

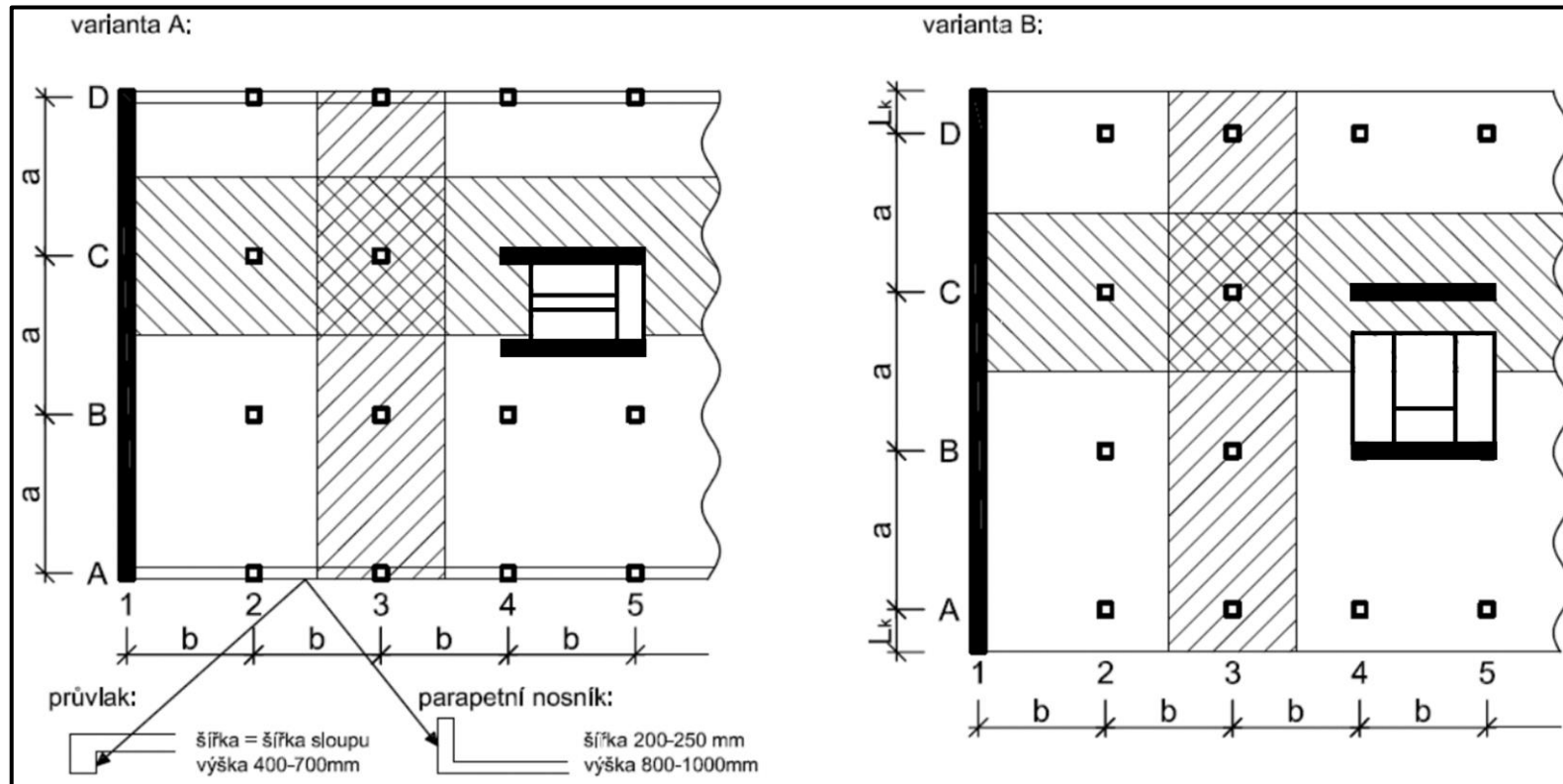


Ztužující stěny v železobetonovém skeletu
Ztužující železobetonové stěny

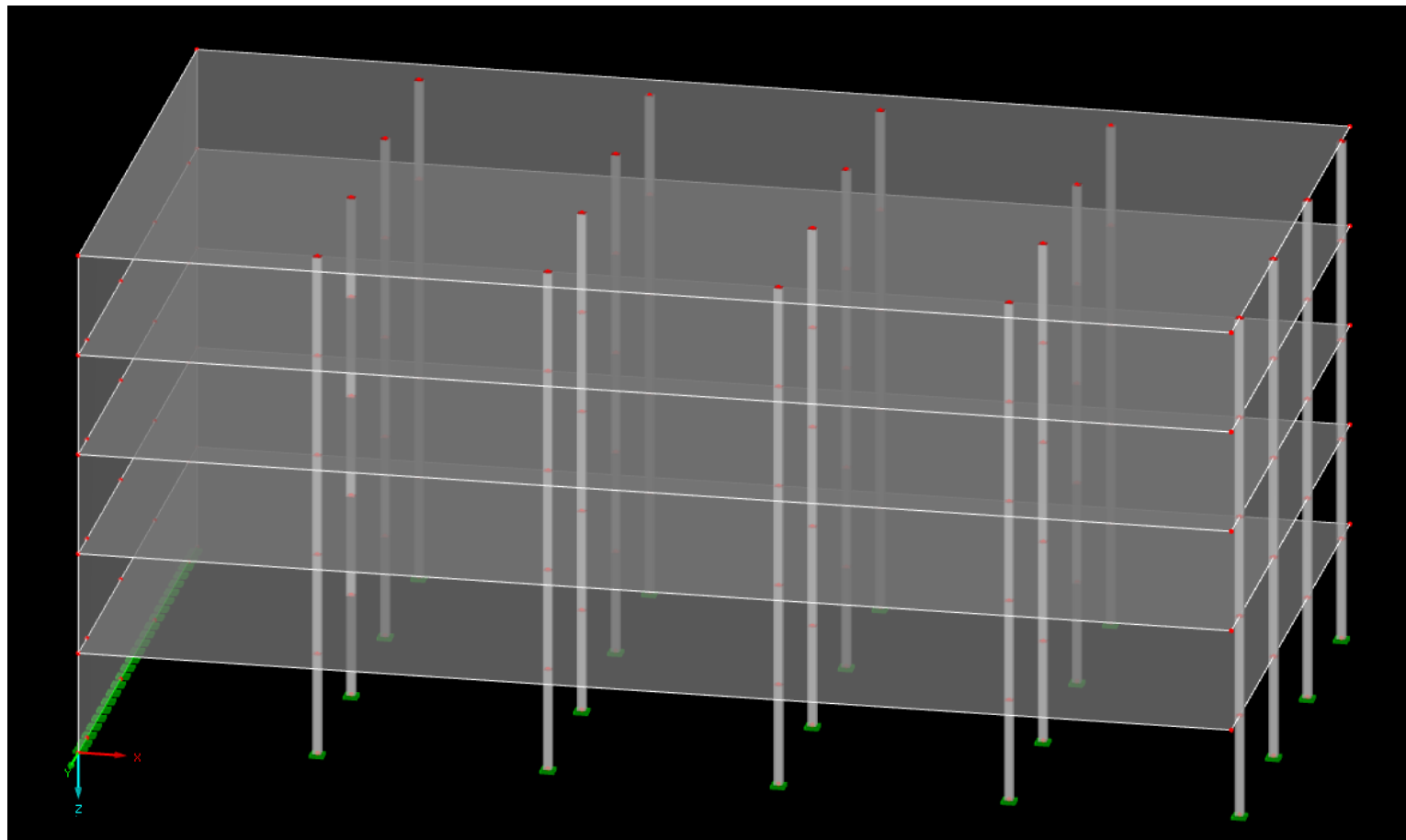
Zadání

Řešená konstrukce

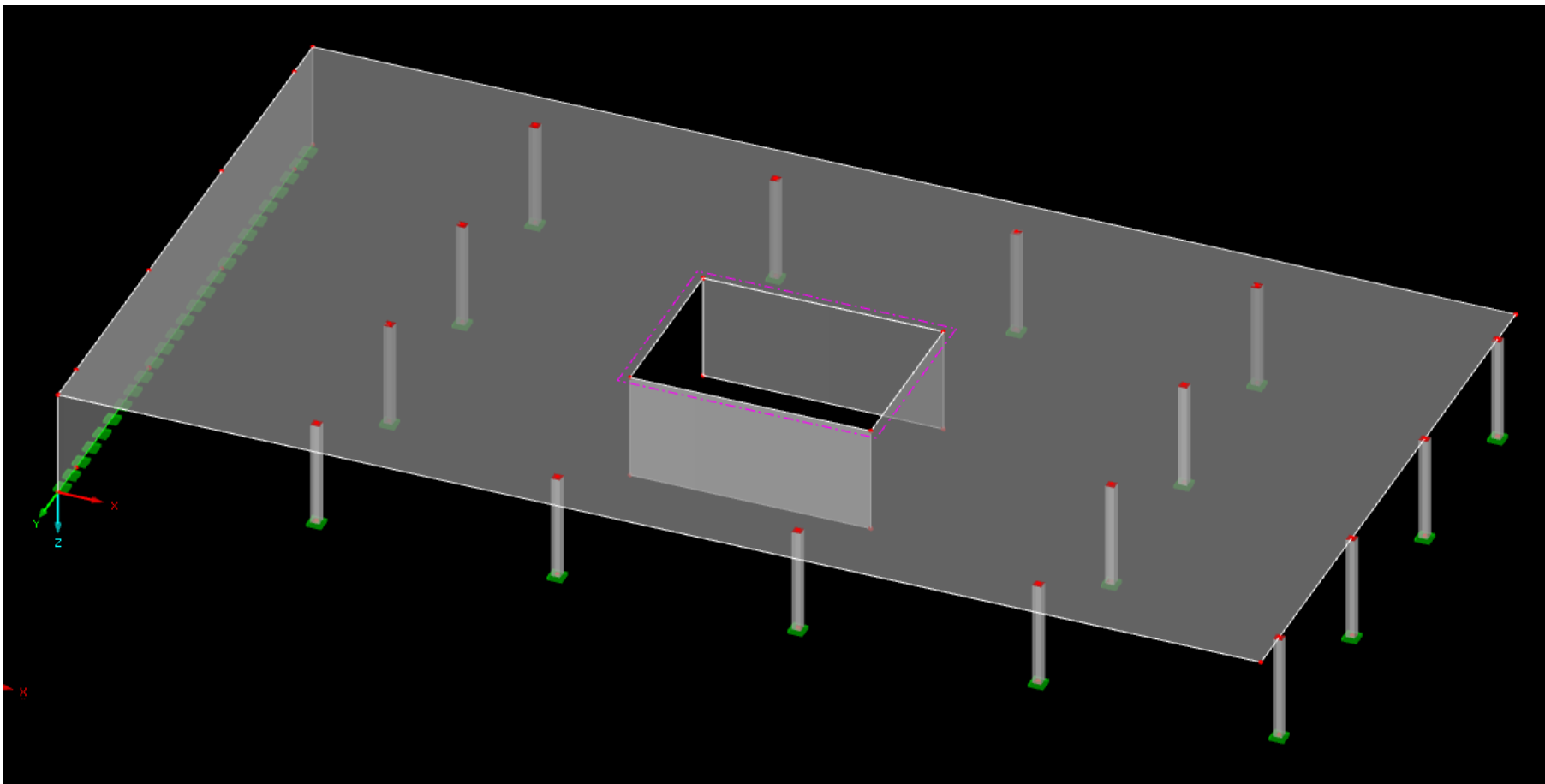
Železobetonový skelet bez vnitřních průvlaků s ŽB stěnou ve štítu, schodištěm a schodišťovými stěnami.



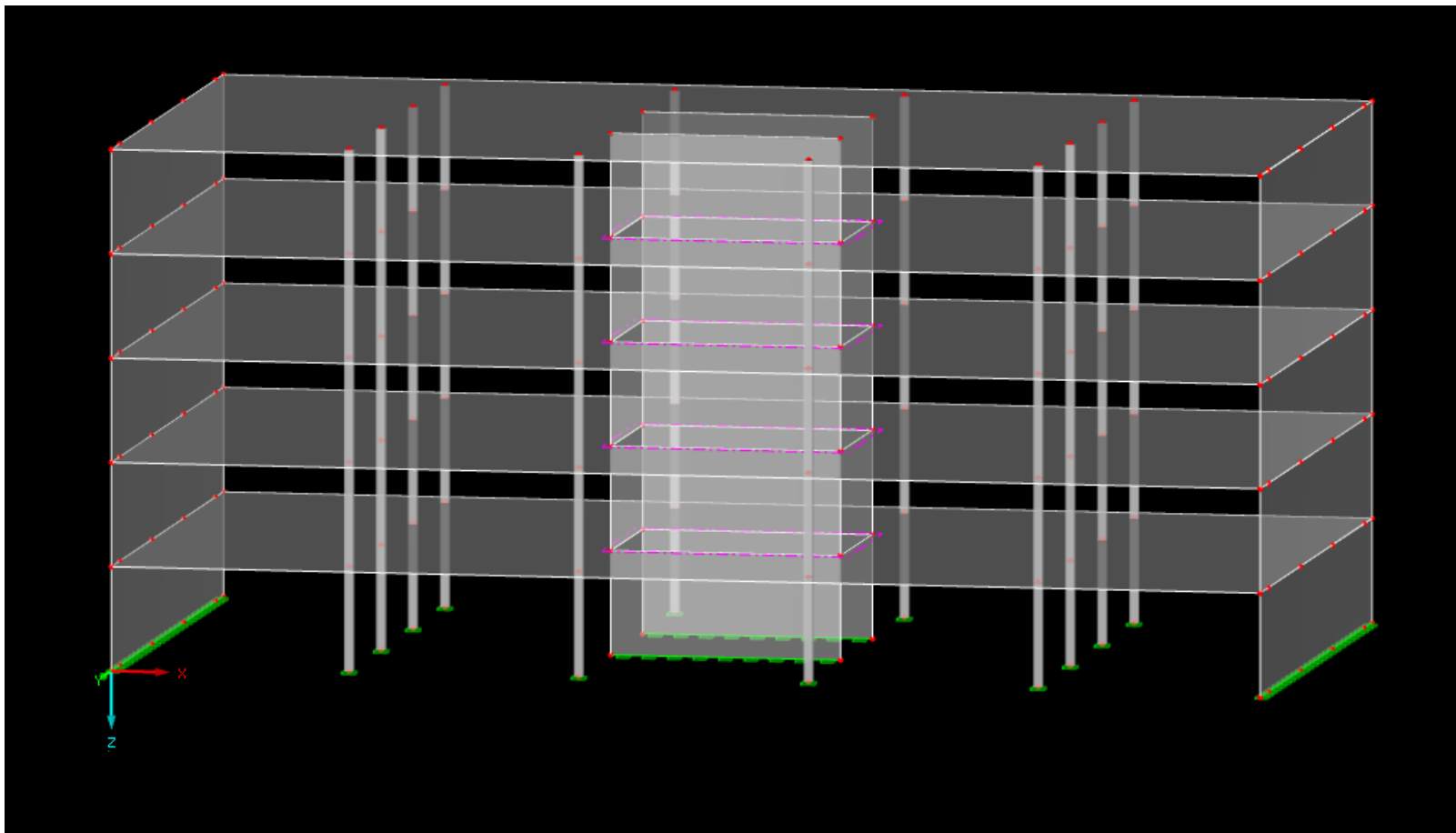
Řešená konstrukce



Řešená konstrukce



Řešená konstrukce



Úkoly

Navrhněte **počet a rozmístění ztužujících stěn** v podélném směru.

Ověřte **napětí v patě stěn** při zatížení větrem.

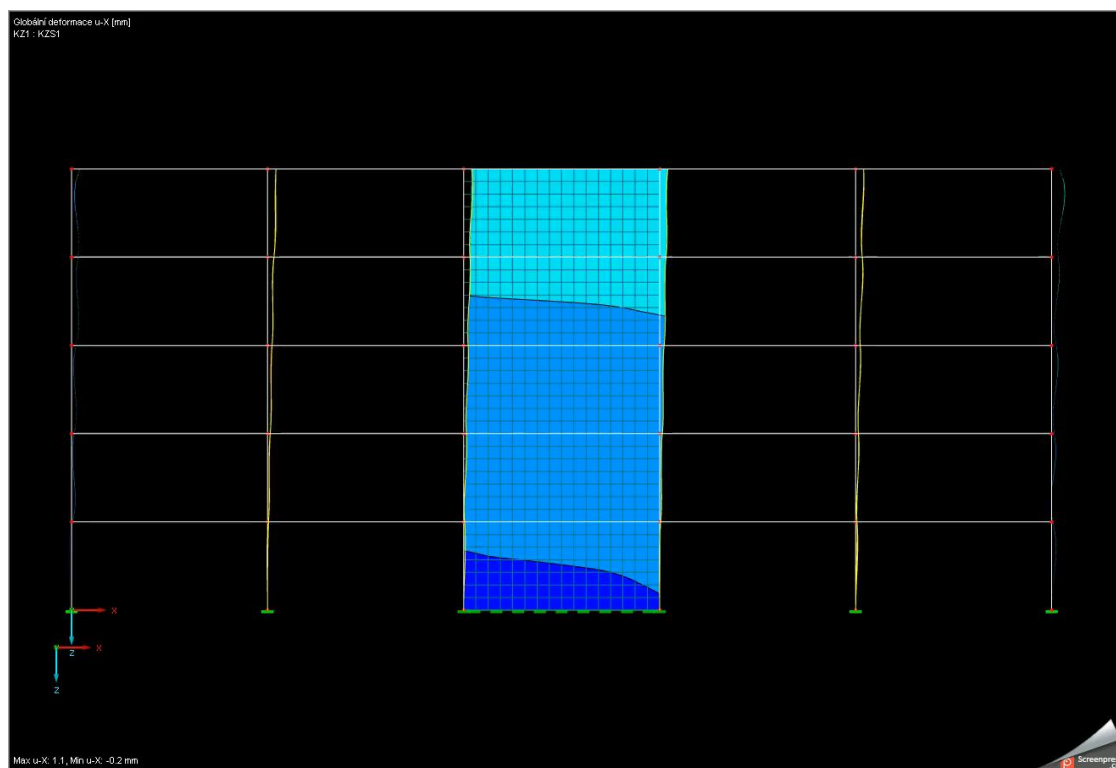
Náplň úlohy

- I. **Navrhnout** ztužující **stěny**
- II. **Stanovit zatížení** (svislé a vodorovné od větru)
- III. **Vytvořit kombinace zatěžovacích stavů**
- IV. **Stanovit namáhání** v patě stěny
- V. **Stanovit napětí** v patě stěny
- VI. **Posoudit napětí** v patě stěny
- VII. **Navrhnout a posoudit výztuž**
- VIII. **Vytvořit skicu výztuže**

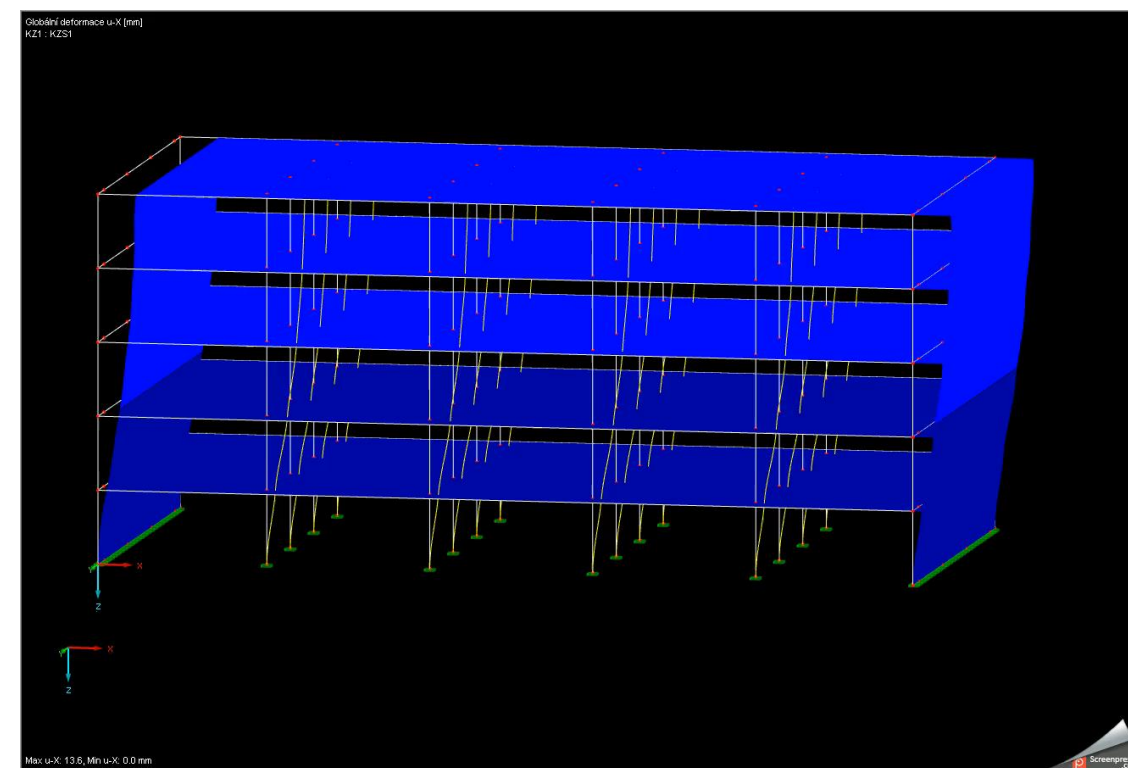
Účinek ztužení

Účinek ztužení

Proč vlastně vůbec ztužujeme konstrukce proti větru?



deformace ztužené konstrukce



deformace neztužené konstrukce

Návrh podélných ztužujících stěn

Návrh ztužujících stěn

Nejprve budeme uvažovat ztužení **pouze stěnami, které už máme navržené z návrhu schodiště.**

Pokud stěny konstrukce **nevyhoví** (tj. při KZS1 vzniknou tahy v základové spáře – viz dále), **provedeme úpravy** – prodloužení, přidání dalších ztužujících stěn apod.

Pro jednodušší výpočet navrhne všechny ztužující stěny stejné (stejně tlusté, dlouhé i vysoké).

Zatížení větrem

Vodorovné zatížení větrem

Přesný výpočet zatížení od větru je zdlouhavý (hodně vzorců a tabulek).

V této úloze **použijeme zjednodušený vztah:**

$$w_k = q_b c_e(z) c_p,$$

kde q_b je základní dynamický tlak větru,
 $c_e(z)$ je součinitel expozice,
 c_p je součinitel vnějšího tlaku,
 w_k je hodnota zatížení větrem [kN/m²].

1) Základní dynamický tlak větru

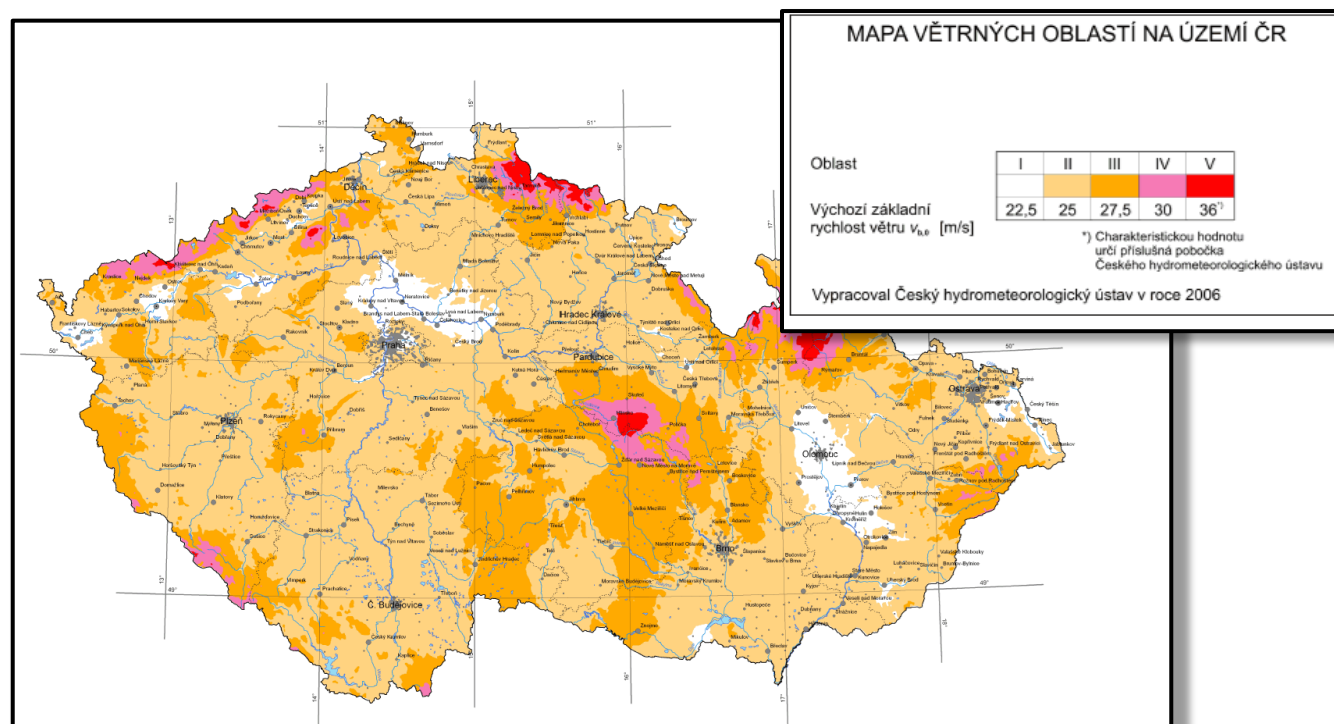
Základní dynamický tlak větru q_b určíme pomocí vztahu

$$q_b = \frac{1}{2} \rho_v v_b^2$$

kde ρ_v je hustota vzduchu (uvažujte 1.25 kg/m^3),
 v_b je základní rychlost větru (určete z mapy podle větrné oblasti)

1) Základní dynamický tlak větru

Základní rychlost větru v_b * odečteme z větrné mapy dle zadané větrné oblasti.



Interaktivní mapa: <https://www.dlupal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>

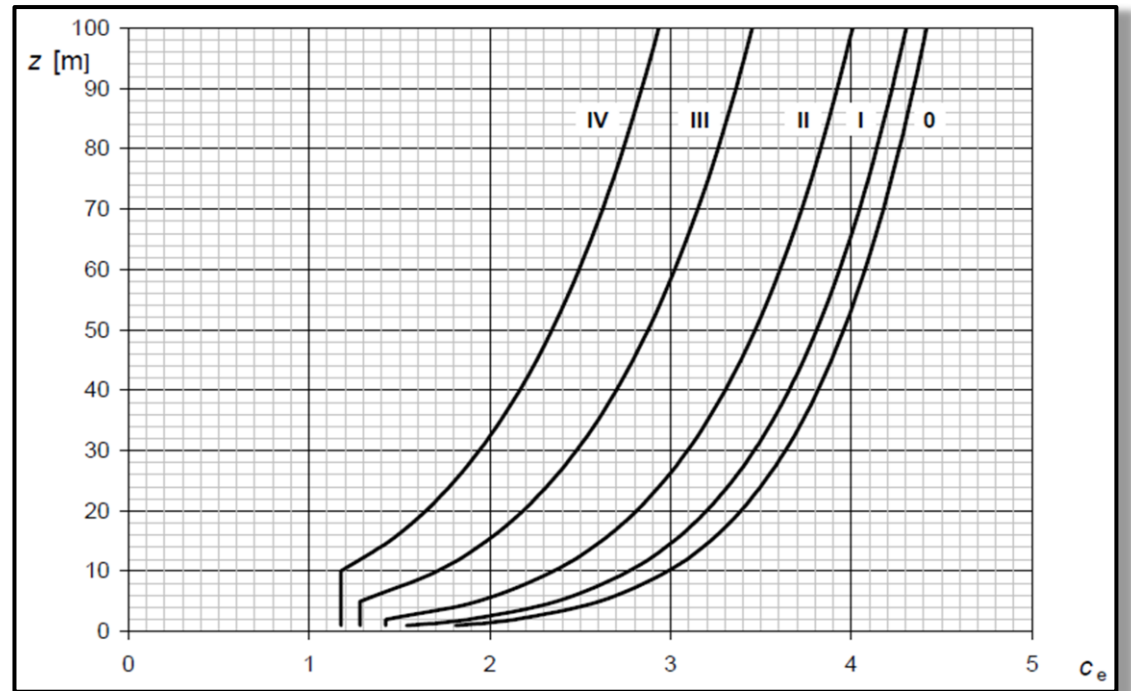
2) Součinitel expozice

Součinitel expozice $c_e(z)$ určíme z grafu dle kategorie terénu a referenční výšky budovy*.

Kategorie terénu je zadána v individuálním zadání úlohy.

Referenční výšku uvažujte shodnou s výškou budovy:

$$H = n_{\text{podlaží}} * H_{\text{podlaží}} + 1 \text{ m (atika).}$$



3) Součinitel vnějšího tlaku

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe} se běžně se určuje **zvlášť pro různé oblasti** budovy podle polohy (na kraji, uprostřed) a strany (návětrná, závětrná, podélná).

V této úloze budeme zjednodušeně uvažovat maximální možný tlak*

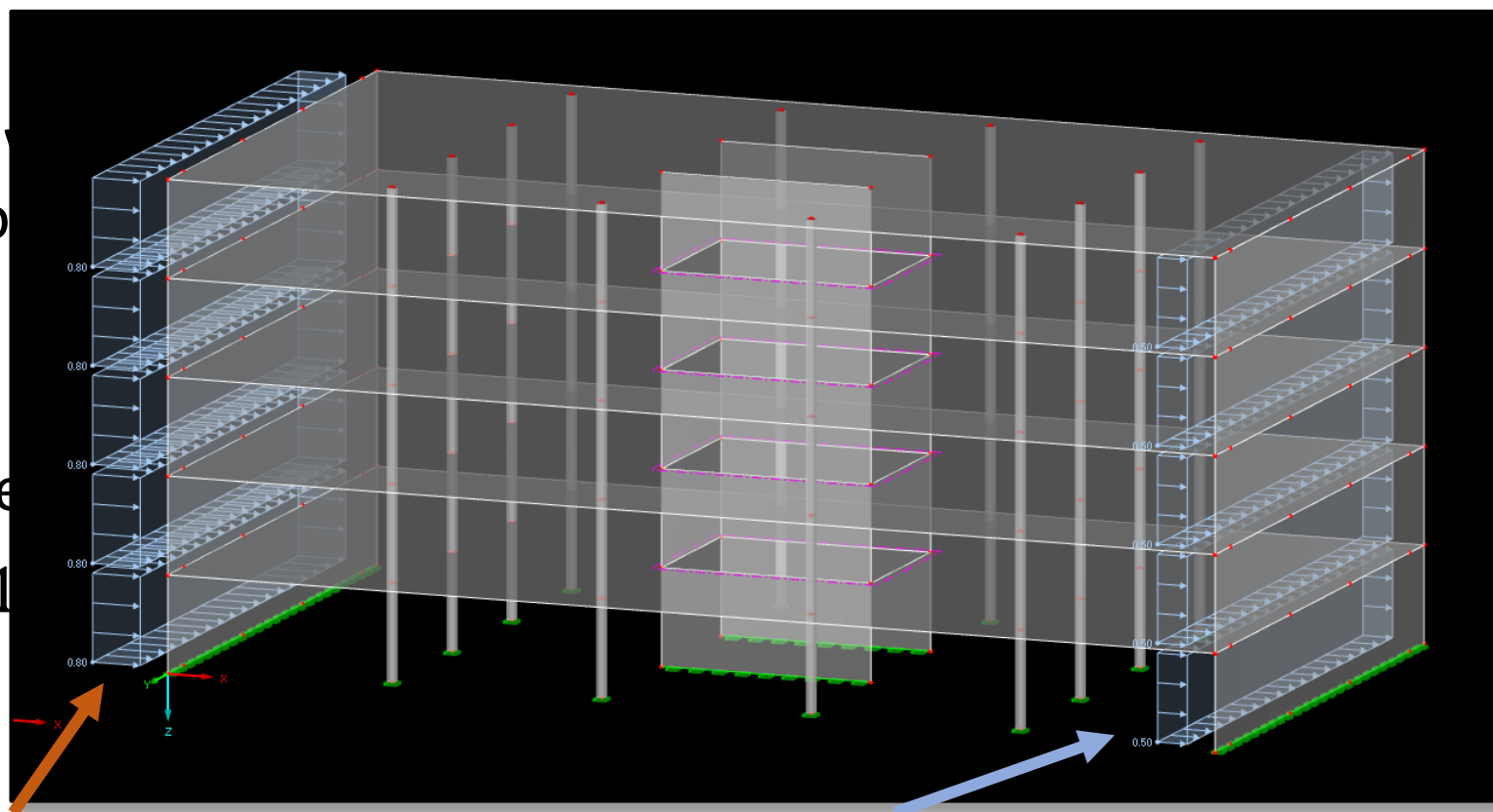
$$c_{pe} = 1.3.$$

3) Součinitel vnějšího tlaku

Součinitel vnějšího tlaku v podélné oblasti budovy (podélná).

V této úloze

$$C_{pe} = 1$$



zné oblasti
, závětrná,

k*

4) Hodnota zatížení větrem

Výslednou charakteristickou hodnotu zatížení větrem získáme ze vztahu

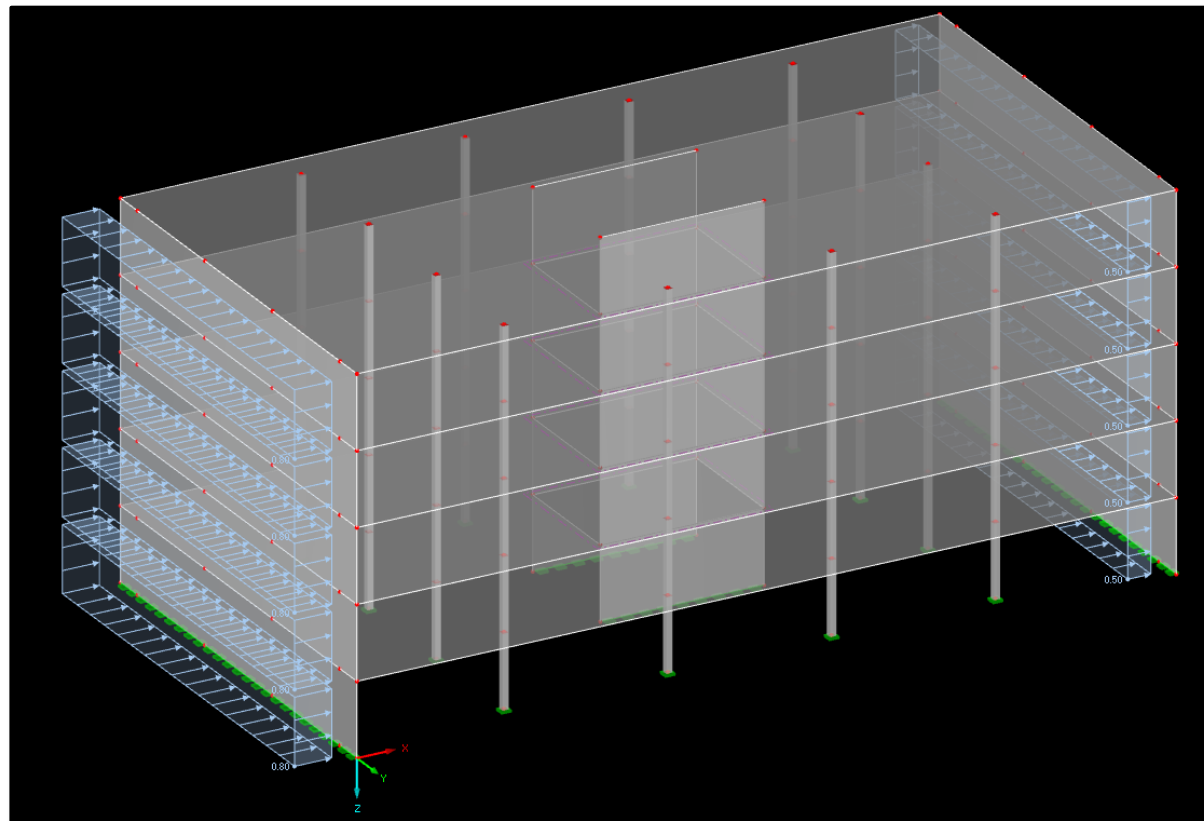
$$w_k = q_b c_e(z) c_p. \quad [\text{kN/m}^2]$$

Návrhovou hodnotu zatížení větrem získáme ze vztahu

$$w_d = \gamma_Q w_k = 1.5 w_k. \quad [\text{kN/m}^2]$$

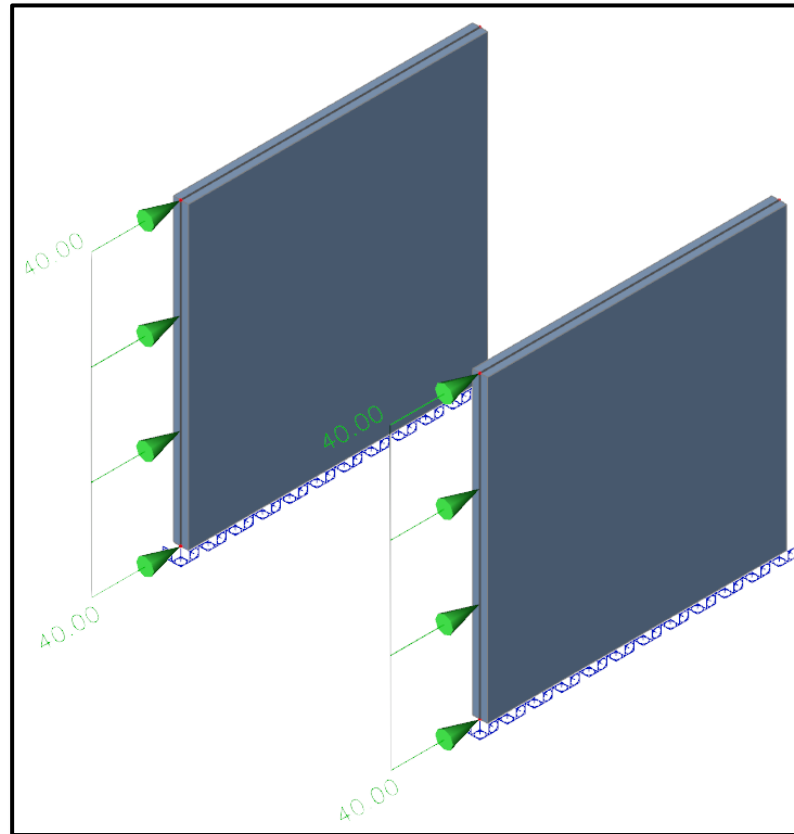
Liniové zatížení stěny od větru

Získané hodnoty zatížení větrem w_k a w_d jsou **plošné hodnoty** zatížení působícího na **plášť budovy**.



Liniové zatížení stěny od větru

Pro stanovení napětí v patách stěn ale potřebujeme znát **liniová zatížení** větrem působící **na jednotlivé ztužující stěny**.



Liniové zatížení stěny od větru

Liniové zatížení působící na jednu stěnu stanovíme ve dvou krocích.

1) Stanovíme **celkové liniového zatížení** od větru působící na celou budovu (tj. plošné zatížení pláště vynásobíme šířkou pláště)

$$w_{lin} = wb. \quad [\text{kN/m}]$$

2) **Rozdělíme celkové zatížení na stěny***

$$w_{lin,1} = \frac{1}{n} w_{lin}. \quad [\text{kN/m}]$$

* V našem případě, kdy jsou všechny stěny stejné, se celkové zatížení rozdělí počtem stěn. Kdyby stěny byly různé, zatížení by se dělilo v poměru jejich tuhostí – viz dále.

Liniové zatížení stěny od větru

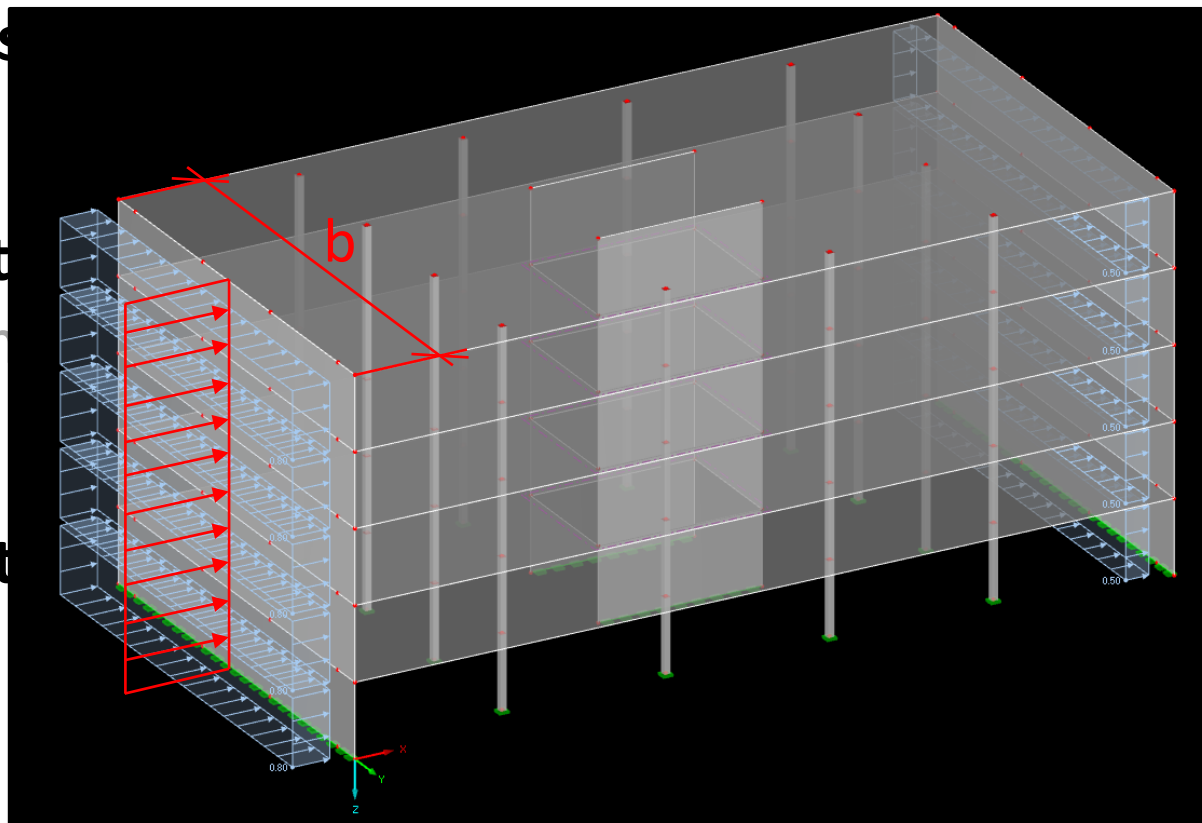
Liniové zatížení působící na jednu stěnu

1) Stanovíme **celkové liniové zatížení** (tj. plošné zatížení pláště vynásobíme šířkou stěny)

$$w_{lin} = wb. \quad [\text{kN/m}]$$

2) **Rozdělíme celkové zatížení na stěny**

$$w_{lin,1} = \frac{1}{n} w_{lin}. \quad [\text{kN/m}]$$



V našem případě, kdy jsou všechny stěny stejné, se celkové zatížení rozdělí počtem stěn. Kdyby stěny byly různé, zatížení by se dělilo v poměru jejich ohybových tuhostí (EI) nebo smykových tuhostí.

Liniové zatížení stěny od větru

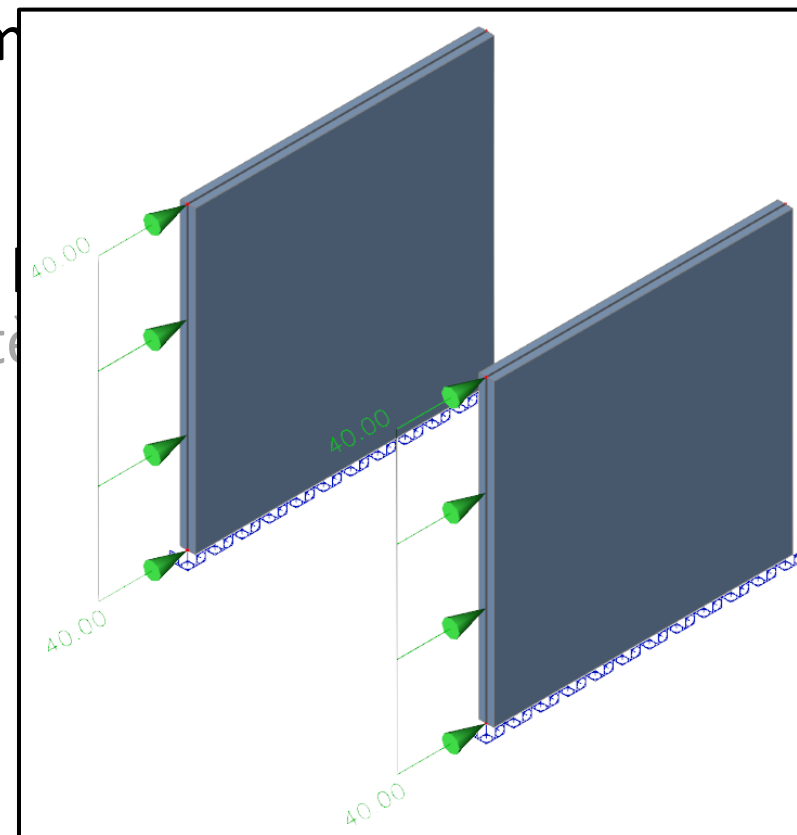
Liniové zatížení působící na jednu stěnu stanovíme

- 1) Stanovíme **celkové liniové zatížení** od větru (tj. plošné zatížení pláště vynásobíme šířkou pláště)

$$w_{lin} = wb. \quad [\text{kN/m}]$$

- 2) **Rozdělíme celkové zatížení na stěny***

$$w_{lin,1} = \frac{1}{n} w_{lin}. \quad [\text{kN/m}]$$



V našem případě, kdy jsou všechny stěny stejné, se celkové zatížení rozdělí počtem stěn. Kdyby stěny byly různé, zatížení by se dělilo v poměru jejich ohybových tuhostí (EI) nebo smykových tuhostí.

Liniové zatížení stěny od větru

Pro každou stěnu výše uvedeným způsobem stanovíme **dvě hodnoty zatížení:**

- charakteristické liniové zatížení $w_{lin,k,1}$ (zatěžovací stav ZSW1),
- návrhové liniové zatížení $w_{lin,d,1}$ (zatěžovací stav ZSW2).

Teorie navíc

Rozdělení zatížení do stěn – obecně

Obecně se celkové zatížení od větru rozděluje do všech svislých konstrukcí v poměru jejich tuhostí (ohybových nebo smykových*).

Sloupy a stěny kolmé na směr působení větru však zanedbáváme**.

* U vysokých a krátkých stěn je namáhání přenášeno ohybem, a proto řešíme jejich ohybovou tuhost. U nízkých a dlouhých stěn je namáhání přenášeno smykem, a proto řešíme jejich smykovou tuhost.

** Tuhost sloupů a stěn kolmých na vyšetřovaný směr je mnohonásobně menší než tuhost stěn podélných. Jejich zanedbáním tedy vzniká pouze velice malá chyba (cca do 1 %), a proto je můžeme zanedbat. Jejich zanedbání je navíc na straně bezpečné.

Teorie navíc

Rozdělení zatížení do stěn – obecně

V případě, že ztužující stěny jsou stejné, každá stěna přenáší stejné namáhání.

V případě, že **ztužující stěny nejsou stejné, celkové zatížení se rozdělí v poměru tuhostí stěn**. Pro ohybovou tuhost platí

$$w_{lin,i} = \frac{EI_i}{\sum_1^n EI_i} w_{lin},$$

kde EI_i je ohybová tuhost dané stěny

$\sum_1^n EI_i$ je součet ohybových tuhostí všech podélných stěn.

Zatížení

svislé

Svislé zatížení – zatěžovací stavy (ZSS)

Pro stanovení napětí v patě stěny musíme nejprve stanovit:

- 1) **charakteristické** zatížení **od vlastní tíhy vodorovné nosné konstrukce** (stropní desky / střešní desky / podesty / mezipodesty / ramene),
- 2) **charakteristické** zatížení **od vlastní tíhy stěny,**
- 3) **návrhové** zatížení **vodorovné nosné konstrukce** (vlastní tíha, ostatní stálé a proměnné zatížení*),
- 4) **návrhové** zatížení od vlastní tíhy **stěny.**

Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinace zatěžovacích stavů

Pro posouzení ztužujících stěn budeme uvažovat dvě kombinace zatížení.

KSZ1 – **reálná** kombinace, která **může nastat**, a u které **hrozí**, že vlivem větru vznikne **tah** v patě stěny.

KSZ2 – **extrémní** kombinace, která **by neměla nastat**, a při níž hrozí překročení únosnosti v **tlaku**.

Kombinace zatěžovacích stavů

KZS1 – charakteristické zatížení **větrem** + **minimální svislé*** zatížení.

KZS2 – návrhové zatížení **větrem** + **maximální svislé**** zatížení.

$$\mathbf{KZS1} = ZSW1 + (ZSS1 + ZSS2)$$

$$\mathbf{KZS2} = ZSW2 + (ZSS3 + ZSS4)$$

* Pouze vlastní tíha, a to v charakteristických hodnotách: $g_{0,k}$.

** Vlastní tíha i veškeré ostatní zatížení, a to v návrhových hodnotách: $(g_0 + g_{ost} + q)_d$.

Namáhání ztužujících stěn

Namáhání ztužujících stěn

Stěny jsou namáhány **tlakem** (normálová síla) od svislého zatížení a **ohybem** (ohybový moment) od větru.

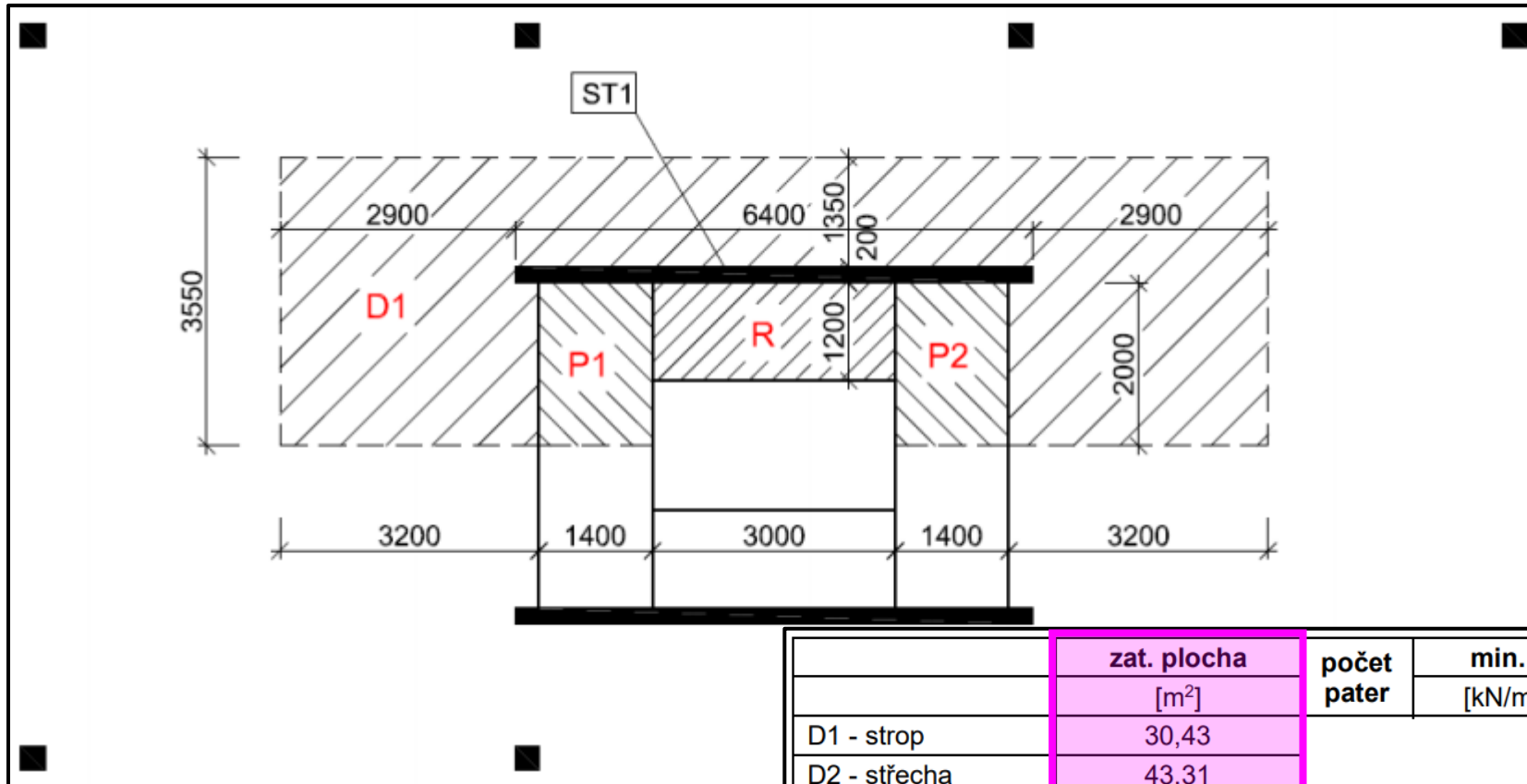
Tyto namáhání vyvozují v patní spáře napětí, které je nutné posoudit.

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme:

- 1) **zatěžovací plochu stěny** (plocha, ze které se vodorovné zatížení přenáší do stěny)

Normálová síla od svislého zatížení



zatížení přenáší

	zat. plocha [m ²]	počet pater	min. zatížení ($g_{0,k}$)		max. zatížení ($g+q$) _d	
			[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]
D1 - strop	30,43					
D2 - střecha	43,31					
P1 - podesta	2,80					
P2 - mezipodesta	2,80					
R - rameno	3,60					

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme:

- 1) zatěžovací plochu stěny (plocha, ze které se vodorovné zatížení přenáší do stěny)
- 2) síly přenášené z vodorovných konstrukcí (stropní deska / střešní deska / podesta / mezipodesta / rameno) do stěny

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme:

1	zat. plocha	počet pater	min. zatížení ($g_{0,k}$)		max. zatížení ($g+q$) _d	
	[m ²]		[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]
2	D1 - strop	4	6,25	760,75	15,23	1854,10
	D2 - střecha	1	6,25	270,69	12,53	542,78
	P1 - podesta	4	6,25	70,00	15,23	170,60
	P2 - mezipodesta	4	3,5	39,20	10,85	121,46
	R - rameno	4	6,31	90,86	13,02	187,49

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme:

- 1) zatěžovací plochu stěny (plocha, ze které se vodorovné zatížení přenáší do stěny)
- 2) síly přenášené z vodorovných konstrukcí (stropní deska / střešní deska / podesta / mezipodesta / rameno) do stěny
- 3) sílu v patě stěny od její vlastní tíhy

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme:

1	zat. plocha [m ²]	počet pater	min. zatížení ($g_{0,k}$)		max. zatížení ($g+q$) _d	
			[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]
2	D1 - strop	4	6,25	760,75	15,23	1854,10
	D2 - střecha	1	6,25	270,69	12,53	542,78
3	P1 - podesta	4	6,25	70,00	15,23	170,60
	P2 - mezipodesta	4	3,5	39,20	10,85	121,46
	R - rameno	4	6,31	90,86	13,02	187,49
	ŽB stěna	3,5 . 6,4 . 0,2 . 25	5	-	560,00	756,00

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme:

- 1) zatěžovací plochu stěny (plocha, ze které se vodorovné zatížení přenáší do stěny)
- 2) síly přenášené z vodorovných konstrukcí (stropní deska / střešní deska / podesta / mezipodesta / rameno) do stěny
- 3) sílu v patě stěny od její vlastní tíhy
- 4) celkovou reakci v patě stěny (R)

Normálová síla od svislého zatížení

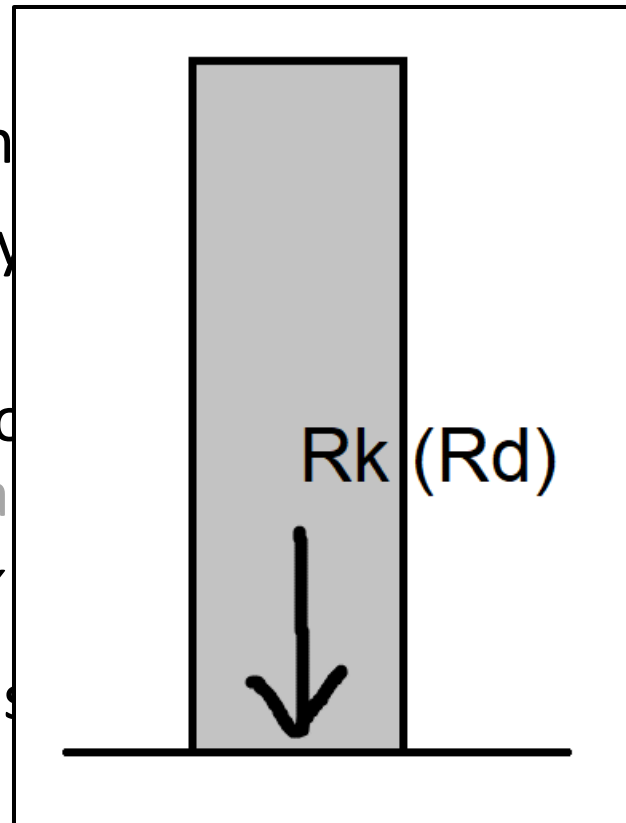
Pro každou stěnu stanovíme:

1	zat. plocha [m ²]	počet pater	min. zatížení ($g_{0,k}$)		max. zatížení ($g+q$) _d	
			[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]
2	D1 - strop	4	6,25	760,75	15,23	1854,10
	D2 - střecha	1	6,25	270,69	12,53	542,78
	P1 - podesta	4	6,25	70,00	15,23	170,60
3	P2 - mezipodesta	4	3,5	39,20	10,85	121,46
	R - rameno	4	6,31	90,86	13,02	187,49
4	ŽB stěna	5	-	560,00		756,00
				R_{min} = 1791,50		R_{max} = 3632,44

Normálová síla od svislého zatížení

Pro každou stěnu stanovíme

- 1) zatěžovací plochu stěny (vodorovné zatížení přenáší do stěny)
- 2) síly přenášené z vodorovné podesta / mezipodesta / střešní deska / střešní deska /
- 3) sílu v patě stěny od jejího základu
- 4) celkovou reakci v patě stěny



Pro každou stěnu tedy získáme reakci R_k pro (ZSS1 + ZSS2) a R_d pro (ZSS3 + ZSS5).

Ohybový moment od zatížení větrem

Ohybový moment od zatížení větrem v patě každé ztužující stěny je

$$M_{w,1} = \frac{1}{2} w_{lin,1} H^2,$$

kde $w_{lin,1}$ je liniové (charakteristické nebo návrhové) zatížení stěny od větru

H je výška budovy

Ohybový moment stanovíme pro ZSW1 ($M_{w,k,1}$) a pro ZSW2 ($M_{w,d,1}$).

Ohybový moment od zatížení větrem

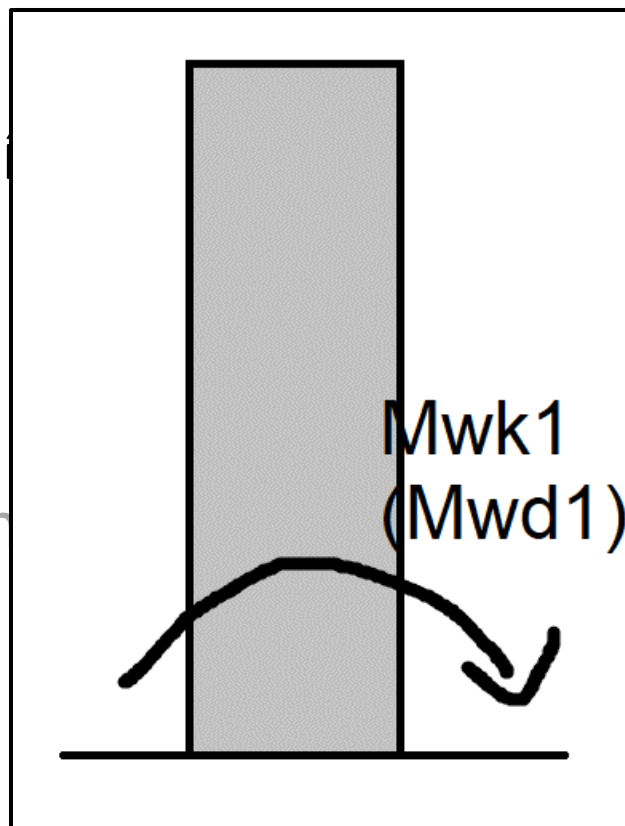
Ohybový moment od zatížení

na každé ztužující stěně je

$$M_{w,1} = \frac{1}{2} w_{lin,1} H^2,$$

kde $w_{lin,1}$ je liniové (ch) zatížení od větru

H je výška budovy



(M_{wd1}) návrhové) zatížení stěny

Ohybový moment stanovíme pro ZSW1 ($M_{w,k,1}$) a pro ZSW2 ($M_{w,d,1}$).

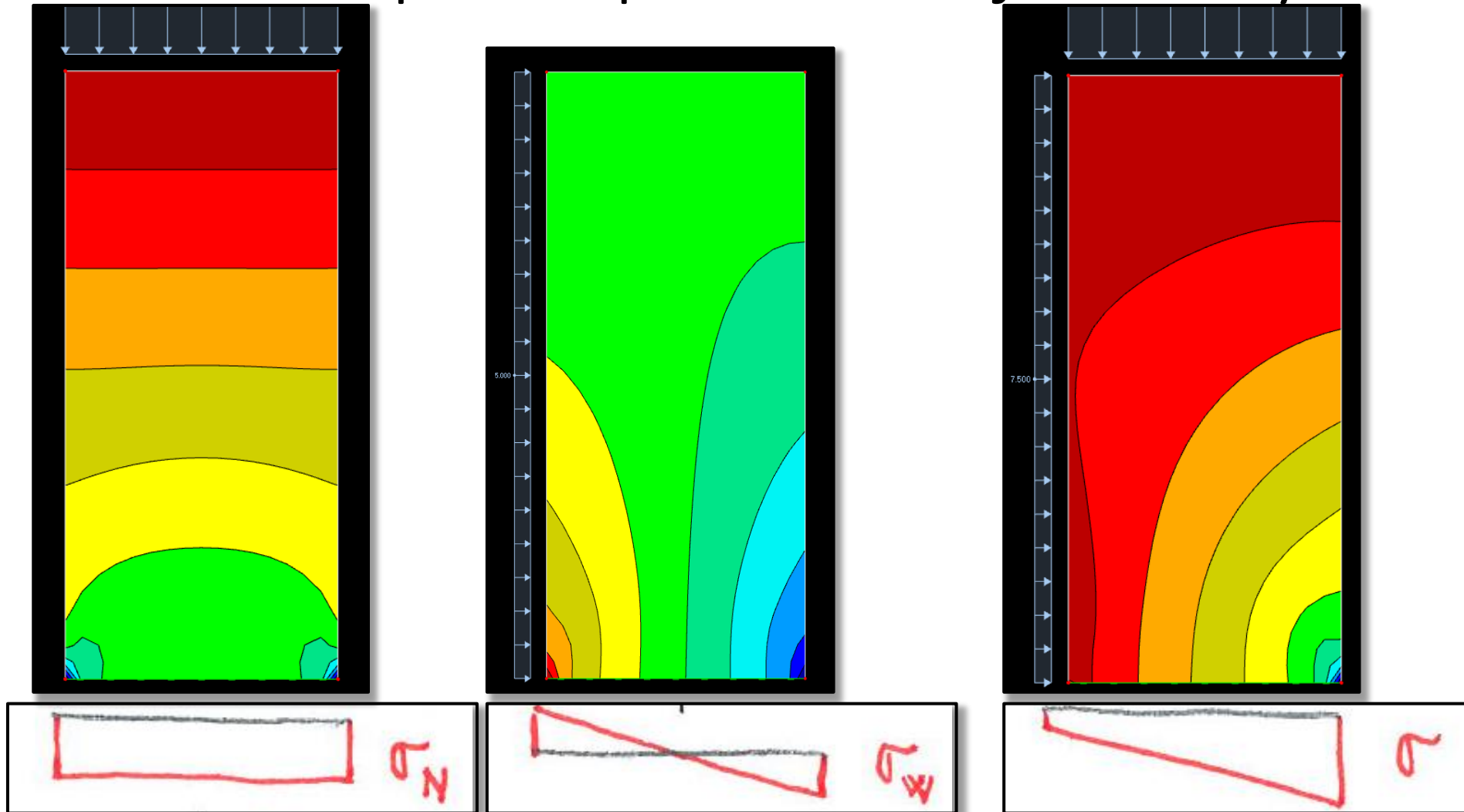
Stanovení napětí v patě ztužující stěny

Napětí v patě ztužující stěny

Normálové napětí v patní spáře je **způsobeno**:

- 1) normálovou silou** od svislého zatížení
- 2) ohybovým momentem** od větru (vodorovné síly)

Napětí v patě ztužující stěny



1) Napětí od normálové síly

Napětí od normálové síly v patě dané stěny je

$$\sigma_N = \frac{R_i}{A_c},$$



kde R_i je celková reakce v patě stěny (R_k nebo R_d),
 A_c je průřezová plocha této stěny v patě ($A_c = tL$).

Pro každou stěnu stanovíme $\sigma_{N,k}$ pro (ZSS1 + ZSS2) a $\sigma_{N,d}$ pro (ZSS3 + ZSS4).

2) Napětí od ohybového momentu

Napětí od ohybového momentu v patě dané stěny je

$$\sigma_W = \frac{M_{w,1}}{W},$$



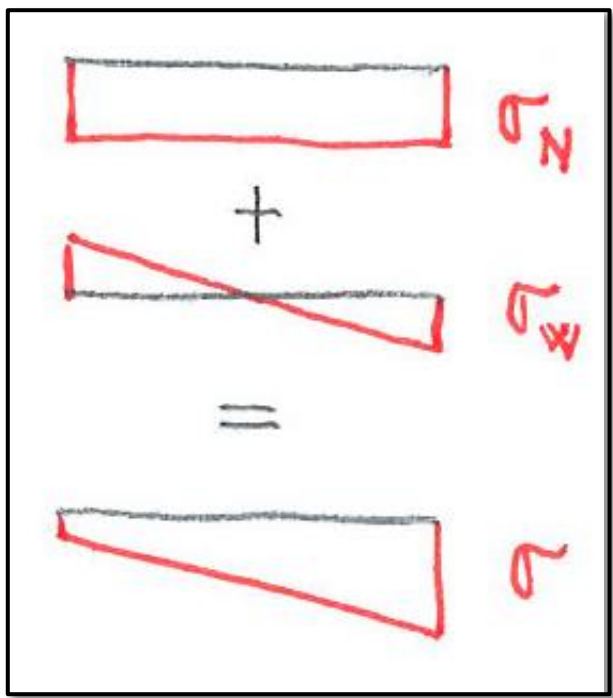
kde $M_{w,i,1}$ je moment od zatížení větrem v patě ztužující stěny ($M_{w,k,1}$ nebo $M_{w,d,1}$),

W je průřezový modul stěny ($W = tL^2/6$).

Pro každou stěnu stanovíme $\sigma_{W,k}$ pro (ZSW1) a $\sigma_{W,d}$ pro (ZSW2).

Výsledné napětí v patní spáře

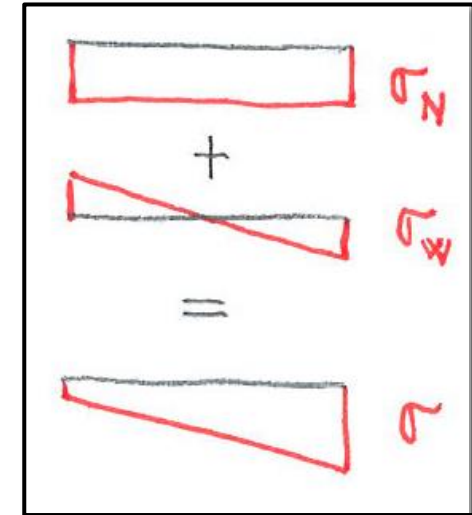
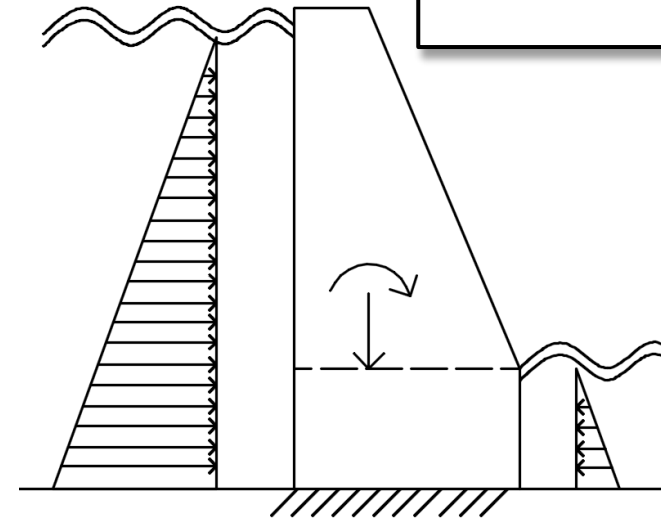
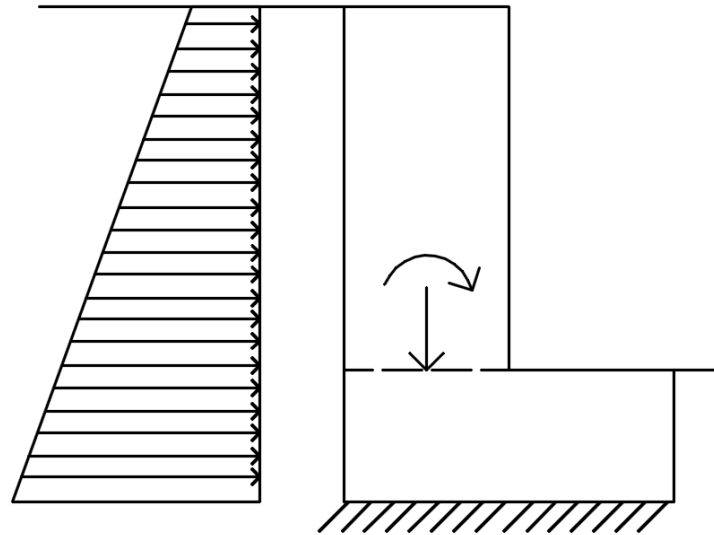
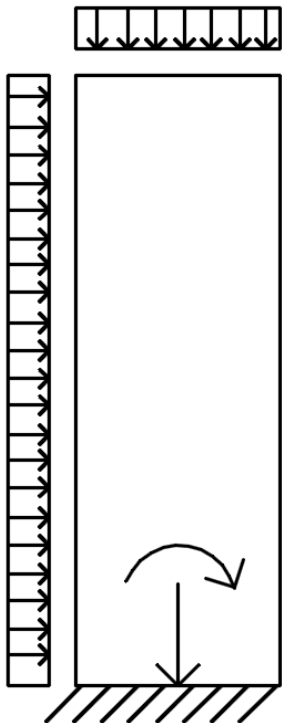
Výsledné napětí v patě ztužující stěny je **součtem** napětí σ_N a σ_W .



Pro každou stěnu stanovíme $\sigma_k = \sigma_{N,k} \sigma_{W,k}$ pro (KZS1) a $\sigma_d = \sigma_{N,d} \sigma_{W,d}$ pro (KZS2).

Kombinace napětí od normálové síly a momentu

Zatížení kombinací N+M řešíme tímto způsobem nejen u ztužujících stěn, ale **také např. u suterénních stěn** nebo vodních děl.



Posouzení napětí v patě ztužující stěny

(KZS1)

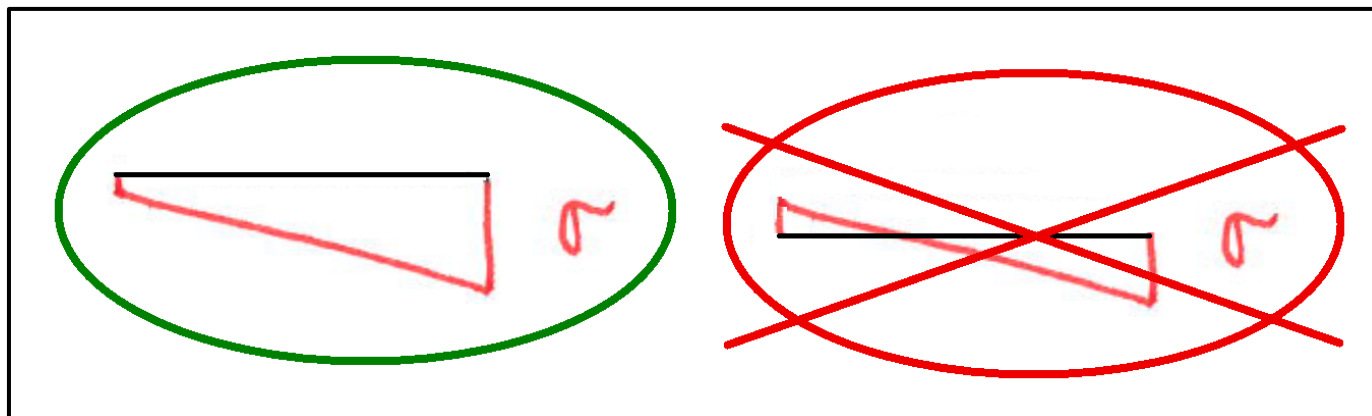
Posouzení napětí v patní spáře stěny

Při posouzení budeme posuzovat dvě podmínky.

- 1) Při **KZS1** nesmí vznikat tah v patní spáře.
- 2) Při **KZS2** nesmí být překročena únosnost v tlaku v patní spáře.

Posouzení KSZ1

V zatěžovacím stavu **KZS1** nesmí v žádném místě patní spáry **vznikat tahová napětí**.



Pokud v patní spáře stěny při KZS1 **vznikne** tahové napětí → **změníme návrh** (zvětšíme počet stěn nebo změníme jejich geometrii) a **výpočet opakujeme**.

Případná úprava návrhu

Úpravu návrhu (stěn) provádíme rozumně vzhledem ke konstrukčnímu systému, například:

- protáhneme stěnu na celé pole (tj. od sloupu ke sloupu),
- protáhneme stěnu do dalšího pole (3, 4, 5, ...),
- přidáme stěnu do dalšího pole (B, C, D, ...).

Neprovádíme úpravu bezmyšlenkovitě – například „Přidáme 3x tu stejnou stěnu.“

Návrh a posouzení výztuže

(KZS2)

Návrh výztuže

Pro vybranou stěnu navrhujeme:

- svislou výztuž,
- vodorovnou výztuž,
- příčnou výztuž (spony).

Pro návrh výztuže budeme uvažovat největší napětí (tj. napětí při **KZS2**) – tedy σ_d .

Návrh výztuže – konstrukční zásady

Nejprve výztuž navrhne po celé ploše dle konstrukčních zásad.

Svislá výztuž

Min. plocha výztuže (ke každému povrchu polovinu $A_{s,min}$)	$\geq 0,002 A_c$
Max.plocha výztuže (mimo přesah)	$0,04 A_c$
Osová vzdálenost	$\leq 3 t$ ($t \dots$ tloušťka stěny) $\leq 400\text{mm}$

Vodorovná výztuž

Min. plocha	25% plochy svislé výztuže $\geq 0,001 A_c$
Osová vzdálenost	$\leq 400\text{mm}$

Příčná výztuž = spony; jsou předepsané,
pokud plocha svislé výztuže je větší než: $0,02 A_c$

Svislá:

$\emptyset X \text{ à } Y \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = Z \text{ mm}^2/\text{m}'$)

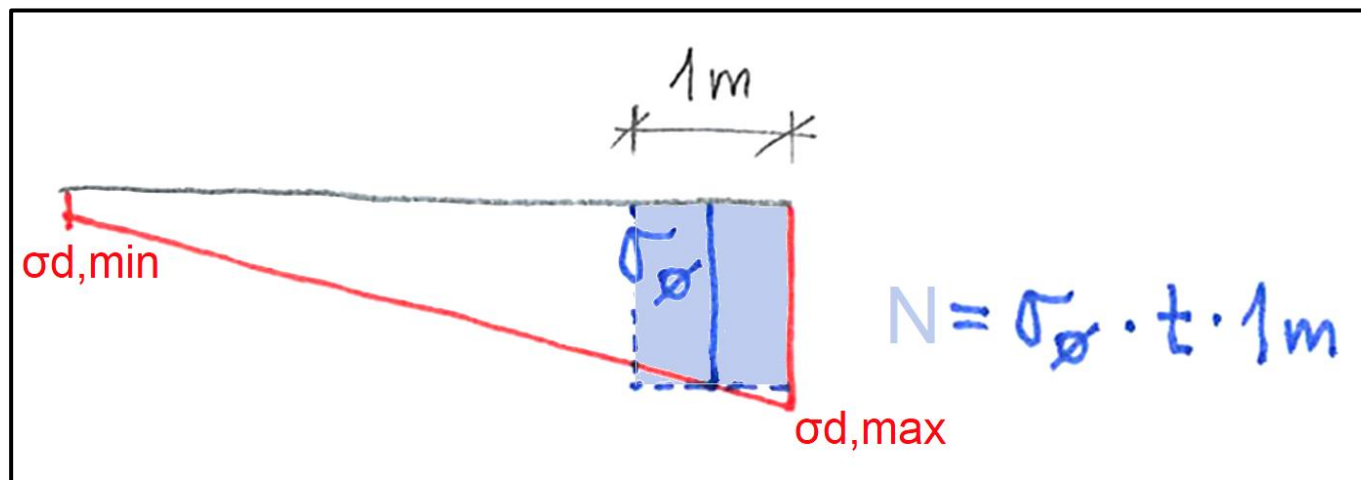
Vodorovná:

$\emptyset X \text{ à } Y \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = Z \text{ mm}^2/\text{m}'$)

Návrh svislé výztuže – vnitřní síly

Výztuž je nutné navrhnout také vzhledem k působícím vnitřním silám. Vnitřní síly stanovíme z průběh napětí σ_d pomocí „segmentové metody“.

- 1) Stěnu **rozdělíme na jednotlivé** části (segmenty) po jednom metru.
- 2) V každém segmentu určíme **průměrné napětí**, a z něj **normálovou sílu** N_{Ed} v daném segmentu.



Návrh svislé výztuže

Pro sílu N_{Ed} navrhne **potřebnou plochu svislé výztuže**. Pro návrh (zjednodušeně) použijeme **podmínku dostředného tlaku**.

$$A_{s,req} = \frac{N_{Ed} - 0.8A_c f_{cd}}{\sigma_s},$$

kde A_c je plocha betonu ($A_c = t \cdot 1 \text{ m}$),

σ_s je napětí ve výztuži ($\sigma_s = 400 \text{ MPa}$).

Výztuž navrhne **s určitou rezervou** (cca 15 až 30 %) pro zohlednění jednoduchosti návrhu a posouzení (zanedbán vliv štíhlosti a imperfekcí).

Návrh svislé výztuže

Nejprve navrhujeme výztuž **pro nejvíce tlačný** (krajní) segment.

Pokud je **nutná plocha** výztuže pro přenesení vnitřních sil $A_{s,req}$ **větší než** plocha pomocí **konstrukčních zásad**, upravíme návrh výztuže v tomto segmentu.

Příklad:

$$A_{s,min} = 489 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,req} = 695 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

→ **NÁVRH** $\varnothing 10$ po 200 mm (10ks / 1m'; $A_{s,prov} = 785 \text{ mm}^2/\text{m}'$)

Návrh svislé výztuže

Nejprve navrhne výztuž **pro nejvíce tlačer**

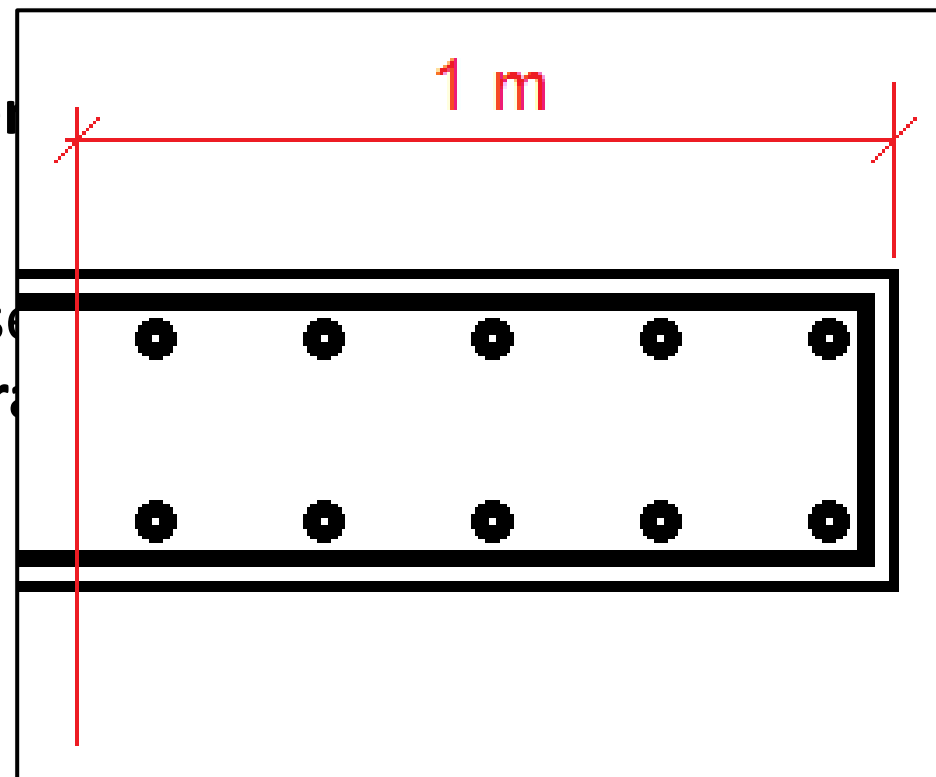
Pokud je **nutná plocha** výztuže pro přenesení
plocha pomocí **konstrukčních zásad**, upr
segmentu.

Příklad:

$$A_{s,min} = 489 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

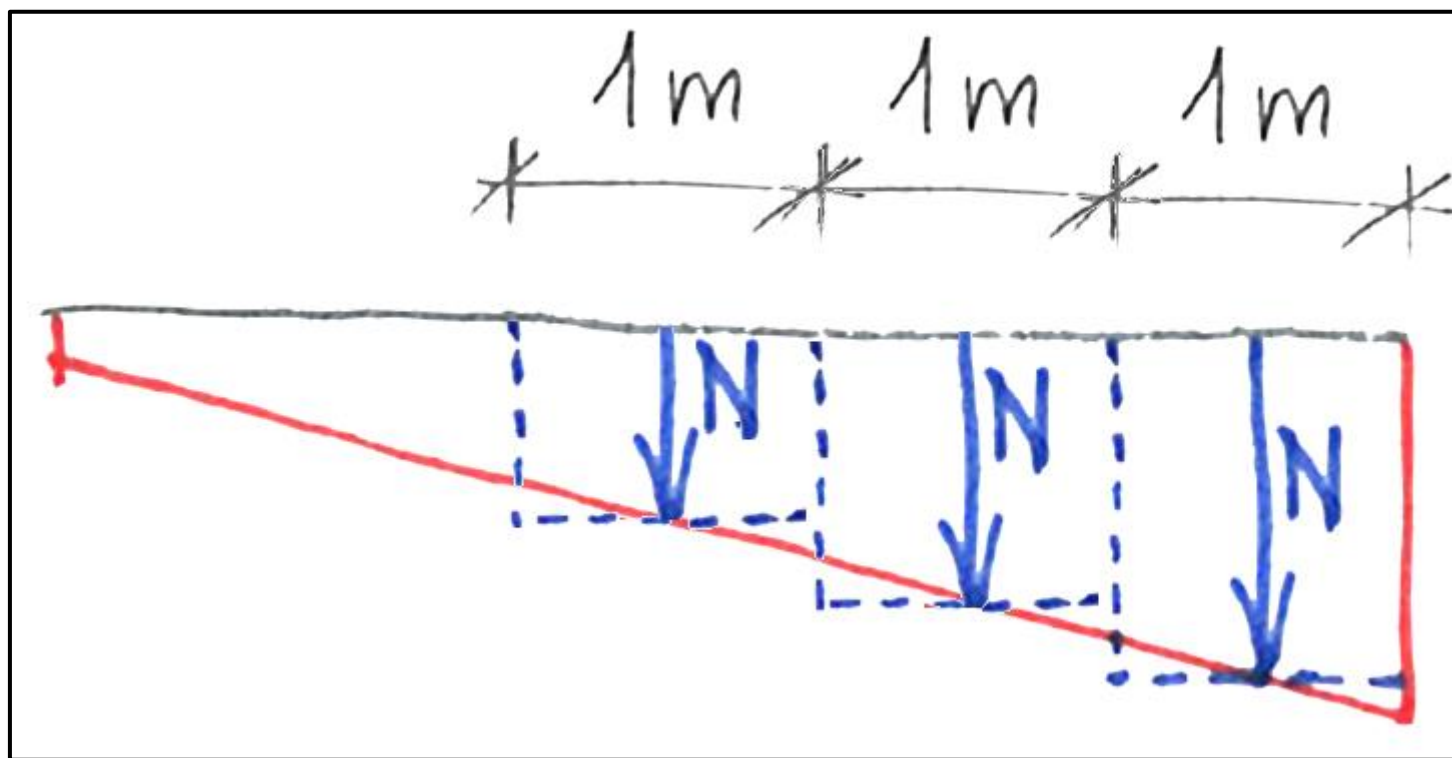
$$A_{s,req} = 695 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

→ **NÁVRH** $\varnothing 10$ po 200 mm (10ks / 1m'; $A_{s,prov} = 785 \text{ mm}^2/\text{m}'$)



Návrh svislé výztuže

Pro **další segmenty** postupujeme stejně, **dokud** není **nutná plocha** výztuže **menší než** plocha pomocí **konstrukčních zásad**.



Návrh vodorovné výztuže

Minimální plocha vodorovné výztuže je 25 % plochy svislé výztuže.

S úpravou svislé výztuže je tedy nutné upravit i množství vodorovné výztuže.

V oblasti stykování svislé výztuže zahustíme vodorovnou výztuž na poloviční rozteč.

Teorie navíc

Posouzení svislé výztuže – nepovinné

Posouzení stěny by se provedlo **stejným postupem, jako posouzení sloupu** (výpočet vlivu geometrických imperfekcí, stanovení štíhlosti, posouzení pomocí interakčního diagramu).

V této úloze posouzení nemusíte provádět.

Další KZS – nepovinné

Správně bychom měli ještě stanovit průběh napětí v patě stěny od KZS3 (návrhová hodnota zatížení od větru + minimální svislé).

Pokud bychom získali tahová napětí, bylo by nutno pro tato napětí navrženou výztuž ověřit z hlediska únosnosti v prostém tahu.

V této úloze výpočet stavu KZS3 nemusíte provádět.

Skica výztuže

Skica výztuže

Skica výztuže má obsahovat:

- půdorys,
- svislý řez,
- vodorovný řez.

Do skici zakreslete

- tvar konstrukce + kóty,
- výztuž (svislou, vodorovnou, případně spony) + kóty rozložení výztuže.

Výztuž musí být symetrická (tzn. že zahuštěné výztuž ve krajním segmentu bude na obou krajích), protože „vítr může foukat z obou stran“.

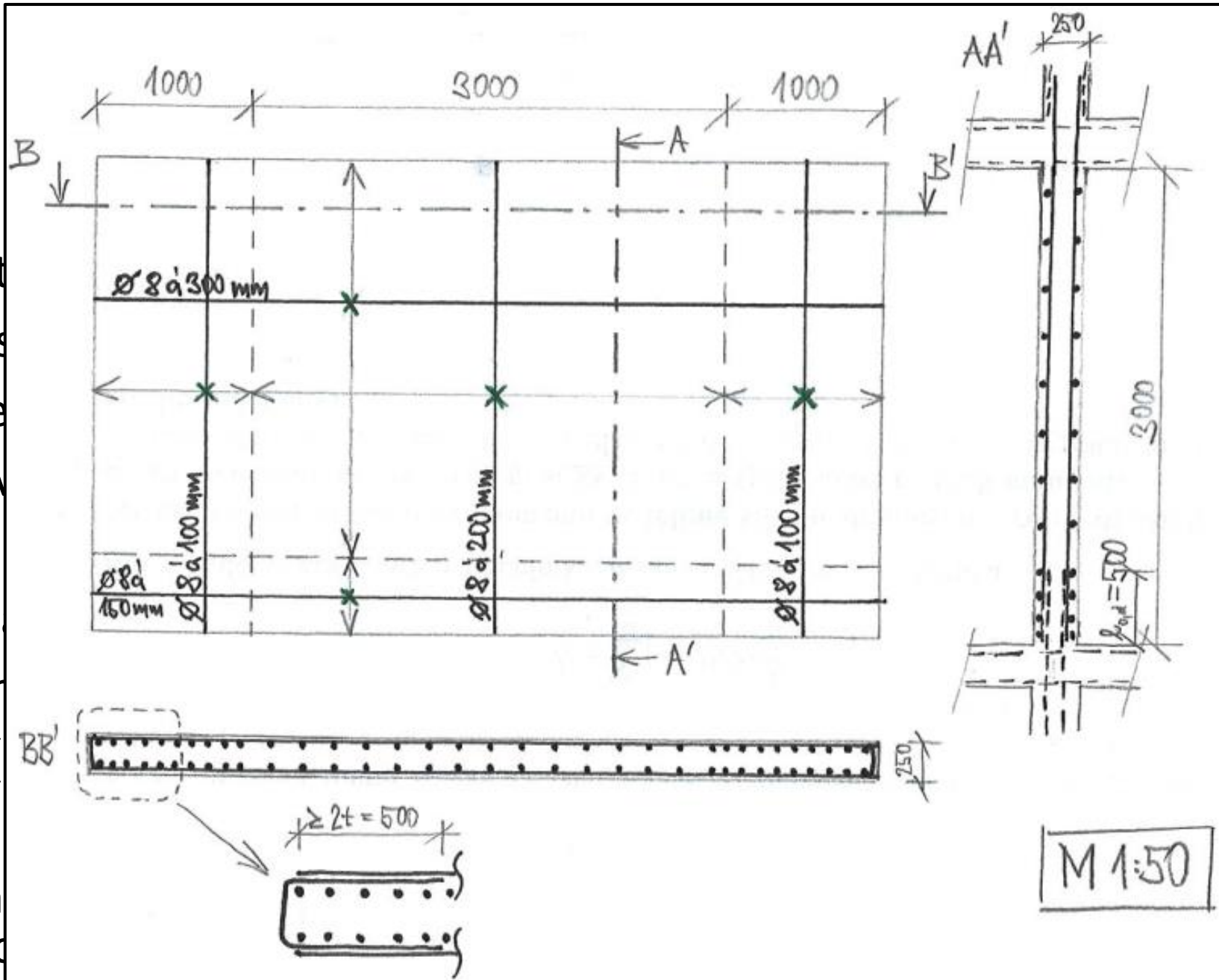
Skica výztuže

- půdorys
- svislý řez
- vodorovný řez

Do skici zahrňte

- tvar koruny
- výztuž (výztužník)

Výztuž musí být
bude na č...



uže.

mentu

Díky za pozornost

Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi, 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.