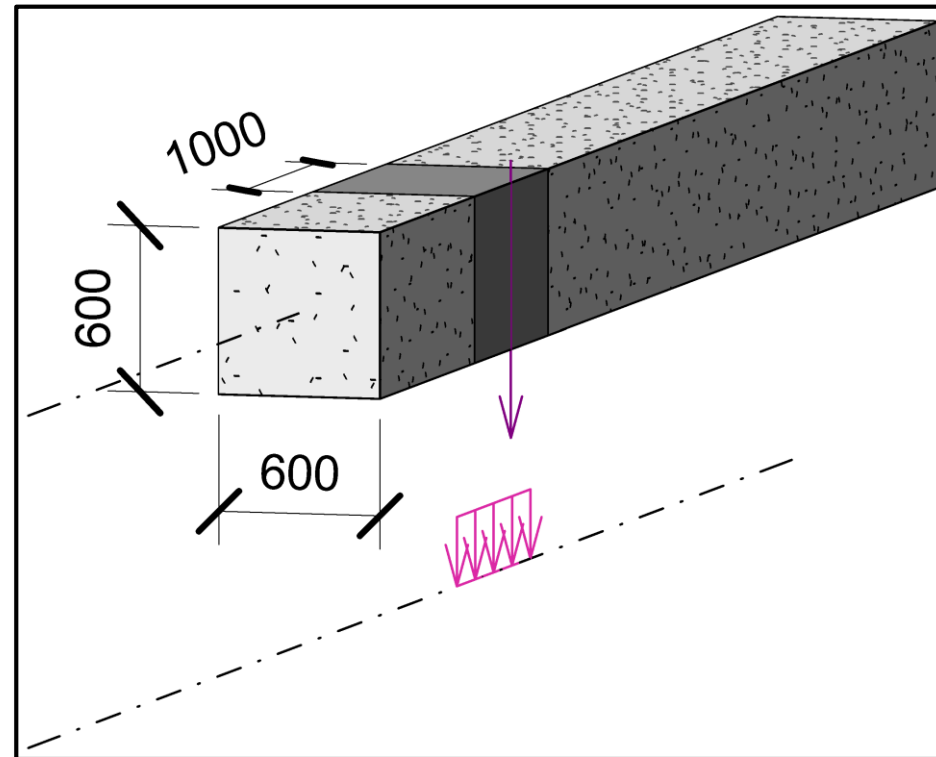
Tento jeden metr trámu má tíhu $\mathbf{G} = \gamma \cdot V = \gamma \cdot (b_{tr} \cdot h_{tr} \cdot 1) = \gamma \cdot \mathbf{b}_{tr} \cdot \mathbf{h}_{tr}$.



Objemová tíha trámu → Liniová tíha trámu

Tíha G působí na zvolené délce (1 m). Liniové zatížení je tedy:

$$g_{lin} = G/L = G/1 = G \rightarrow g_{lin} = \gamma \cdot b_{tr} \cdot h_{tr}$$



Objemová tíha trámu → Liniová tíha trámu

Shrnutí:

Objem trámu délky 1 m: $V = b_{tr} \cdot h_{tr} \cdot 1$ [m · m · m]

Tíha trámu délky 1 m: $G = \gamma \cdot V$ [kN/m³]

Liniová tíha trámu délky 1 m: $g_{lin} = G/L$ [kN/m]

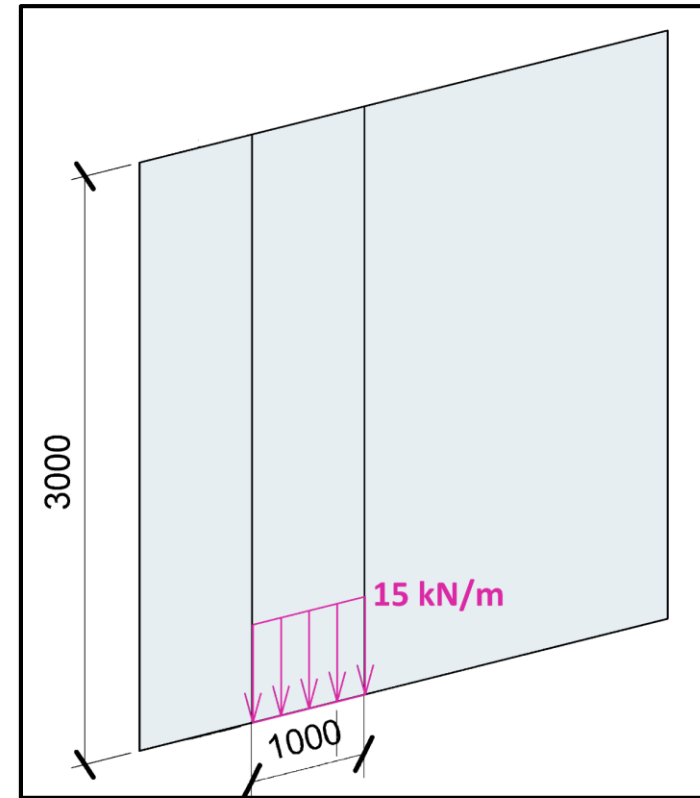
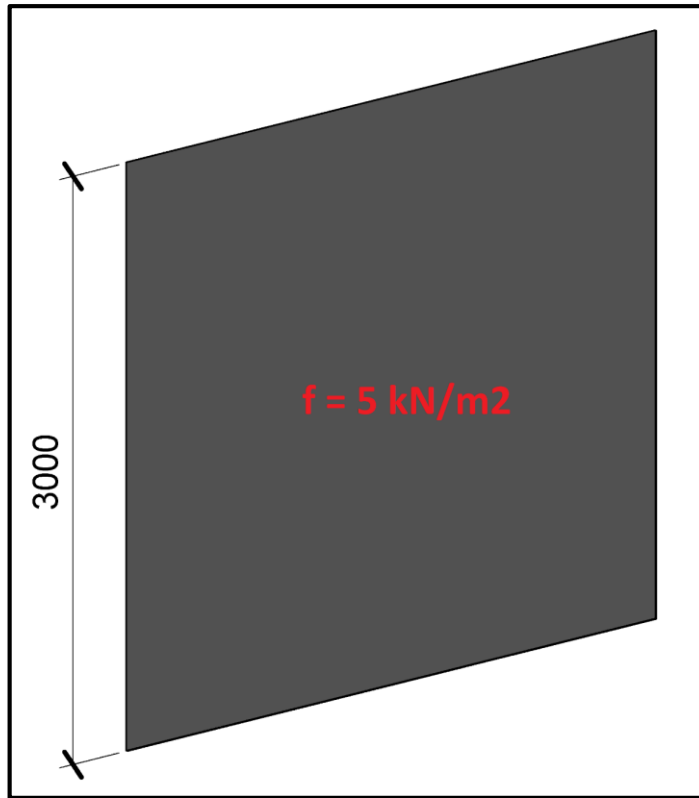
$$g_{lin} = G/L = (\gamma \cdot V)/L = (\gamma \cdot b_{tr} \cdot h_{tr} \cdot L)/L = (\gamma \cdot b_{tr} \cdot h_{tr}) = \gamma \cdot A_{tr}$$

$$g_{lin} = \gamma \cdot A_{tr}$$

$$[\mathbf{kN/m}] = [\mathbf{kN/m^2}] \cdot [\mathbf{m}]$$

Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

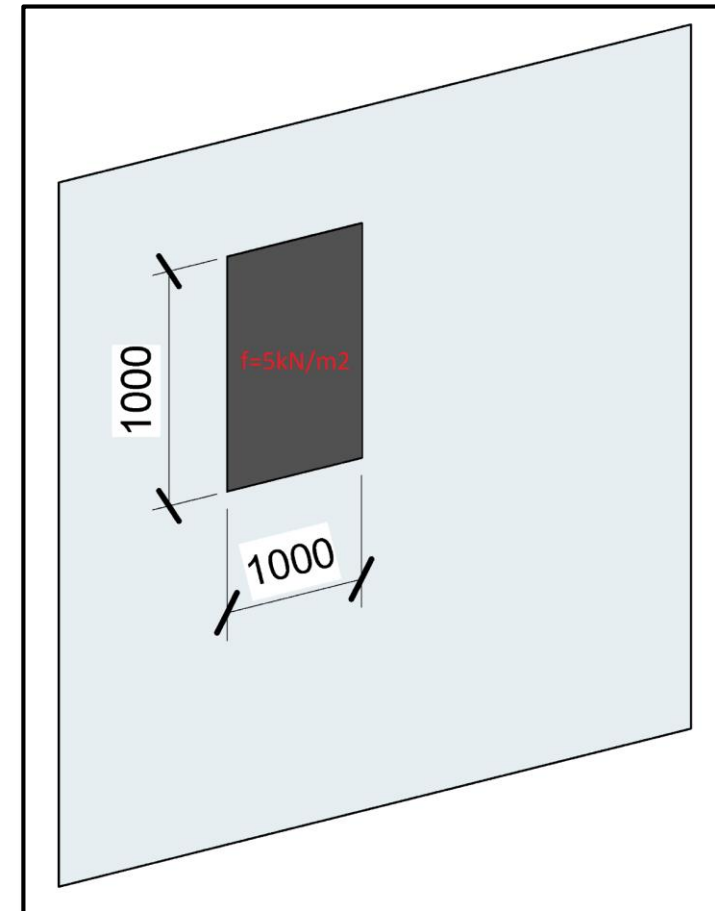
$$[\text{kN}/\text{m}^2] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}]$$



Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

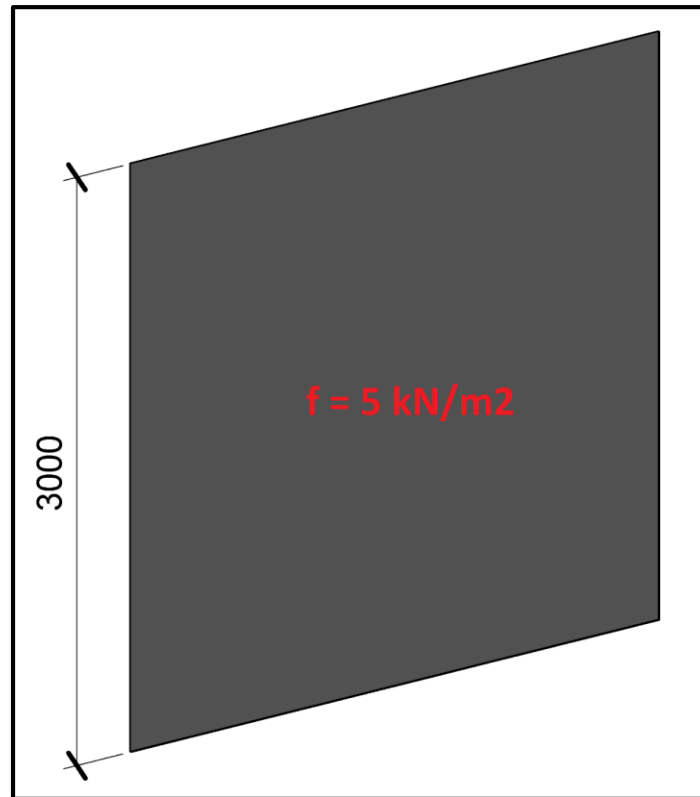
Tíha (nebo hmotnost) stěn je většinou zadána jako plošná tíha, např.
 $f = 5 \text{ kN/m}^2$.

(Kdyby byla zadána objemová hmotnost,
je nutné ji nejprve převést na plošnou.)



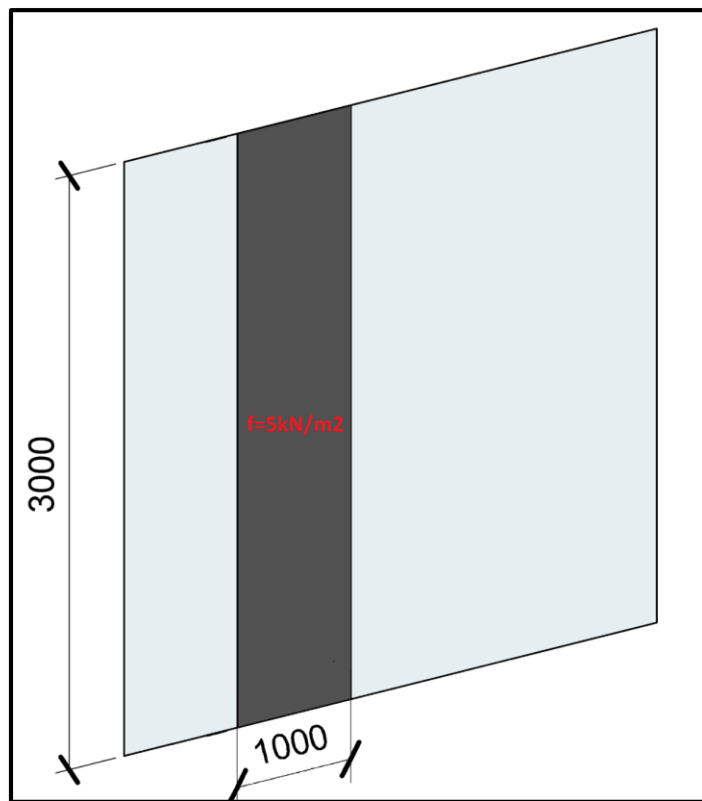
Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

Plošná tíha působí na celé ploše stěny.



Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

Chceme zjistit liniové zatížení v kN/m (kN na jeden metr). Zaměříme se proto na jeden délkový metr stěny.

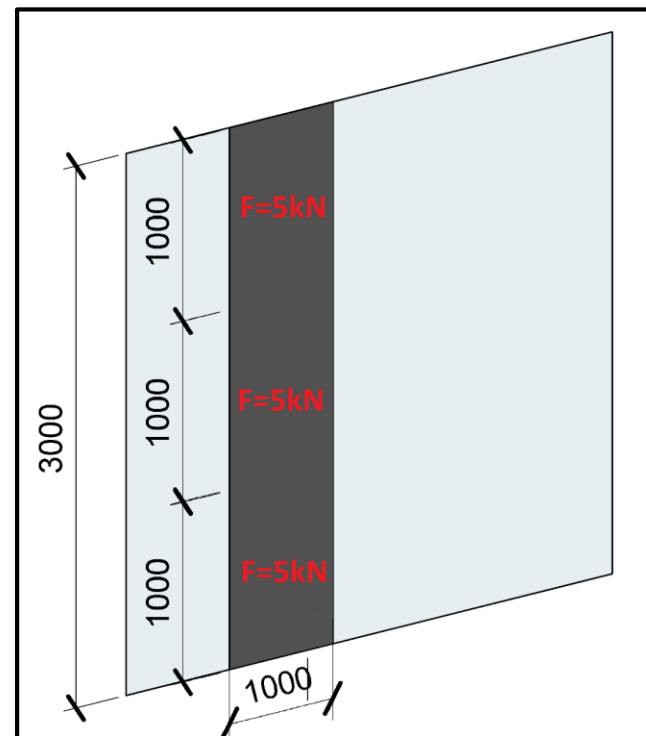
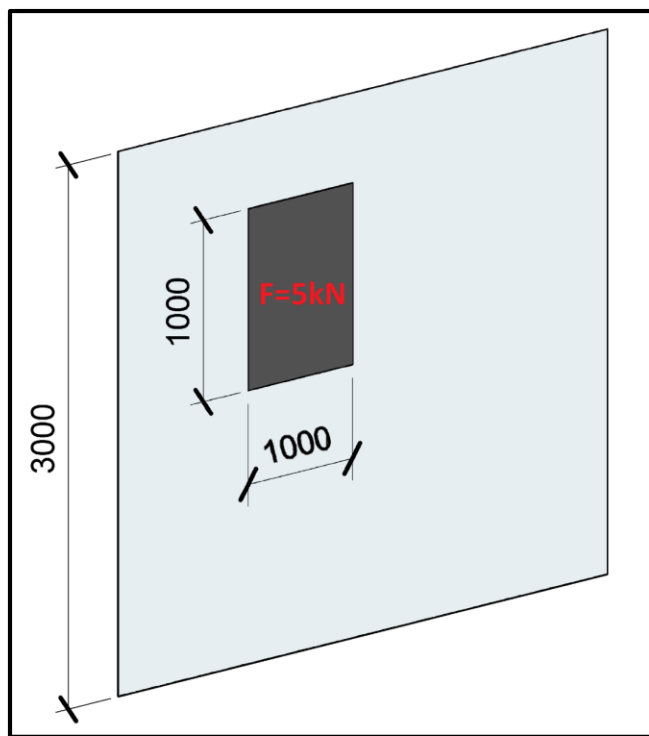


Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

Na tomto metru působí na plošné zatížení $f = 5 \text{ kN/m}^2$.

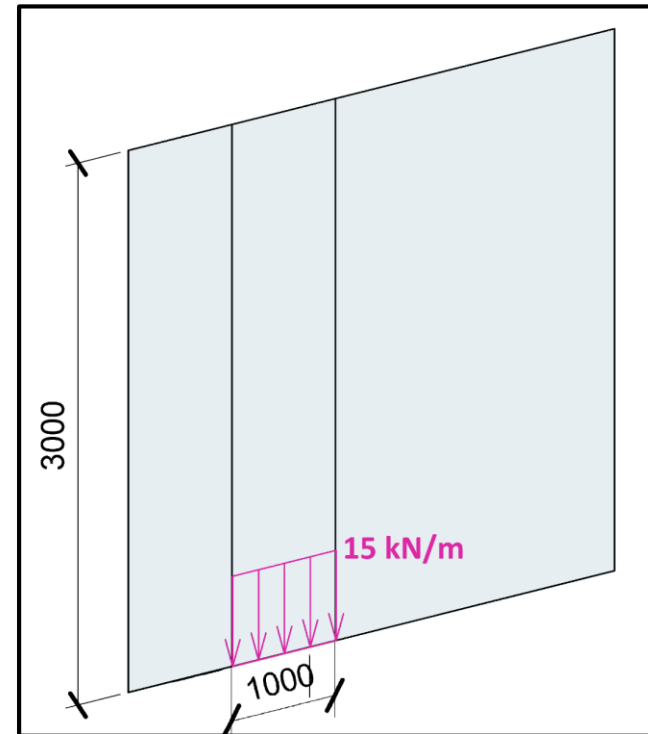
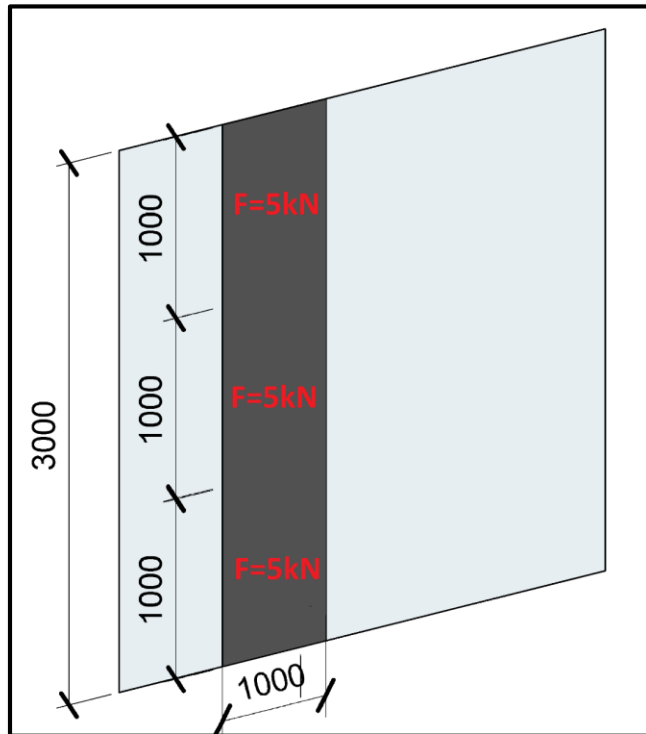
Na každém 1 m^2 tedy působí hodnota 5 kN a na výšku stěny vejdou tři tyto plochy o 1 m^2 .

Na celém pruhu (délky 1 m) tedy působí 15 kN .



Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

Na celém pruhu (délky 1 m) tedy působí 15 kN. Výsledek je tedy 15 kN/m.



Plošná tíha stěny → Liniové zatížení trámu

Shrnutí:

Objemová tíha stěny: $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

Plošná tíha stěny: $f_{pl} = \gamma \cdot tl. = 5 \text{ kN/m}^2$

Výška stěny: $H = 3 \text{ m}$

Liniová tíha stěny: $f_{lin} = f \cdot H = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} f_{lin} &= f_{pl} \cdot H \\ [\text{kN/m}] &= [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}] \end{aligned}$$

Shrnutí:

Objemová tíha stěny: $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

Plošná tíha stěny: $f_{pl} = \gamma \cdot tl. = 5 \text{ kN/m}^2$

Výška stěny: $H = 3 \text{ m}$

Liniová tíha stěny: $f_{lin} = f \cdot H = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} f_{lin} &= f_{pl} \cdot H \\ [\text{kN/m}] &= [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}] \end{aligned}$$

Část C – Zatížení v patě vnitřního ŽB sloupu

Úkol 1.C

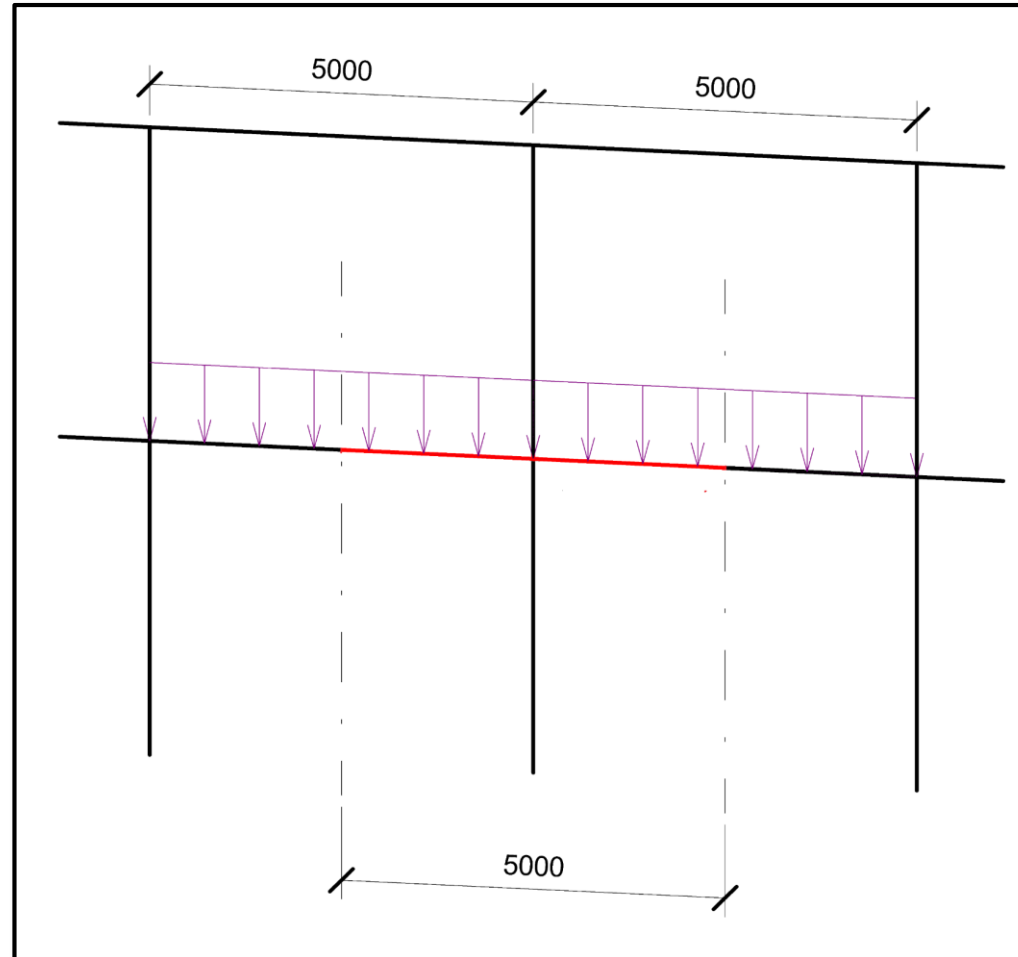
Stanovte liniové zatížení vnitřního ŽB trámu T [kN/m´].

Potřebujeme umět:

- Liniové zatížení → Bodová síla
- Objemová tíha sloupu → Liniová tíha (liniové zatížení) sloupu

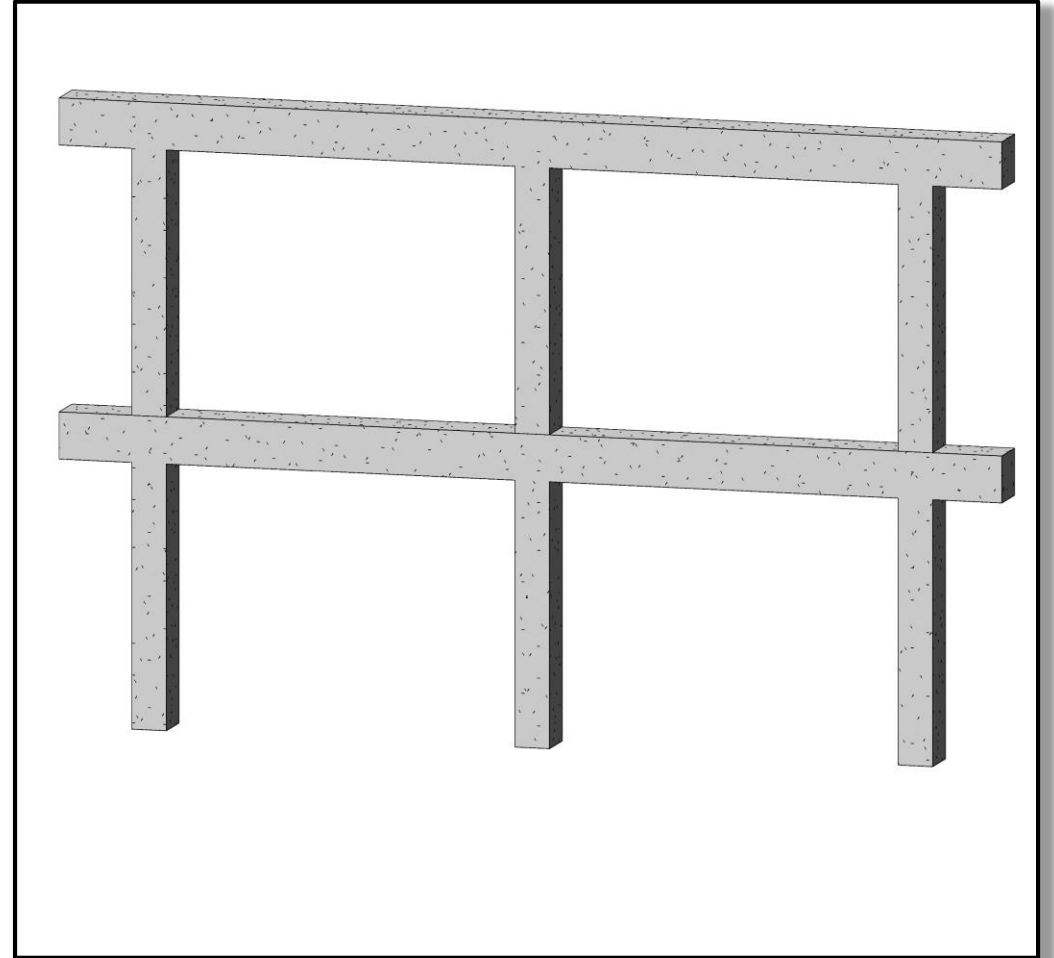
Liniové zatížení → Bodová síla

[kN/m] → [kN]



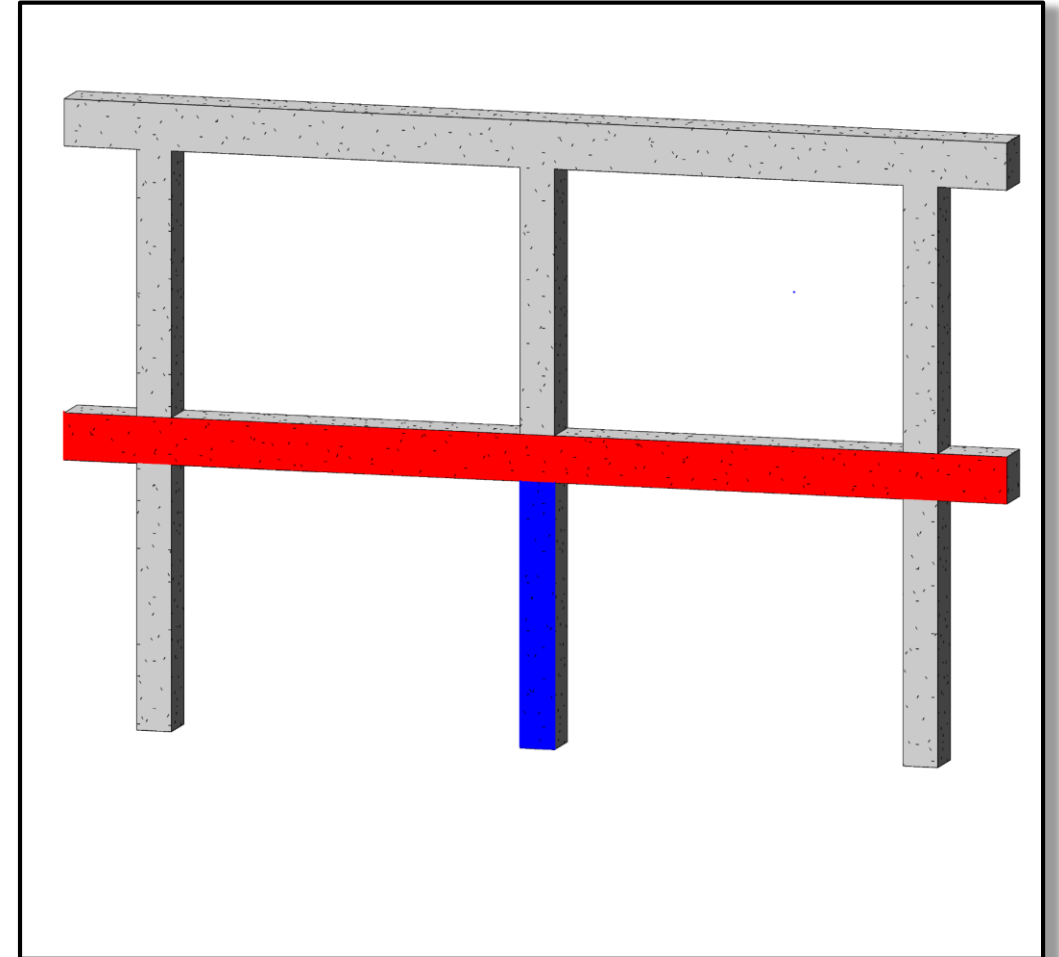
Liniové zatížení \rightarrow Bodová síla

Máme daný ráh ze sloupů a průvlaků.



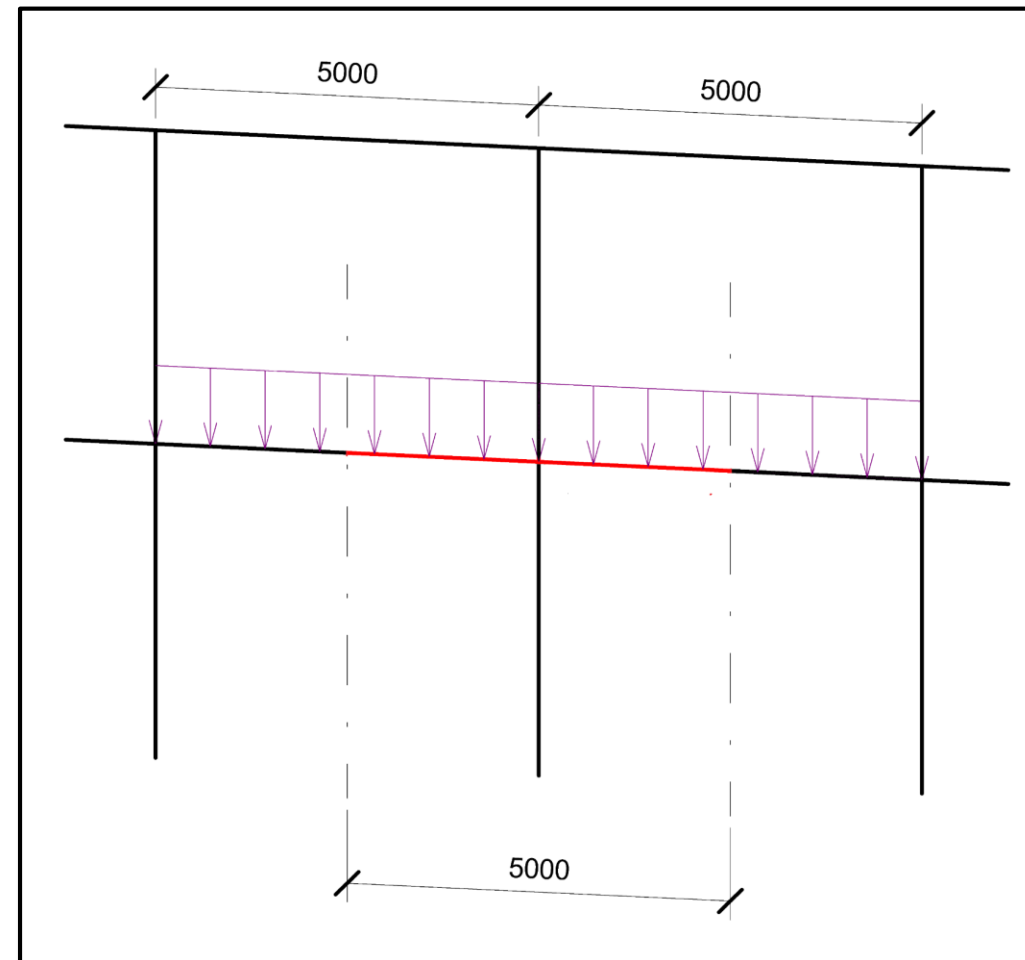
Liniové zatížení \rightarrow Bodová síla

Zaměříme se na zatížení **trámu** působící na vnitřní **sloup**.



Liniové zatížení → Bodová síla

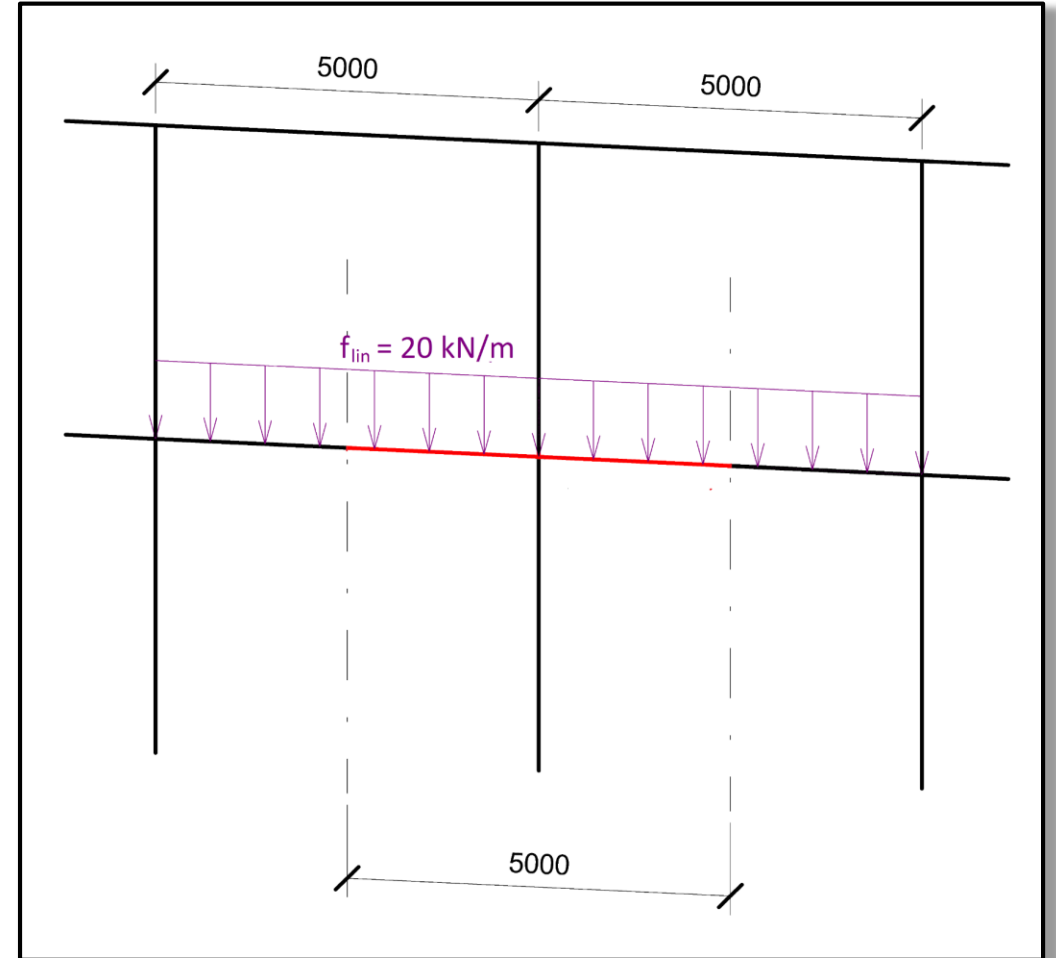
Na sloup se přenáší zatížení z té části trámu, která má k němu nejbližší. Trám se tedy dělí v polovinách mezi sloupy.



Liniové zatížení → Bodová síla

Zatížení sloupu od trámu tedy získáme, když vynásobíme **liniové zatížení trámu** s **zatěžovací délkou**.

$$F = 20 \text{ kN/m} \cdot 5 \text{ m} = 100 \text{ kN}$$



Liniové zatížení → Bodová síla

Shrnutí:

Liniové zatížení trámu:

$$f_{lin} \text{ [kN/m]}$$

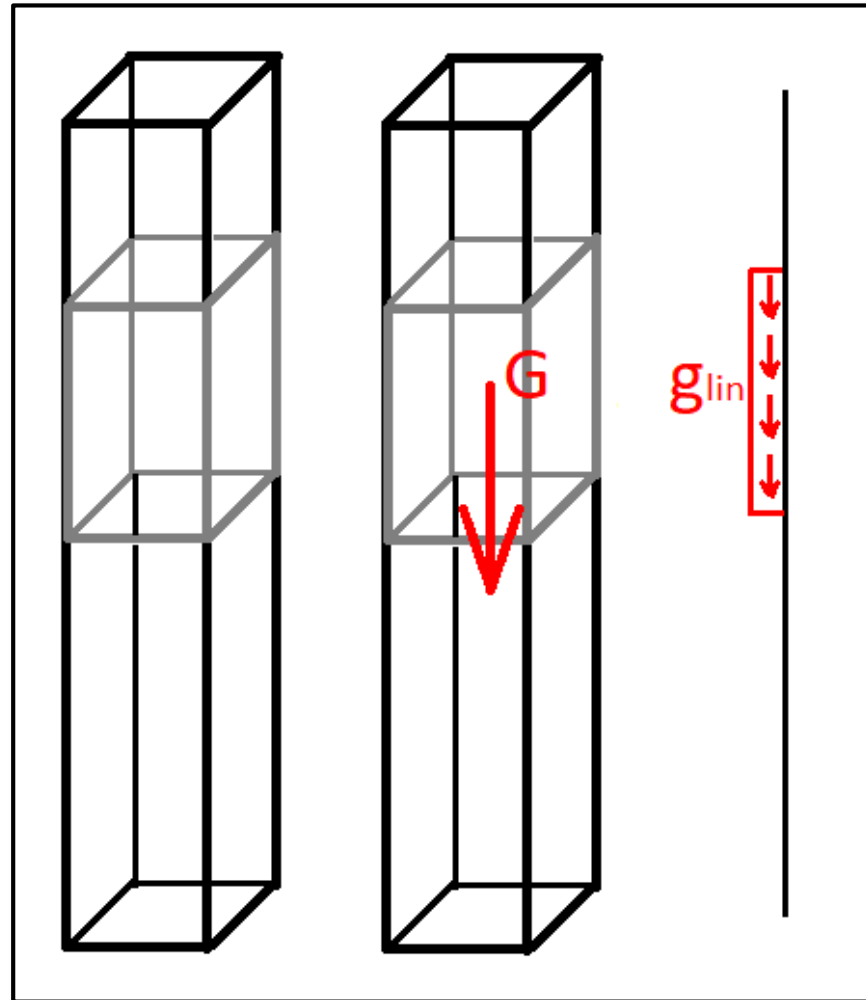
Zatěžovací délka (délka, ze které se přenáší zatížení do sloupu):

$$L_{zat} \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} F &= f_{lin} \cdot L_{zat} \\ \text{[kN]} &= \text{[kN/m]} \cdot \text{[m]} \end{aligned}$$

Objemová tíha sloupu → Liniová tíha sloupu

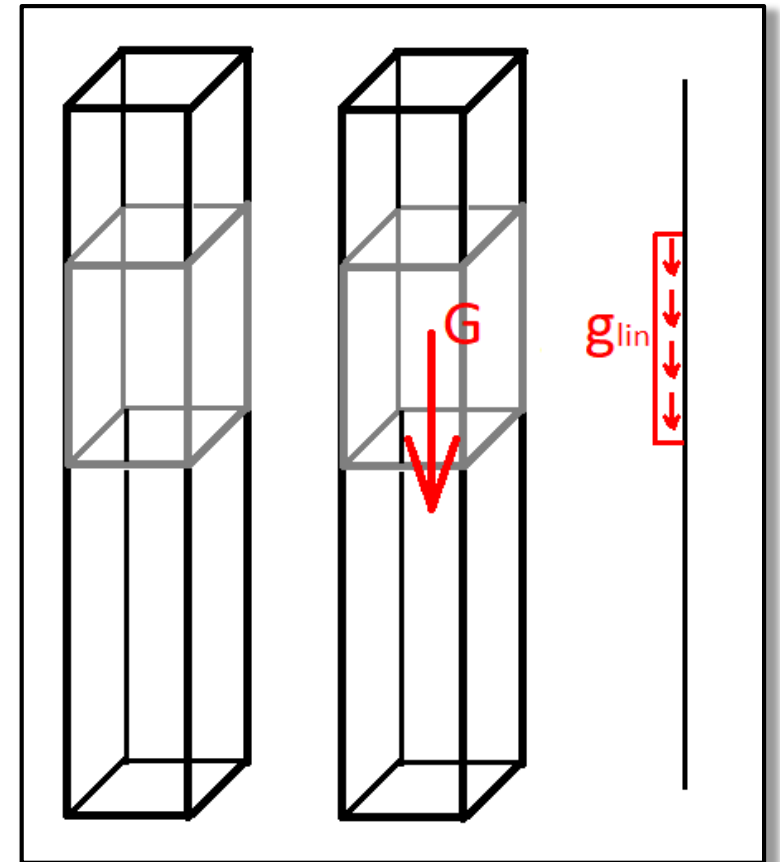
$$[\text{kN/m}^3] \rightarrow [\text{kN/m}]$$



Objemová tíha sloupu → Liniová tíha sloupu

Stejně jako u trámu, jen ve vertikálním směru.

$$g_{lin} = \gamma \cdot A_{tr}$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}]$$



Část D – Plošné zatížení montované stropní konstrukce

Úkol 1.D

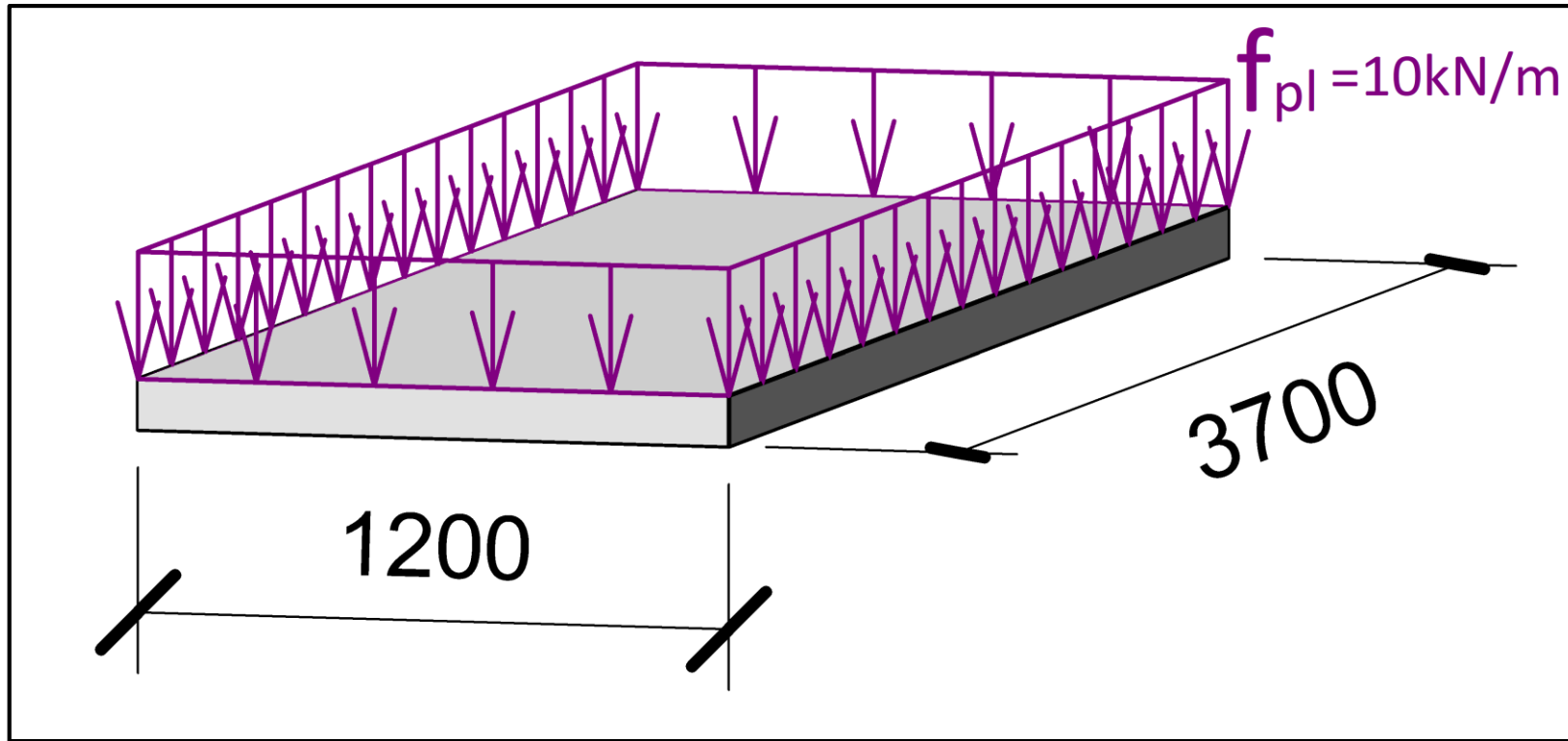
Stanovte plošné zatížení montované stropní konstrukce [kN/m²].

Potřebujeme umět:

- Hmotnost (Tíha) → Plošné zatížení

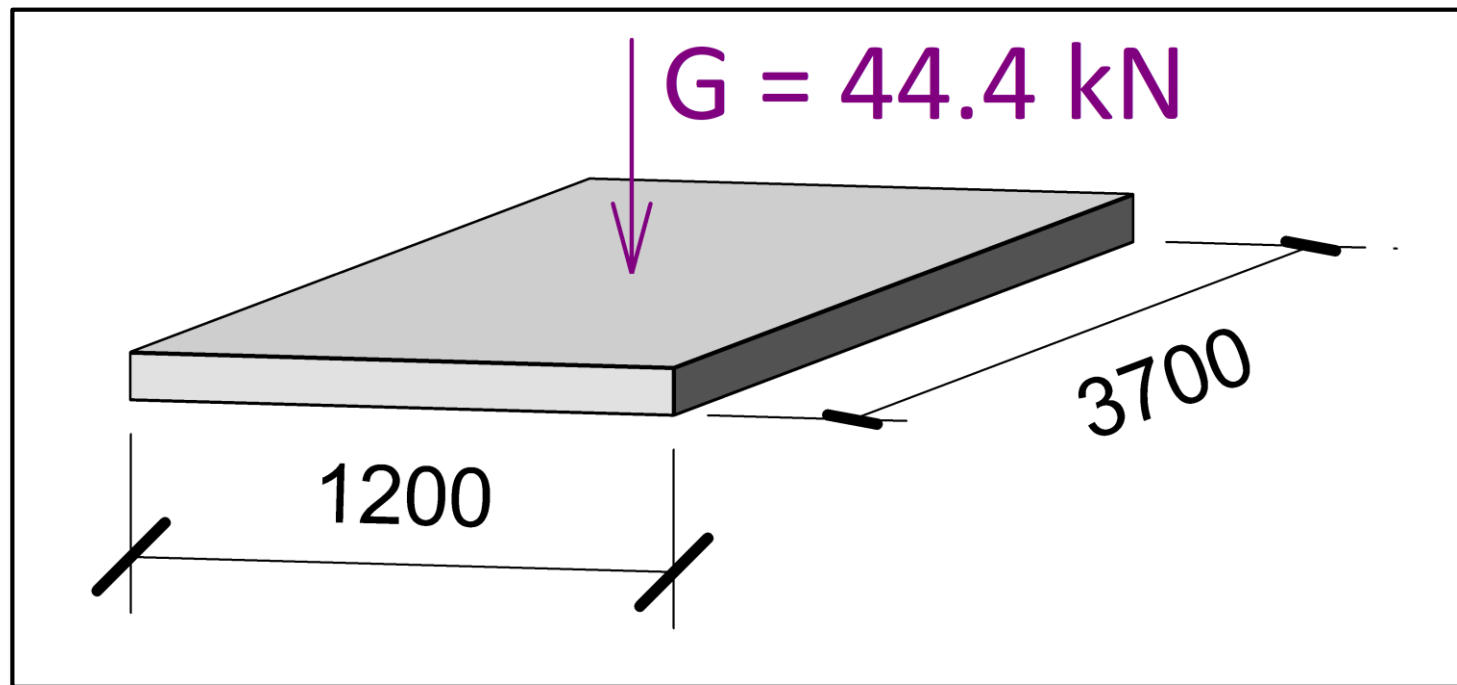
Tíha (Hmotnost) → Plošné zatížení

$$[\text{kN}] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}^2]$$



Tíha (Hmotnost) → Plošné zatížení

Tíha panelu G [kN] „působí“ na ploše panelu A_{pan} [m²].



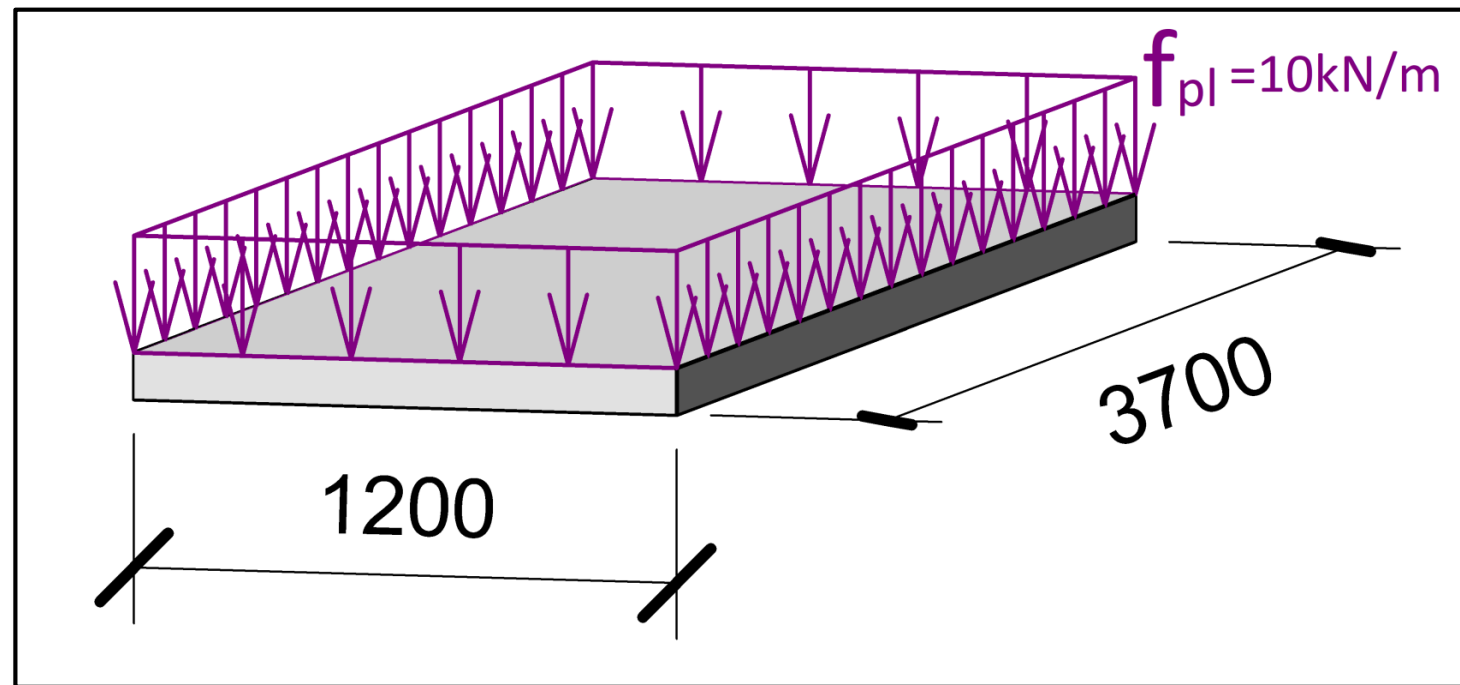
Tíha (Hmotnost) → Plošné zatížení

Tíha panelu G [kN] „působí“ na ploše panelu A_{pan} [m²].

Plošné zatížení (od vlastní tíhy) je tedy $g_{pan} = G/A_{pan}$.

$$g_{pan} = \gamma \cdot A_{tr}$$

$$[\text{kN/m}] = [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}]$$



Část E – Liniové zatížení vnitřního ŽB průvlaku

Úkol 1.E

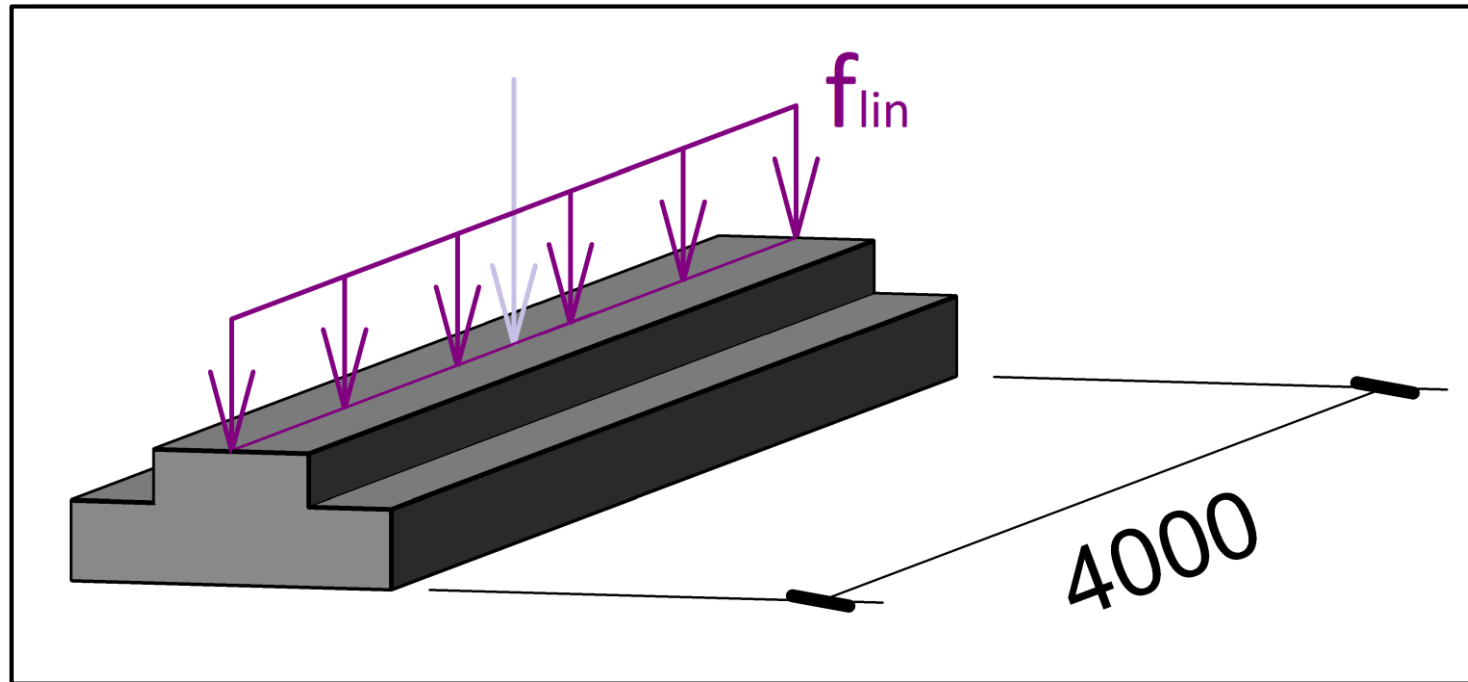
Stanovte návrhové liniové zatížení vnitřního ŽB průvlaku P [kN/m].

Potřebujeme umět:

- Hmotnost (Tíha) \rightarrow Liniové zatížení
- Plošné zatížení panelu \rightarrow Liniové zatížení průvlaku

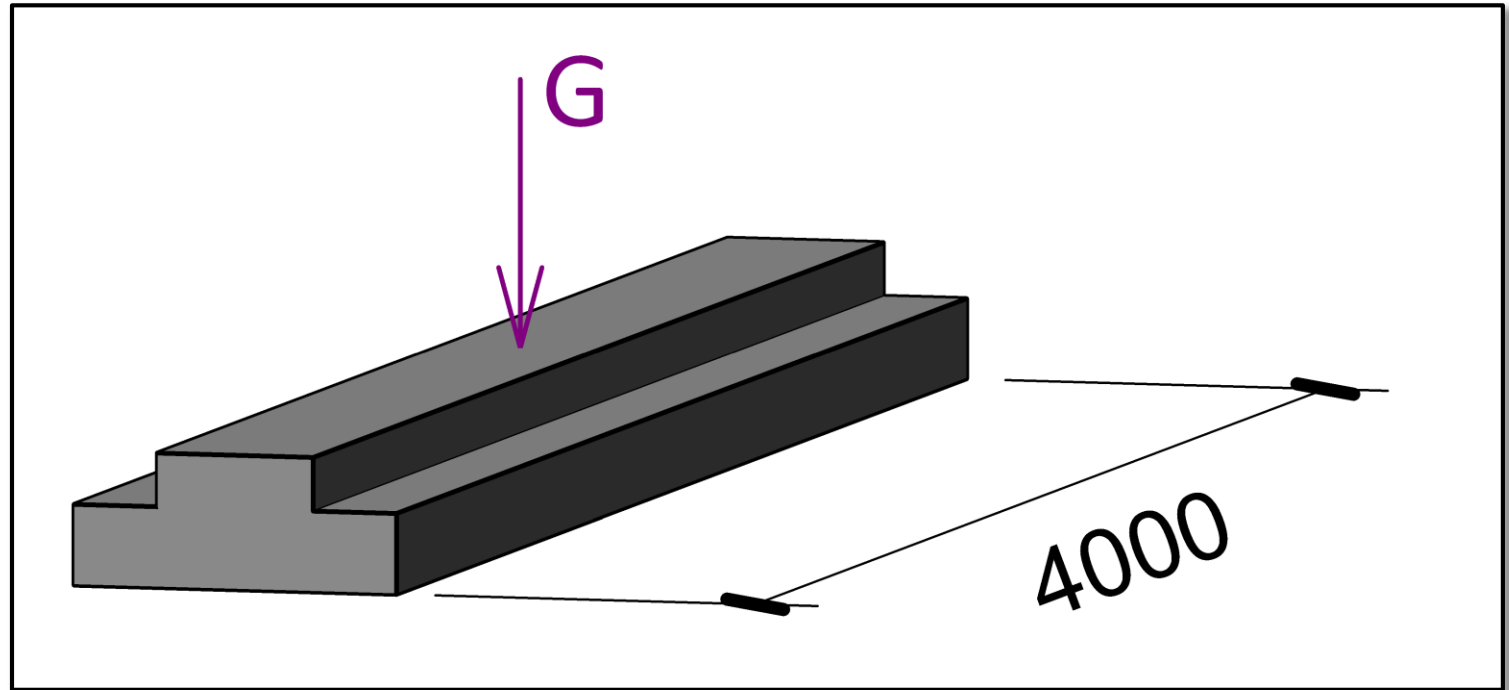
Tíha (Hmotnost) → Liniové zatížení

$$[\text{kN}] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}]$$



Tíha (Hmotnost) \rightarrow Liniové zatížení

Tíha průvlaku G [kN] „působí“ na celé délce průvlaku L_{pr} [m].

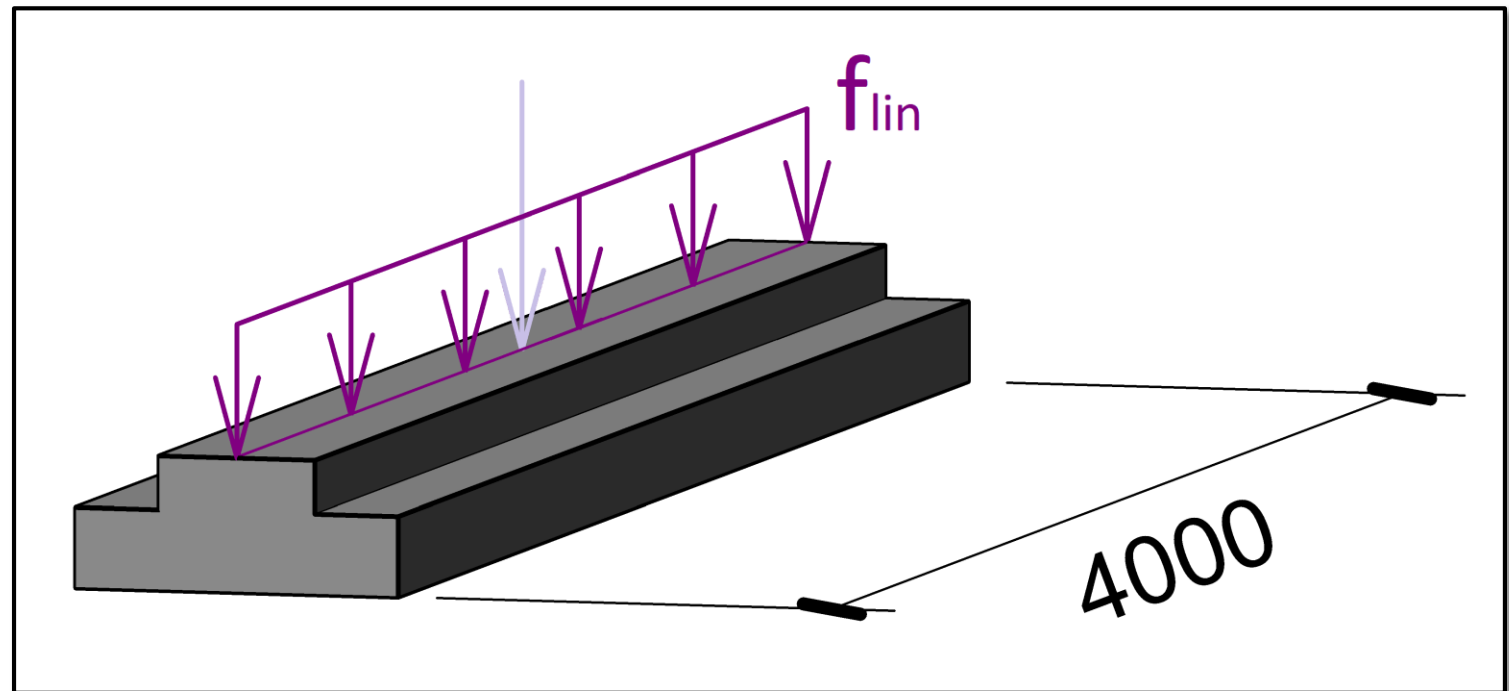


Tíha (Hmotnost) → Liniové zatížení

Tíha průvlaku G [kN] „působí“ na celé délce průvlaku L_{pr} [m].

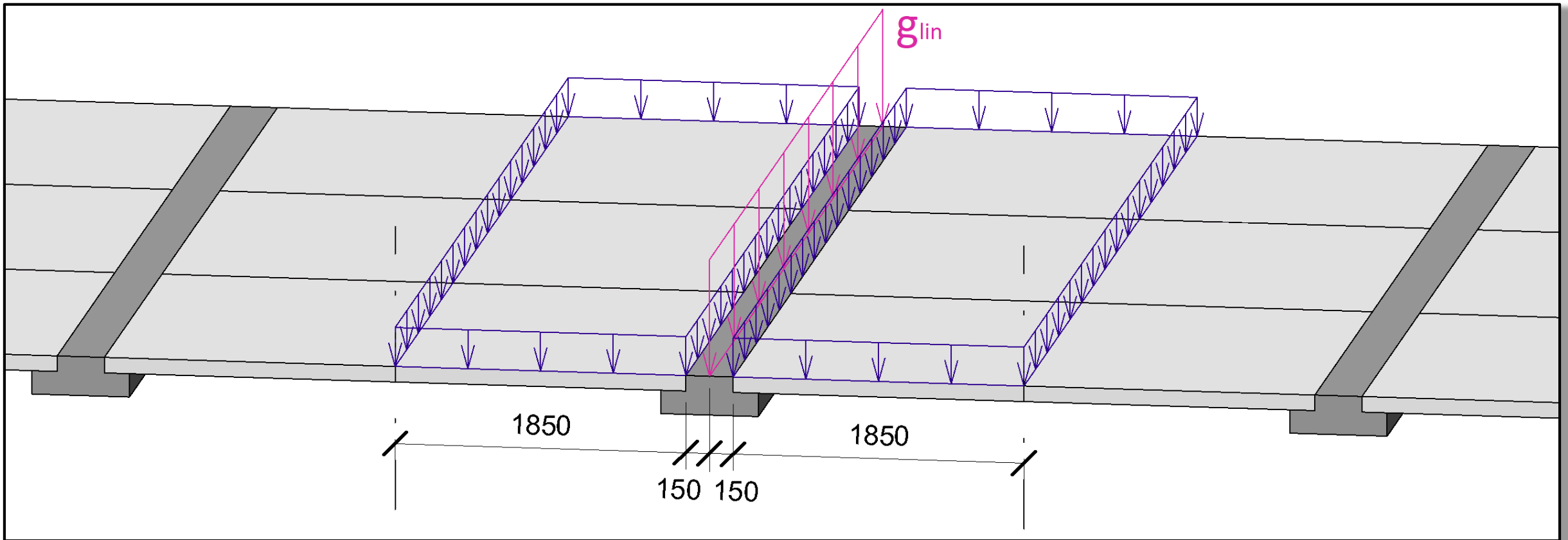
Liniové zatížení (od vlastní tíhy) je tedy $g_{pr} = G/L_{pr}$.

$$g_{pr} = G/L_{tr}$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN}]/[\text{m}]$$



Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

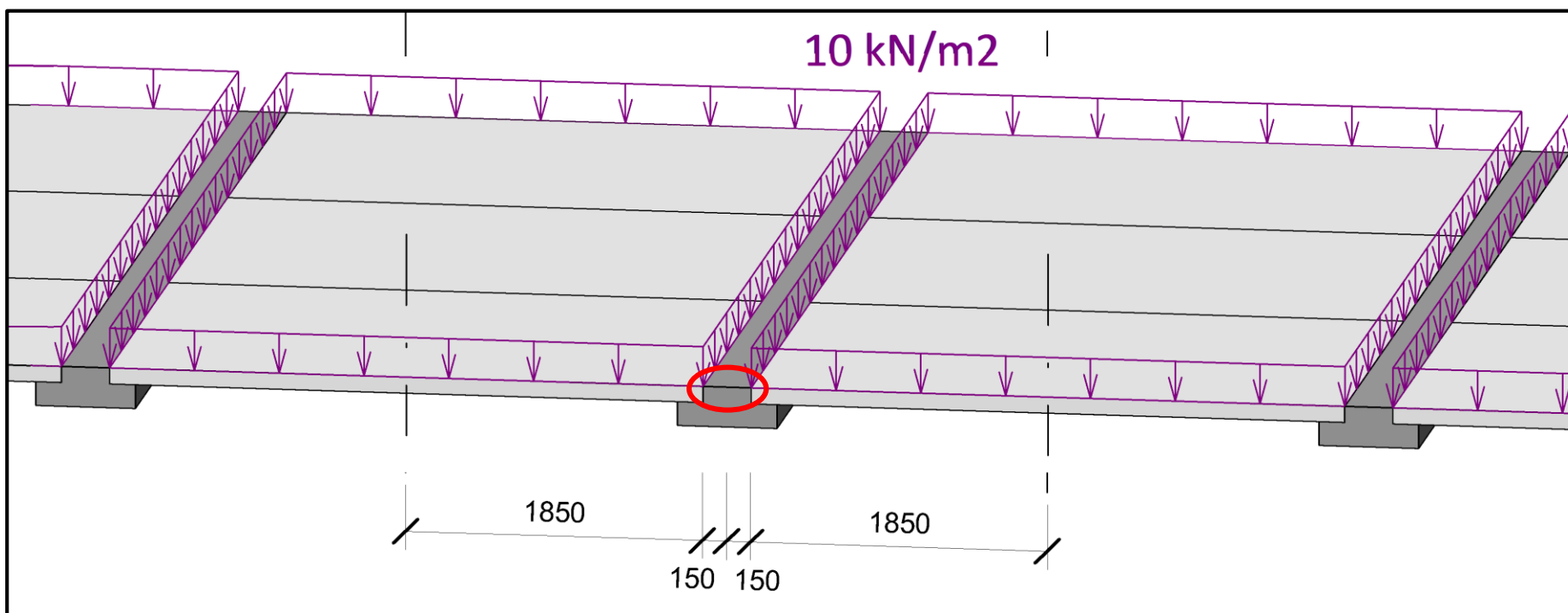
$[\text{kN}/\text{m}^2] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}]$



Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

První přístup

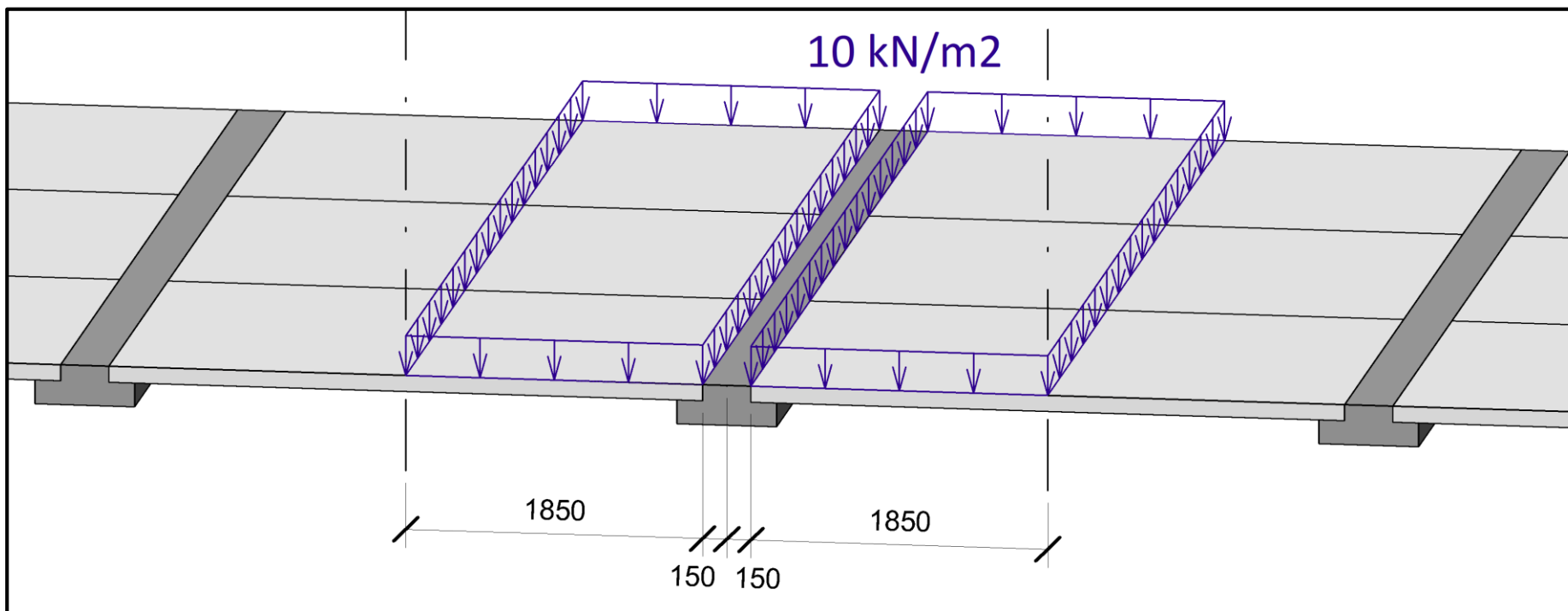
Podobné jako *plošné desky* → *liniové trámy*, ale **bez té části, kde je průvlak místo panelu.**



Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

První přístup

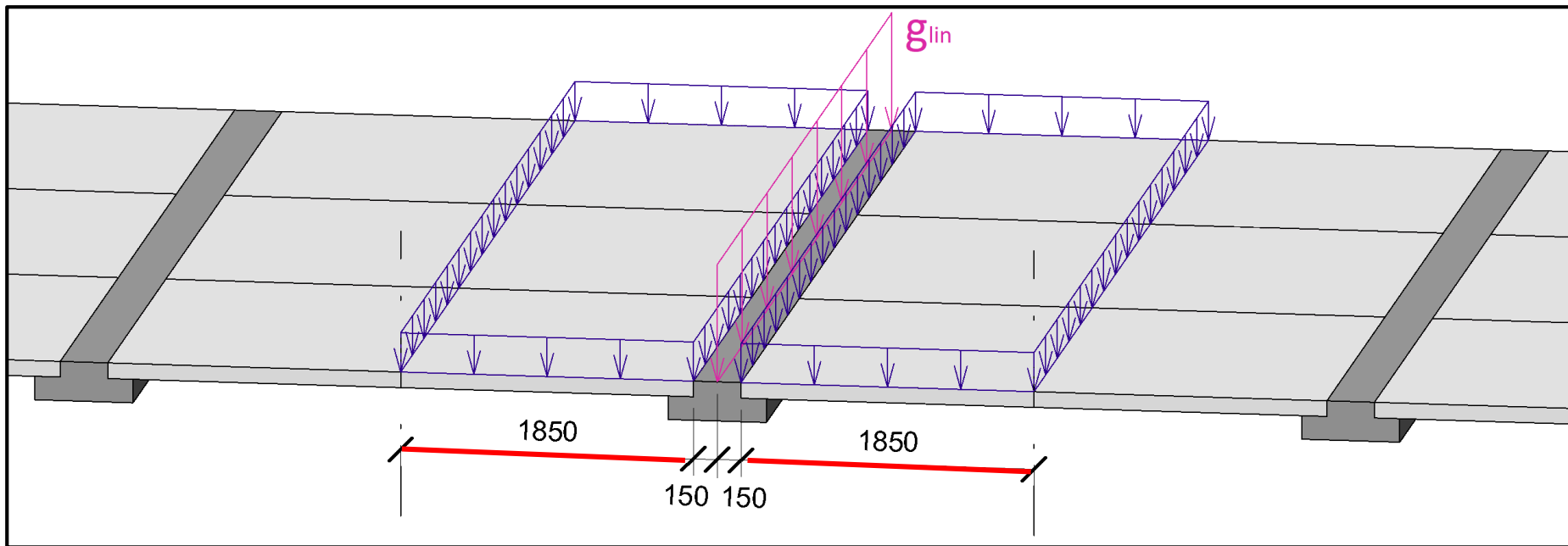
Zatížení na průvlak se opět přenáší z polovin rozpětí.



Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

První přístup

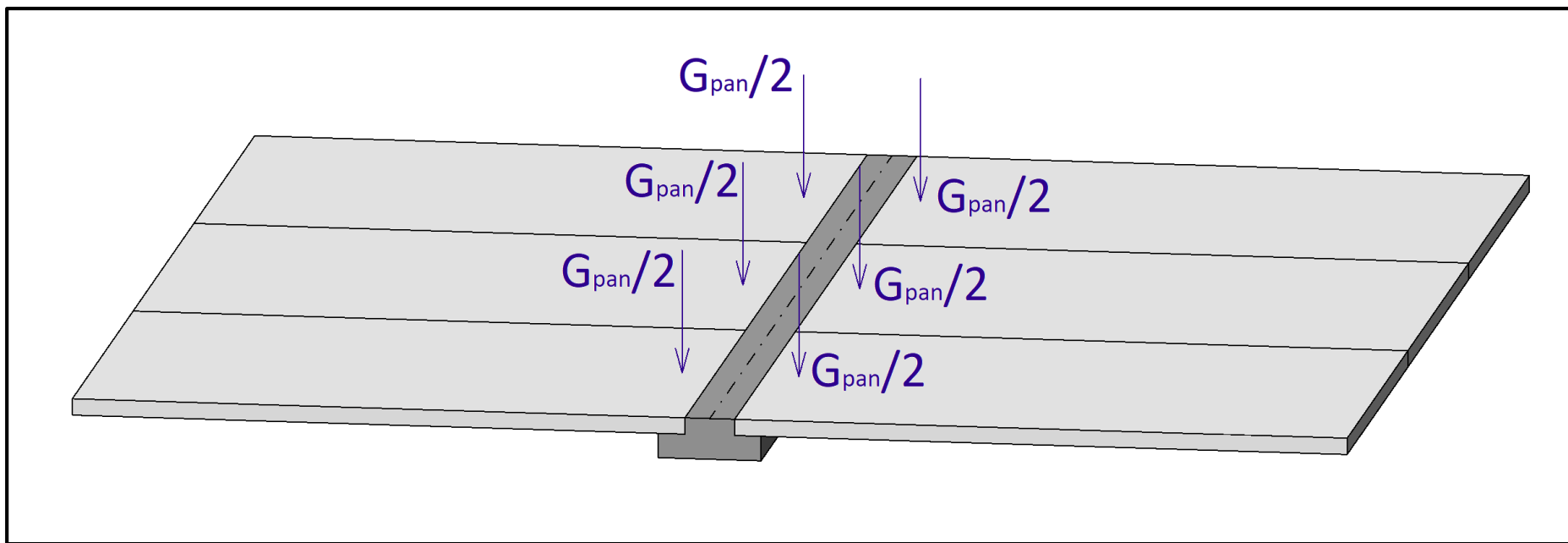
Plošné zatížení opět vynásobíme **zatěžovací šířkou** a získáme liniové zatížení $g_{lin} = g_{pl} \cdot \text{zat. šířka} = g_{pl} \cdot l_{pan} = 10 \cdot (2 \cdot 1.85) = 37 \text{ kN/m}$.



Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

Druhý přístup

Také si to lze představit jako síly působící od každého panelu ($G_{pan}/2$).

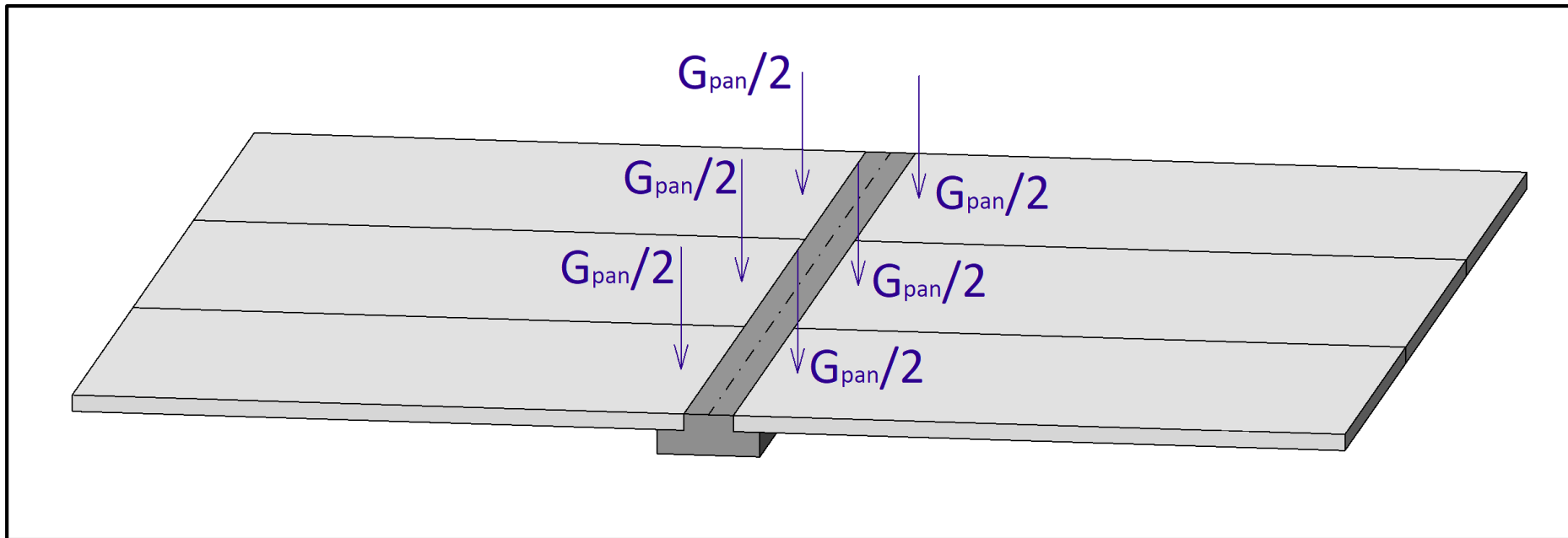


Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

Druhý přístup

Také si to lze představit jako síly působící od každého panelu ($G_{pan}/2$).

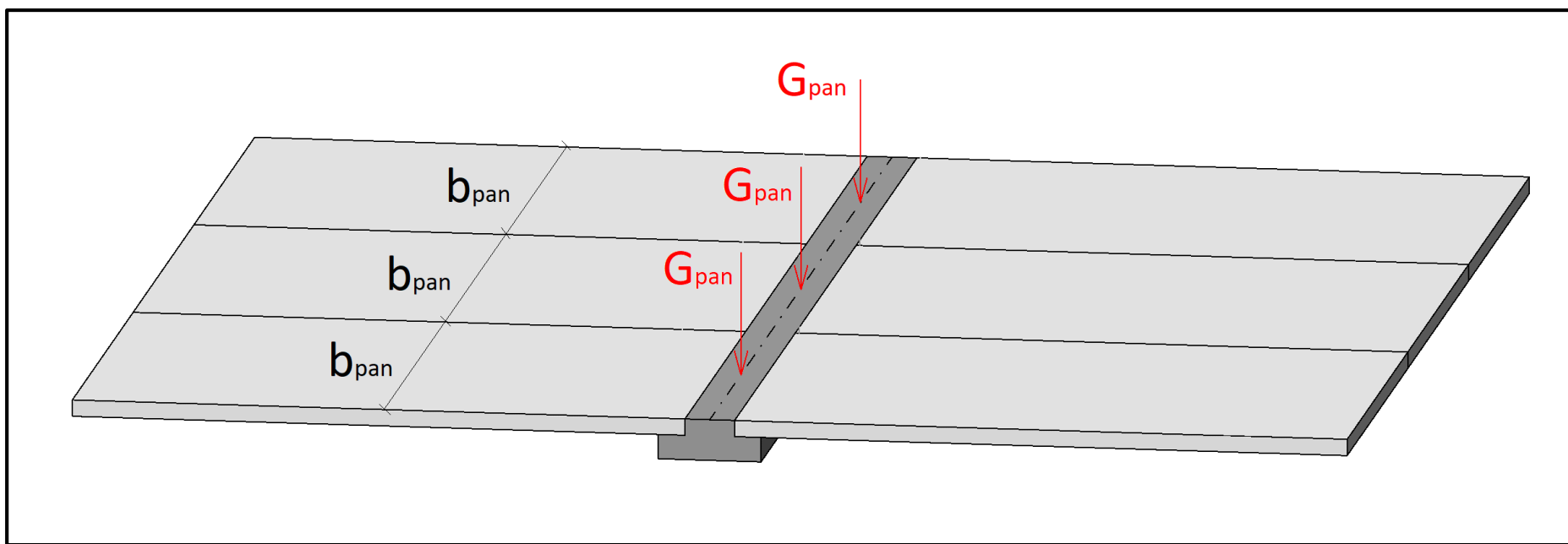
Vždy působí dvě síly (jedna od každého panelu): $2G_{pan}/2 = G_{pan}$.



Plošné zatížení panelu \rightarrow Liniové zatížení průvlaku

Druhý přístup

Mezi silami G_{pan} je vzdálenost b_{pan} \rightarrow jedna G_{pan} působí na délce b_{pan} .

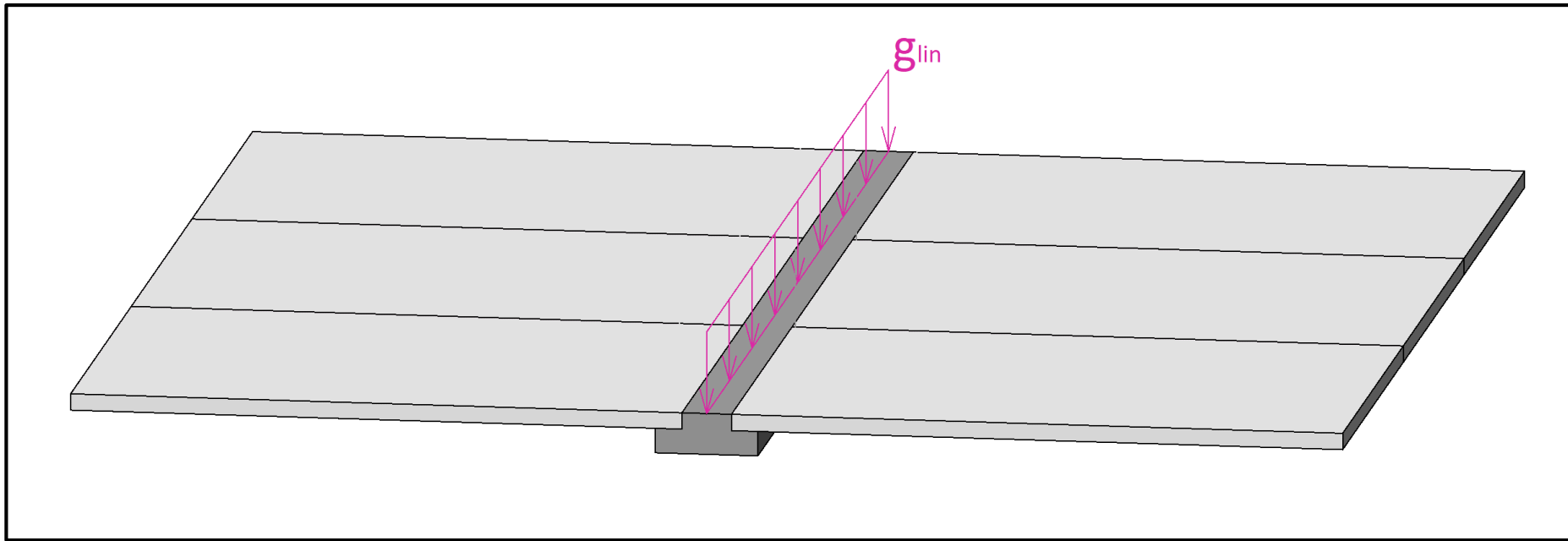


Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

Druhý přístup

Stejně jako v „tíha průvlaku → liniové zatížení“ se zatížení spočítá jako:

$$g_{lin} = G_{pan} / b_{pan}$$
$$[\text{kN/m}] = [\text{kN}] / [\text{m}]$$



Plošné zatížení panelu → Liniové zatížení průvlaku

První přístup:

$$g_{lin} = g_{pl} \cdot l_{pan}$$

$$[\text{kN/m}] = [\text{kN/m}^2] \cdot [\text{m}]$$

Druhý přístup:

$$g_{lin} = G_{pan} / b_{pan}$$

$$[\text{kN/m}] = [\text{kN}] / [\text{m}]$$

Pozn.: Oba přístupy dávají stejné řešení.

$$g_{lin} = G_{pan} / b_{pan} = (g_{pan,pl} \cdot A_{pan}) / b_{pan} =$$

$$= (g_{pan,pl} \cdot (b_{pan} \cdot l_{pan})) / b_{pan} = g_{pan,pl} \cdot l_{pan}$$

Další druhy zatížení

Další druhy zatížení

- Objemová tíha \rightarrow Plošná tíha (zatížení) stěny
- Plošná tíha stěny \rightarrow Bodové zatížení trámu

Objemová tíha \rightarrow Plošná tíha (zatížení) stěny

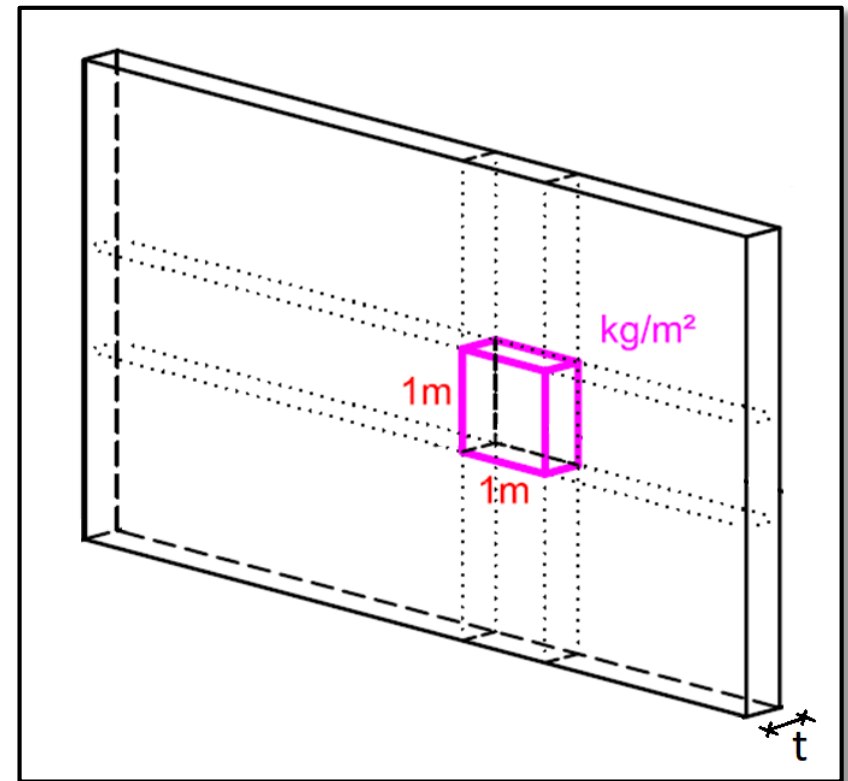
$$[\text{kN}/\text{m}^3] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}^2]$$

Stejně jako u desky:

objemová tíha \times objem / plocha \rightarrow objemová tíha \times tloušťka

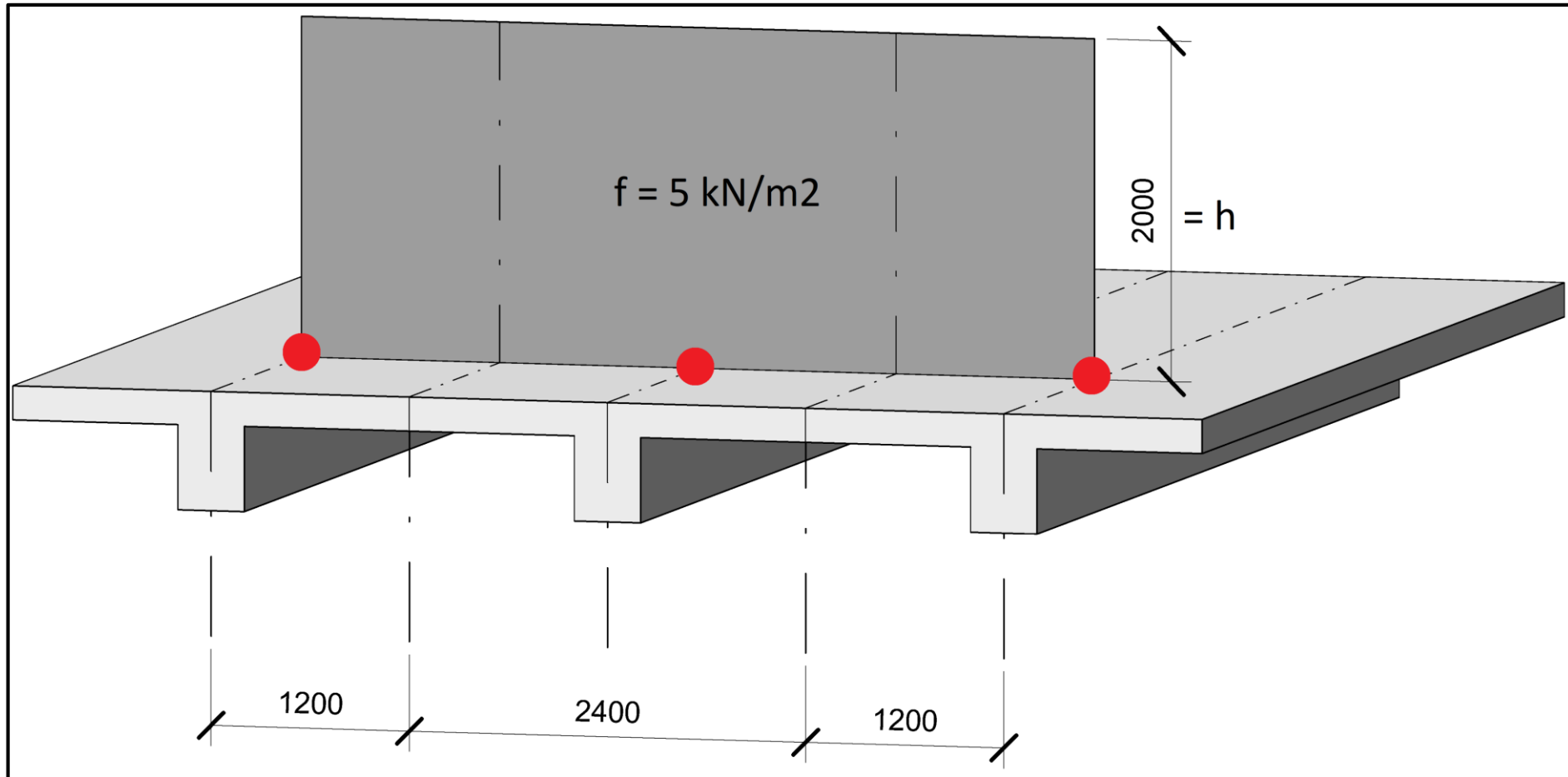
$$f_{pl} = \gamma \cdot t$$

$$[\text{kN}/\text{m}^2] = [\text{kN}/\text{m}^3] \cdot [\text{m}]$$



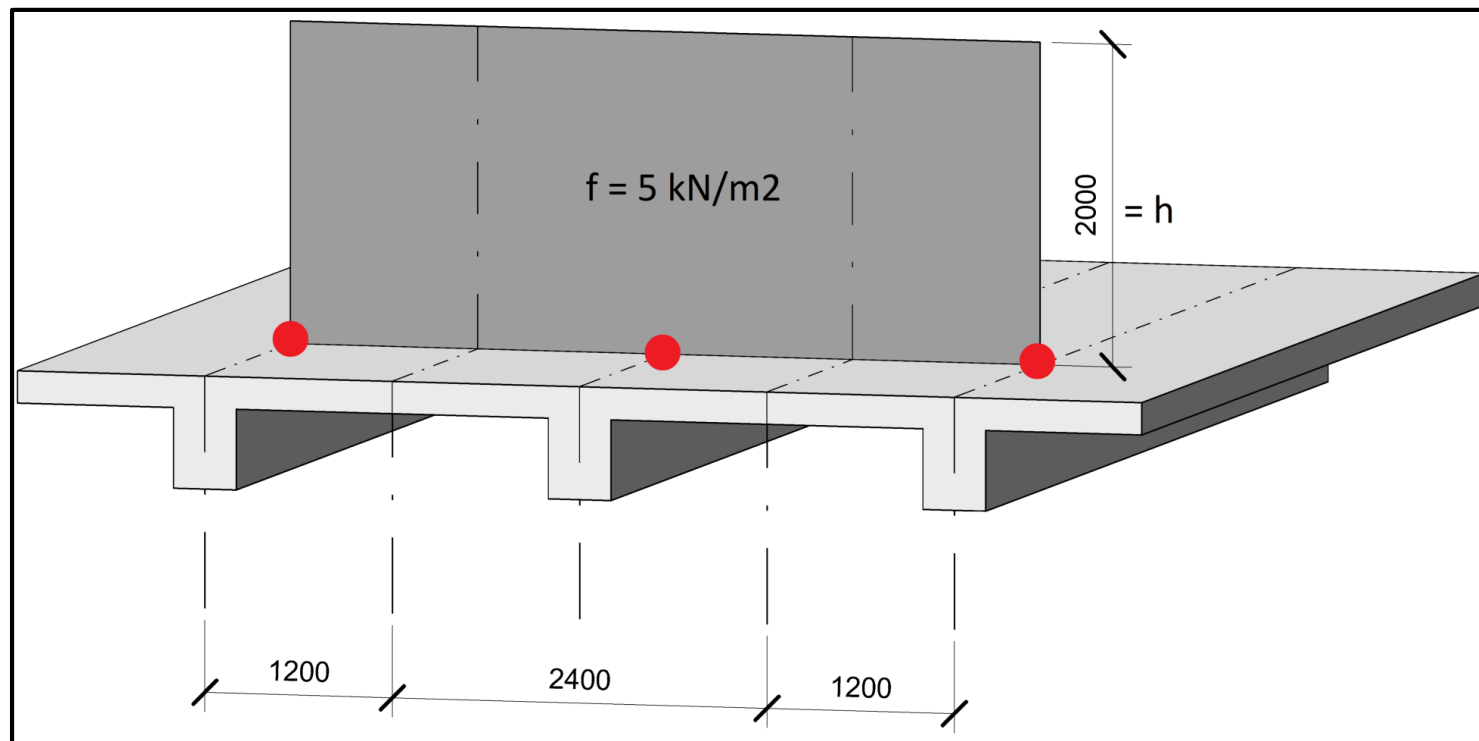
Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

$[\text{kN}/\text{m}^2] \rightarrow [\text{kN}/\text{m}]$



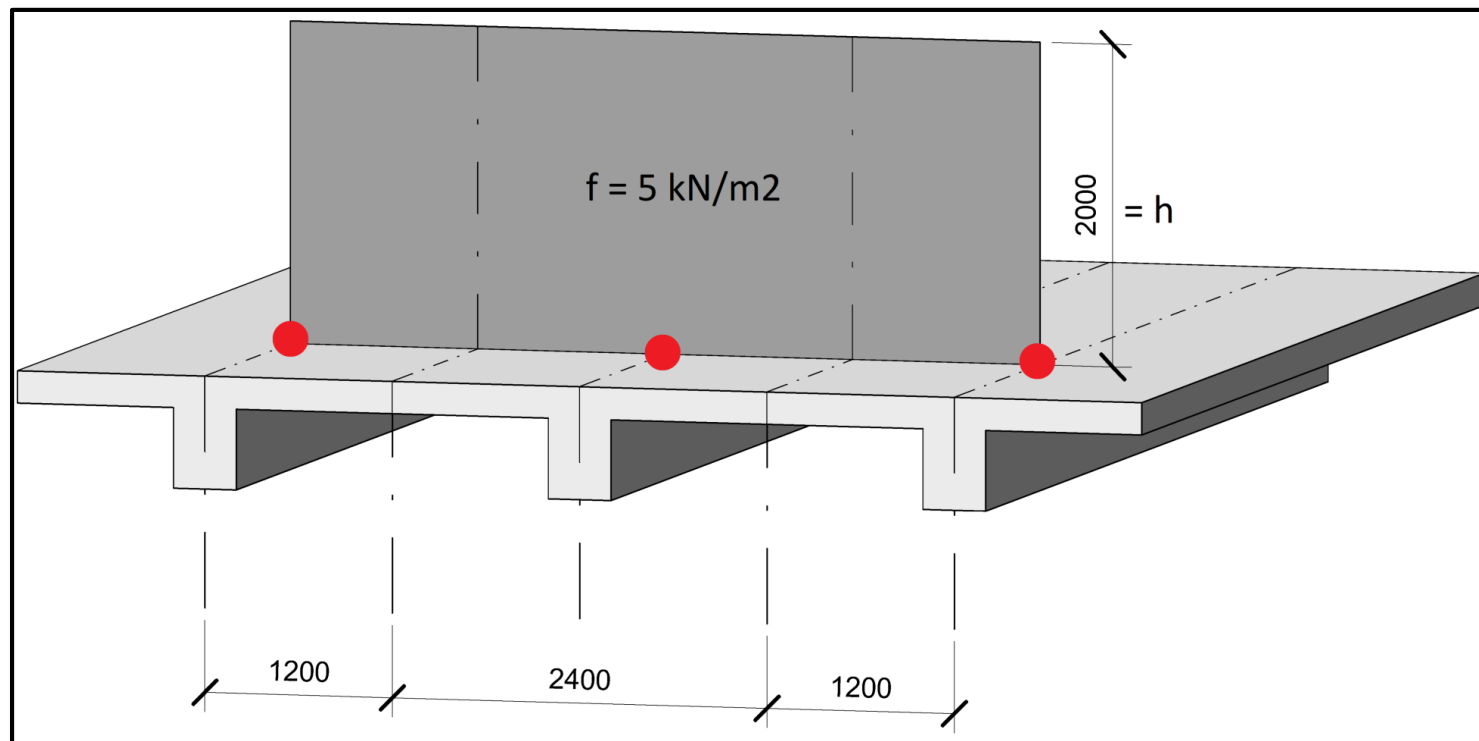
Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Když je stěna umístěna kolmo na trámy, tak zatěžuje trámy bodovými silami (body označené červeně).



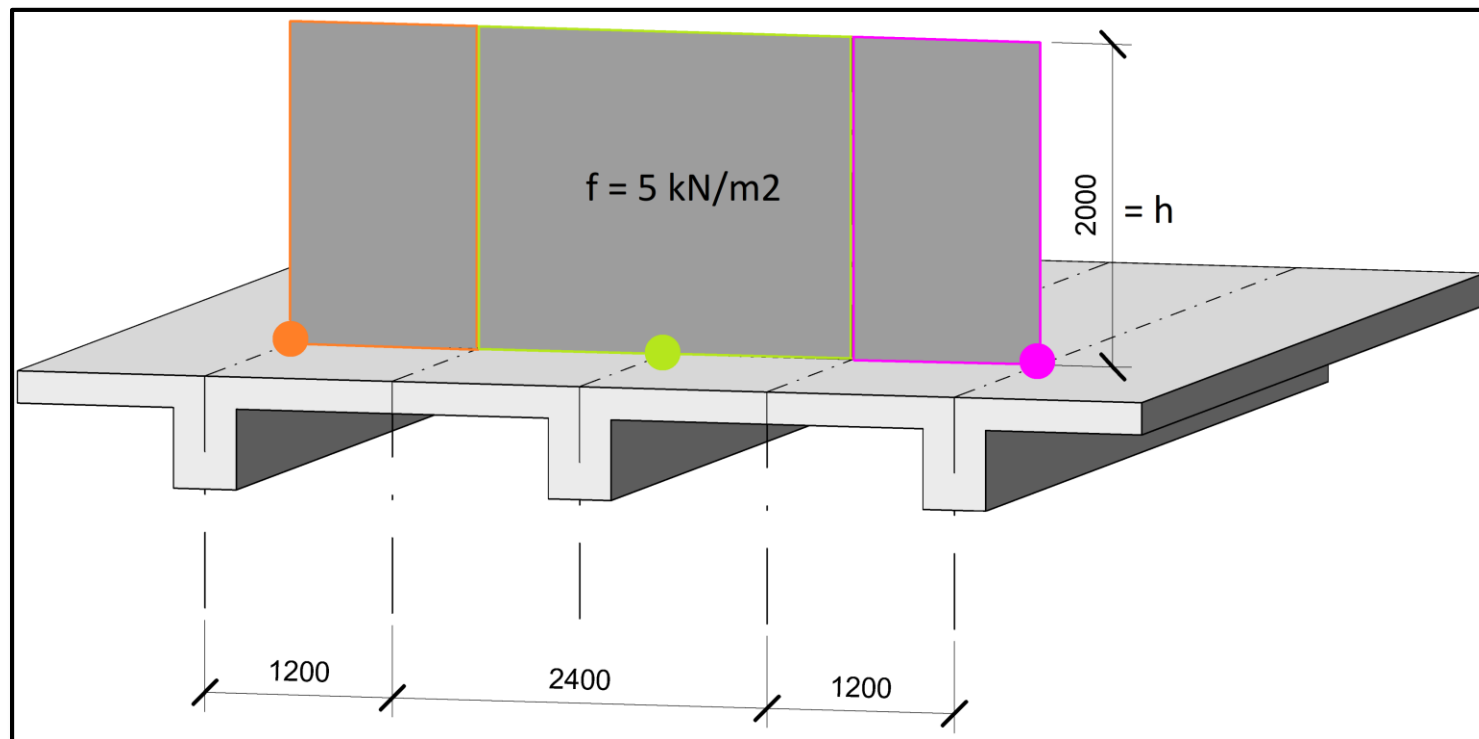
Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Z plošné tíhy (5 kN/m^2) tedy musíme získat bodové síly [kN].



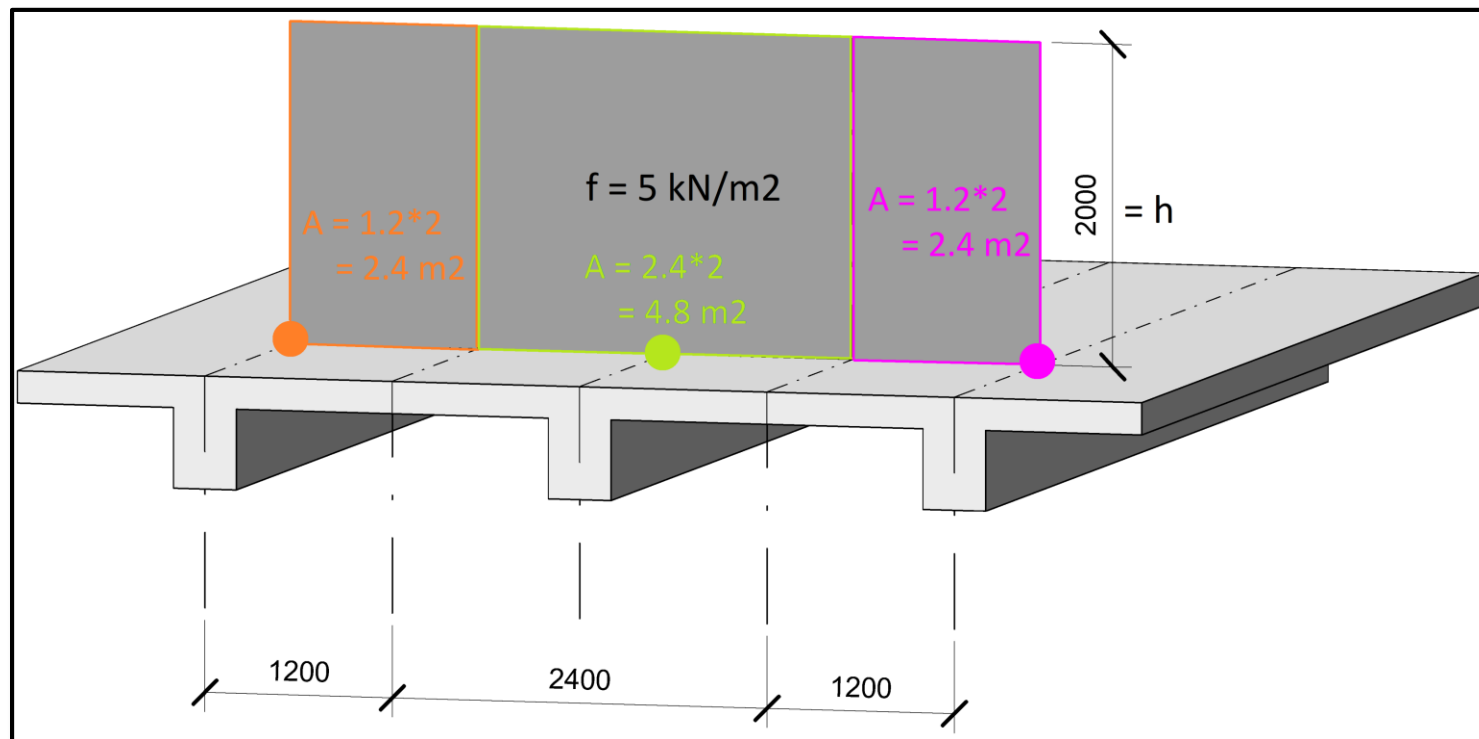
Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Na každý trám připadá ta část stěny, která má nejbližše právě k danému trámu. Stěna se tedy opět dělí v polovině mezi trámy.



Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Potřebujeme tedy stanovit plochu stěny připadající ke každému trámu.



Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Síla připadající na trám je pak už jen daná plocha vynásobená plošnou tíhou.

$$G_1 = 2.4 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ kN/m}^2$$

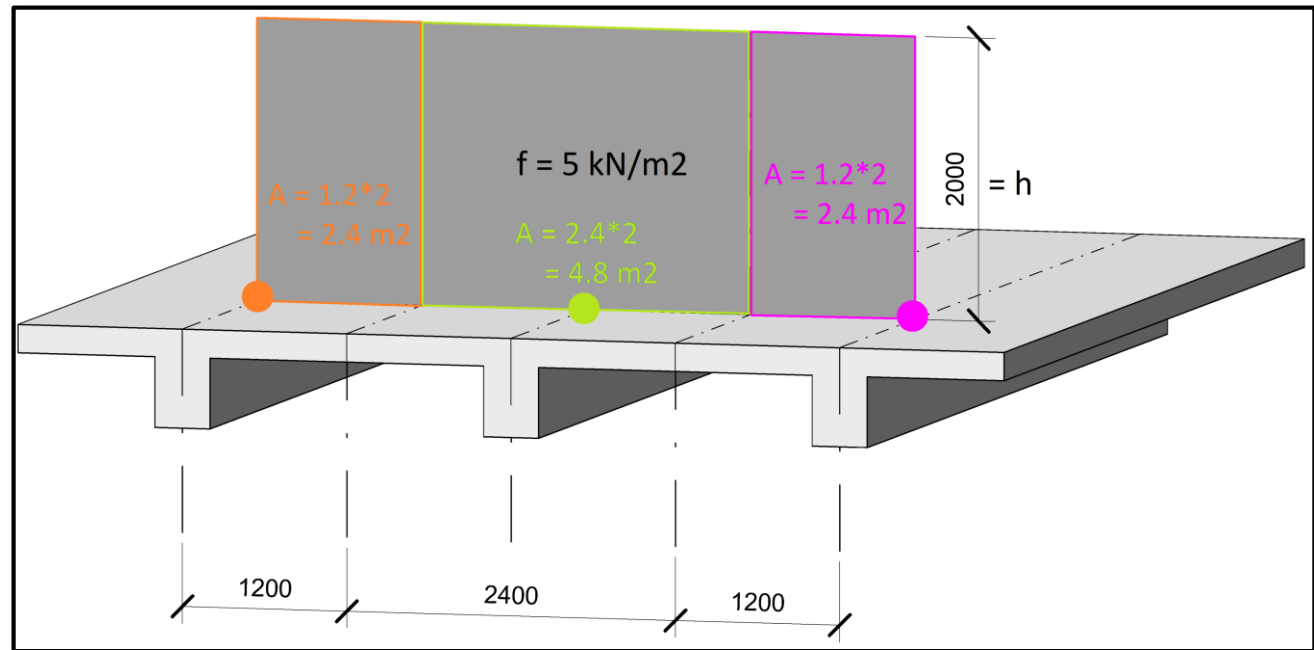
$$G_2 = 4.8 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ kN/m}^2$$

$$G_3 = 2.4 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ kN/m}^2$$

$$G_1 = 12 \text{ kN}$$

$$G_2 = 24 \text{ kN}$$

$$G_3 = 12 \text{ kN}$$



Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Síla připadající na trám je pak už jen daná plocha vynásobená plošnou tíhou.

$$G_1 = 2.4 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ kN/m}^2$$

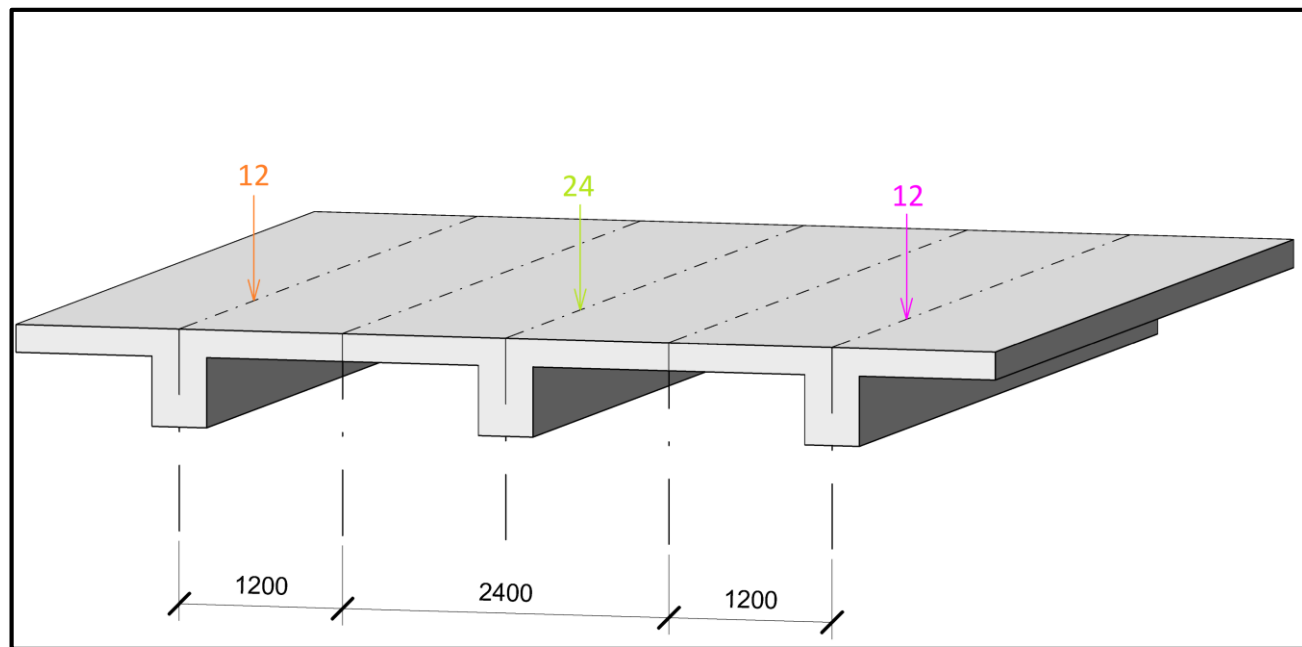
$$G_2 = 4.8 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ kN/m}^2$$

$$G_3 = 2.4 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ kN/m}^2$$

$$G_1 = 12 \text{ kN}$$

$$G_2 = 24 \text{ kN}$$

$$G_3 = 12 \text{ kN}$$

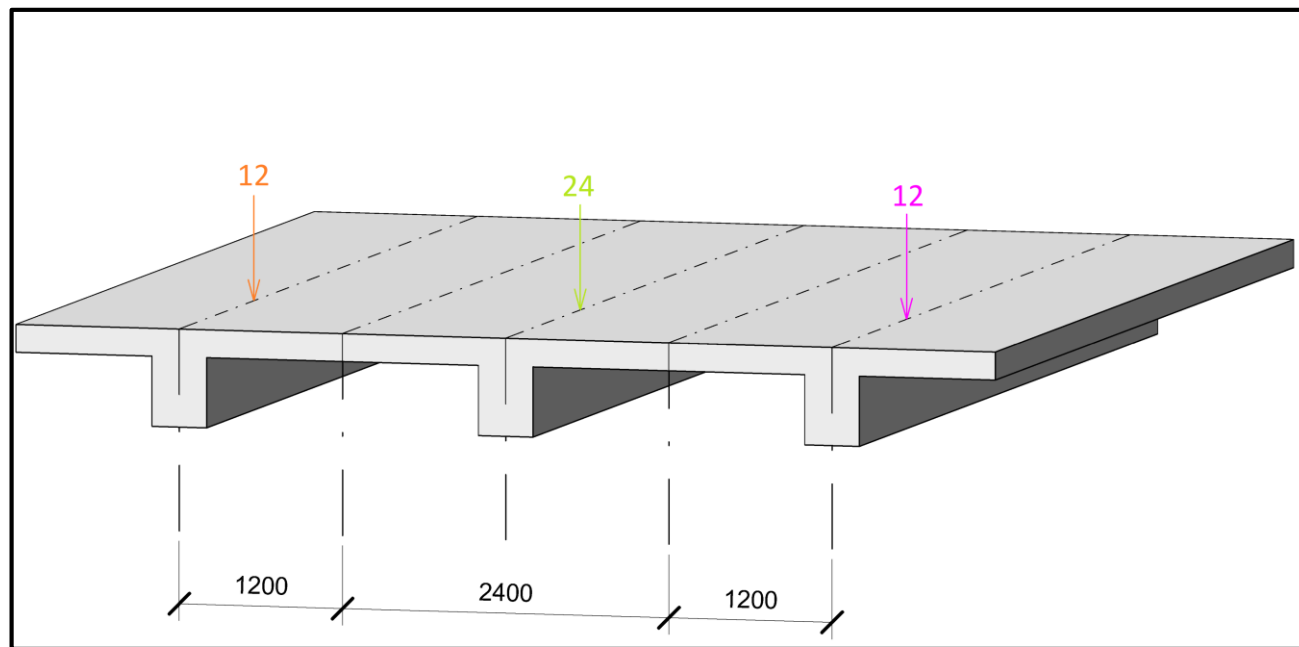


Plošná tíha stěny → Bodové zatížení trámu

Síla připadající na trám je pak už jen daná plocha vynásobená plošnou tíhou.

Obecně:

$$G = A_{st} \cdot g_{pl,st}$$
$$[\text{kN}] = [\text{m}^2] \cdot [\text{kN}/\text{m}^2]$$



Konec