

 STATIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ OFFICE: PAVLA HANUŠE 252 500 02 HRADEC KRÁLOVÉ 2	Ing. JAKUB GEMBAL
	HOME: TR.EDV. BENEŠE 1415 500 12 HRADEC KRÁLOVÉ
	IČ: 75426188
	e-mail: gembal@mkpstatici.cz Tel.: +420 495 538 439

±0,000=409,100 m.n.m. (PODLAHA TECH. OBJEKTU)

IKKO Hradec Králové, s.r.o. Bratří Štefanů 238, 500 03 Hradec Králové tel. 495 407 520, 495 217 150 e-mail: ikko@ikko.cz, http: www.ikko.cz			
VYPRACOVAL:	ING. JAKUB GEMBAL	STUPENĚ:	DPS
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. JIŘÍ FALTUS	DATUM:	03/2017
KONTROLOVAL:	ING. BOHUSLAV KOUBA	Č. ZAKÁZKY:	272016
INVESTOR:	PARDUBICKÝ KRAJ, KOMENSKÉHO NÁM. 125, PARDUBICE - STARÉ MĚSTO, 530 02 PARDUBICE	MĚŘÍTKO:	1:50
AKCE: ALBERTINUM, ODBORNÝ LÉČEBNÝ ÚSTAV ŽAMBERK REKONSTRUKCE A MODERNIZACE ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD OBJEKT: IO 01 - REKONSTRUKCE A MODERNIZACE ČOV		FORMÁT:	17x A4
		Č. VÝKRESU:	Č. PARÉ:
VÝKRES: TECHNICKÁ ZPRÁVA A STATICKÝ VÝPOČET		IO 01.17	

OBSAH

1.	TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
1.1	PODKLADY A POUŽITÉ NORMY	3
1.2	ÚVOD	4
1.3	POPIS KONSTRUKCÍ.....	4
1.3.1	Pažení	4
1.3.2	Spodní stavba.....	4
1.3.3	Horní stavba	5
1.4	ZÁVĚR.....	6
2.	STATICKÝ VÝPOČET.....	7
2.1.	Zatížení	7
2.2.	Materiál.....	8
2.3.	Zatěžovací stavy.....	9
2.4.	Kombinace	10
2.5.	Obálka výsledků	11
2.6.	Vnitřní síly ŽLB	11
2.7.	Kontaktní napětí v základové spáře	15
2.8.	Posudek ŽLB – 1.MS	16

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1 PODKLADY A POUŽITÉ NORMY

Pro navrhování a provádění veškerých konstrukcí projekt pokládá za závazné dodržování relevantních ustanovení českých norem (EN, ČSN), v jejich platném znění.

- [1] Podklad v el. podobě a zatížení od technologií – Ing. L. Jeremiáš & IKKO s.r.o. (05/2017)
- [2] Prohlídka areálu (11/2016)
- [3] ČSN EN 1990 (730002) - Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí, březen 2004
- [4] ČSN EN 1991-1-1 (730035) - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - březen 2004
Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [5] ČSN EN 1993-1-1 (731401) - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - prosinec 2006
- [6] ČSN EN 1997-1 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- [7] ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- [8] ČSN EN 1991-1-4 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [9] ČSN EN 1995-1-1 (73 1701) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí,
Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 12/2006
- [10] ČSN 73 1001 (1987) – Základová půda pod plošnými základy
- [11] Program Scia Engineer, SCIA CZ s.r.o., Brno
- [12] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí,
Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2007
- [13] GEO5 – Pažení návrh, Pažení posudek (Fine s.r.o. – inženýrský software)
- [14] Návrh sbíjených vazníků – Kasper CZ s.r.o. (01/2017)

Objednatel:

IKKO Hradec Králové, s.r.o.

Bratři Štefanů 238, 500 03 Hradec Králové
tel. 495 217 150



Zpracovatel posudku:



STATIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ
OFFICE: PAVLA HANUŠE 252
500 02 HRADEC KRÁLOVÉ 2

Ing. Jakub Gembal

Pavla Hanuše 252, HK

kontroloval: Ing. J. Faltus

Akce:

ALBERTINUM, ODBORNÝ LÉČEBNÝ ÚSTAV ŽAMBERK
REKONSTR. A MODERNIZACE ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Investor:

PARDUBICKÝ KRAJ, KOMENSKÉHO NÁM. 125,
PARDUBICE - STARÉ MĚSTO, 530 02 PARDUBICE

Místo stavby:

ŽAMBERK

1.2 ÚVOD

Zpracovaný dokument obsahuje statický návrh a posouzení žb konstrukcí ČOV včetně zajištění části stěn pažením ve stupni pro provedení stavby. Objekt je navržen v Žamberku. Tvarové řešení objektu vychází z podkladů projektu [1].

Nosné konstrukce stavby jsou navrženy podle platných znění ČSN EN. Ostatní stálé i užitné zatížení od technologie bylo čerpáno z [1]. Hmotnost filtru uloženého na stropě jímky je 500 kg.

Jelikož se jedná o zásah do stávající konstrukce, je třeba postupovat velice obezřetně, sledovat chování konstrukcí při bourání. V případě výskytu neočekávaných skutečností či poruch dodavatel ihned uvědomí projektanta a ten na místě rozhodne o dalším postupu.

1.3 POPIS KONSTRUKCÍ

1.3.1 Pažení

Před započítím bourání částí stávajících žb kcí jímek je nutné dočasně zajistit stěny přilehlé ke svahu. Zajištění se provede pomocí mikrozáporové stěny. Je pažena mikrozáporami HEB160 o délce 9,0 m, průměr vrtu 250 mm. Osa zápor je totožná s osou vrtu. Osová vzdálenost mikrozápor je 400 až 600 mm. Ocel S235, beton C20/25. Celková délka je 9 m, s tím že se vyžaduje vetknutí min. 3,0m do skladního podloží. Vrt je vyplněný betonem po celé délce vrtu.

1.3.2. Spodní stavba

Při výpočtu nebylo uvažováno s HPV. Pro návrh nebyl k dispozici IGP.

Stávající nevyhovující objekt ČOV je nutné nahradit novým objektem, který se po odbourání a očištění části žb kcí vsadí do stávajících jímek. Vytvoří se tak systém několika nových žb nádrží. Půdorys je členitý. Nivelety dna jednotlivých jímek jsou proměnné. Tvar stávajících kcí je odhadnutý, s tím že po obnažení se ověří. Projektant poté rozhodne o dalším postupu a případných změnách.

Půdorysné rozměry objektu ČOV jsou cca 10 x 10 m, max. hloubka je cca -7,5 m. Základová deska nádrží je navržena na původní žb desce. Některé části dna jsou ve spádu.

Na původní žb desce bude vyvázána výztuž základové desky z oceli B500B. Tloušťka základové desky je z důvodu zajištění vodotěsnosti min. 350 mm. Pracovních spáry (dno/stěny) jsou navrženy jako voděnepropustné pomocí systémových těsnících pozinkovaných plechů s oboustranným povrstvením a systémových těsnících pásků.

Stěny jsou navrženy v tl. 350 mm. Výztuž stěn je z oceli B500B. Navržená tloušťka stěn zajišťuje při dodržení technologie dostatečnou vodotěsnost. Otvory do \varnothing 250mm se dodatečně vyvrtají. Veškeré otvory a prostupy se provedou jako vodotěsné.

Nad částí půdorysu je navržena stropní deska tl. 250 mm a 350 mm, která bude provázána do stěn. Výztuž jakosti B500B.

Krytí výztuže železobetonových konstrukcí stěn, dna a desky je při obou površích je min. 40mm. Jakost betonu je v souladu s [2] pro chemicky agresivní prostředí do XA2 navržena ve třídě C30/37-XC4-XA2-XF4 - Dmax 22-S3, max. průsak 35mm podle ČSN EN 12390-8. Maximální vodní součinitel betonu $w/c = 0,45$ s minimálním množstvím cementu 340kg/m^3 . Pro zajištění účinné vodotěsnosti konstrukce, je do směsi navržena systémová přísada. Jedná se o práškovou přísadu s obsahem aktivní chemické báze, která se přidává již při výrobě čerstvého betonu pro dosažení účinné vodonepropustnosti ztvrdlého betonu a současně pozitivně ovlivňuje zpracovatelnost čerstvého betonu a pevnost ztvrdlého betonu. Příklad má chemickou účinnost (tvorbu těsnících krystalů) ve struktuře betonu.

Nádrž původního bio filtru se tvarově upraví – odbourá se část zhlaví stěn a případná deska na úrovni terénu. Obnažená část této nádrže bude tvořit opěrnou stěnu. Kce základů jsou degradované, proto se provede odkop z obou stran a po očištění a prověření stavu kce se z obou stran přibetonuje žb. stěna tl. 150 mm. Přibetovávka se spřáhne s původní stěnou. Po odkrytí stěny se ověří její geometrie, případně se upraví její tvar. Výztuž B500B, beton C30/37-XC4-XA2-XF4 - Dmax 22-S3, max. průsak 35mm podle ČSN EN 12390-8.

Na hranici svahu se umístěná gabionová stěna, která má šířku 1,0 m a výšku max. 2,0 m. Gabionová stěna se založí na vrstvě podkladního betonu tl. 150mm z betonu C12/15 cca 0,15 m pod úroveň terénu. Rubová strana opěrky bude trvale odvodněna drenáží. Zpětný zásyp musí být tvořený nenamrzavým, lehce hutnitelným materiálem. Rub stěny je opatřen celoplošně filtrační geotextilií. Samotné gabiony jsou navrženy z košů tvořených pozinkovaným pletivem. Plnění gabionů se provede kamenivem. Obecně musí kamenivo splňovat TKP kapitola 30 [6]. Použity musí být pevné úlomky hornin nebo valouny, které nepodléhají povětrnostním vlivům, neobtnají, nejsou křehké a neobsahují vodou rozpustné soli. Přednost mají horniny s vyšší měrnou hmotností a nízkou pórovitostí.

Po začátku výkopových prací dodavatel přizve odpovědného geologa, který na místě posoudí skutečný stav základové spáry. Projektant na základě jeho posouzení rozhodne o dalším postupu, resp. úpravách konstrukcí. Betonáž nelze začít bez jeho výslovného souhlasu, zapsaného ve stavebním deníku.

1.3.3. Horní stavba

Konstrukčně je novostavba navržena tradičně zděná z cihelných děrovaných bloků sortimentu THERM v tl. 300 mm o pevnosti P10 na systémový tmel podle zásad výrobce. Systém nosných stěn je obousměrný tak, aby byla zajištěna prostorová stabilita objektu.

Nadpraží menších otvorů jsou tvořena systémovými žb prefa překlady.

Nosné stěny jsou ukončené podbetonávkou $s=300$ mm a $v=50$ mm, na kterou se uloží skládané předpjaté betonové panely Spiroll tl. 150 mm. V úrovni panelů je pozední žlb věnec rohy věnce jsou vzájemně provázané. Beton věnců C20/25, výztuž B500B, krytí 25 mm. Na žlb věnce jsou uloženy dřevěné příhradové vazníky. Krov objektu je navržený ze systémových sbíjených dřevěných vazníků. Jejich návrh zajistí v rámci dílenské dokumentace dodavatel systému.

Pro impregnaci veškerých dřevěných konstrukcí se použije prostředek s účinností proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním: dle ČSN 49 0600-1 index FB, P, IP, n. (toxická pro houby Basidiomycetes, pro plísně, pro hmyz preventivní, látky ze dřeva nevyluhovatelé).

1.4 ZÁVĚR

Nosné konstrukce jsou navrženy a posouzeny podle zásad ČSN EN.

Navržená stavba technickou náročností nevybočuje z běžného rámce, přesto však úspěch jejího zdárného dokončení závisí na striktním dodržování technologické kázně při provádění.

Výpočtem v souladu s platnými normami ČSN EN bylo prokázáno (viz výše), že nosné žlb konstrukce navržené stavby bezpečně vyhoví na 1.MS–mezni stav únosnosti a 2.MS–mezni stav použitelnosti. Objekt je stabilní.

V Hradci Králové dne 9/5/2017

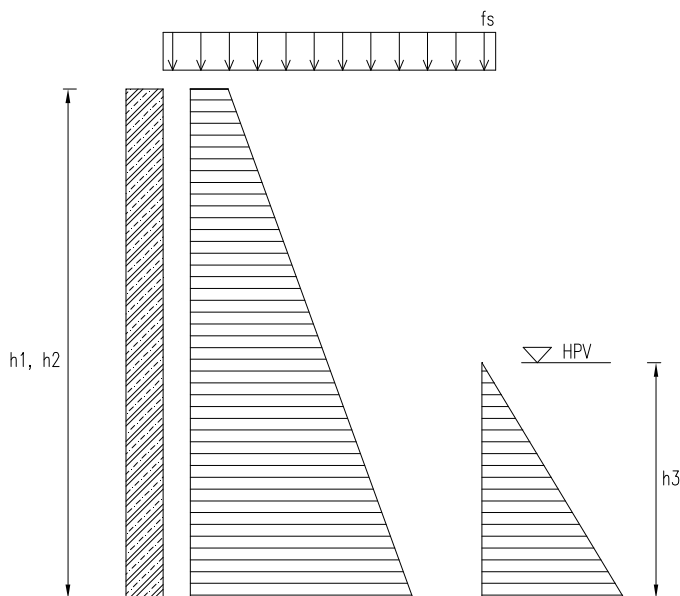
Ing. Jakub Gembal
+420 725 030 249

2. STATICKÝ VÝPOČET

2.1. Zatížení

Zatížení zeminou na kci

Geometrické schéma konstrukce - zatížení jímky



- výška stěny h1 $h1 := 4.4\text{m}$
- výška stěny h2 $h2 := 0\text{m}$
- objemová hmotnost zeminy - zásyp $\gamma_z := 21\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$ $\gamma_f := 1.35$
- užité zatížení povrchu $f_s := 5\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$ $\gamma_Q := 1.5$
- úhel vnitřního tření $\phi_d := 25\text{deg}$
- součinitel zemního tlaku v klidu $K_r := 1 - \sin(\phi_d)$ $K_r = 0.58$
- složky napětí v zemině působící na stěny
 - $\sigma_{z0} := f_s \cdot \frac{\gamma_Q}{\gamma_f} \cdot K_r$ $\sigma_{z0} = 3.21 \cdot \text{kPa}$
 - $\sigma_{vz1} := \gamma_z \cdot h1 + f_s \cdot \frac{\gamma_Q}{\gamma_f}$ $\sigma_{vz1} = 97.96 \cdot \text{kPa}$
 - $\sigma_{z1} := K_r \cdot \sigma_{vz1}$ $\sigma_{z1} = 56.56 \cdot \text{kPa}$
- složka hydrostatického tlaku působící na stěny od náplně
 - $\sigma_n := 3.85\text{m} \cdot 10.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ $\sigma_n = 41.58 \cdot \text{kPa}$

Zatížení na stěnu

Zatížení od krovu (stálé+užitné) charakteristické $16,53/1,35 = 12,3 \text{ kN/m}$

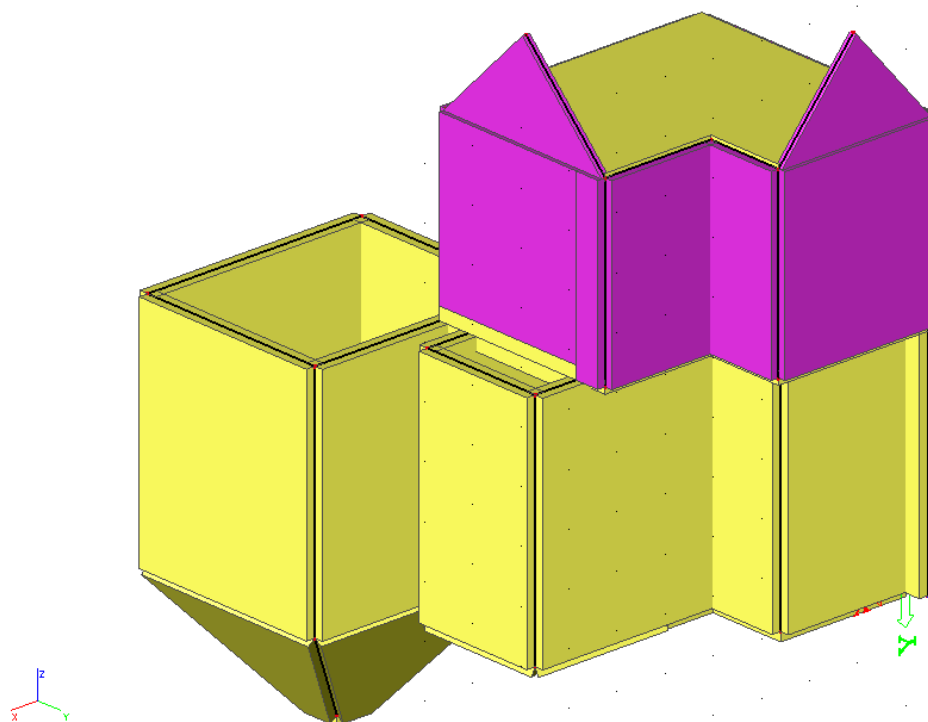
Zatížení od věnce $25 * 0,35 * 0,2 \text{ m} = 1,75 \text{ kN/m}$

2.2. Materiál

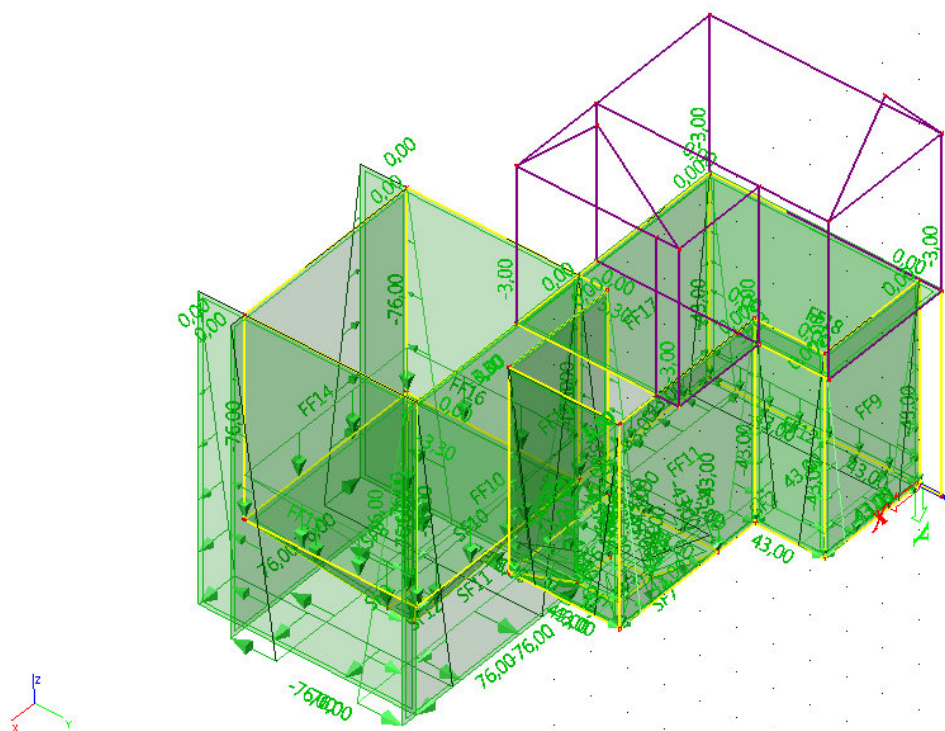
1. Materiály

Jméno	Typ	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa]	Poisson - nu	G [MPa]	Tep.ro ztaž. [m/mK]	Charakteristická válcová pevnost v tlaku f _{ck} (28) [MPa]
C30/37	Beton	2500	3,28E+04	0,2	1,37E+04	0	30
C35/45	Beton	2500	3,41E+04	0,2	1,42E+04	0	35

Jméno	Typ	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa]	Poisson - nu	G [MPa]	Tep.ro ztaž. [m/mK]	Charakteristická pevnost v tlaku (f _k) [kPa]
Masonry	Zdivo	1300	3,10E+03	0,25	1,24E+03	0	3100



Model 3D



LC4

2. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr
LC1		Stálé	LG1	Vlastní tíha	-Z
LC2	stálé ostatní	Stálé	LG1	Standard	
LC3	zemina	Stálé	LG1	Standard	
LC4	náplň	Stálé	LG1	Standard	

2.4. Kombinace

3. Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	Lineární - únosnost	LC1	1,35
		LC2 - stálé ostatní	1,35
		LC3 - zemina	1,35
CO2	Lineární - únosnost	LC1	1,35
		LC2 - stálé ostatní	1,35
		LC4 - náplň	1,35
CO3	Lineární - únosnost	LC1	1,35
		LC2 - stálé ostatní	1,35
		LC3 - zemina	1,35
		LC4 - náplň	1,35

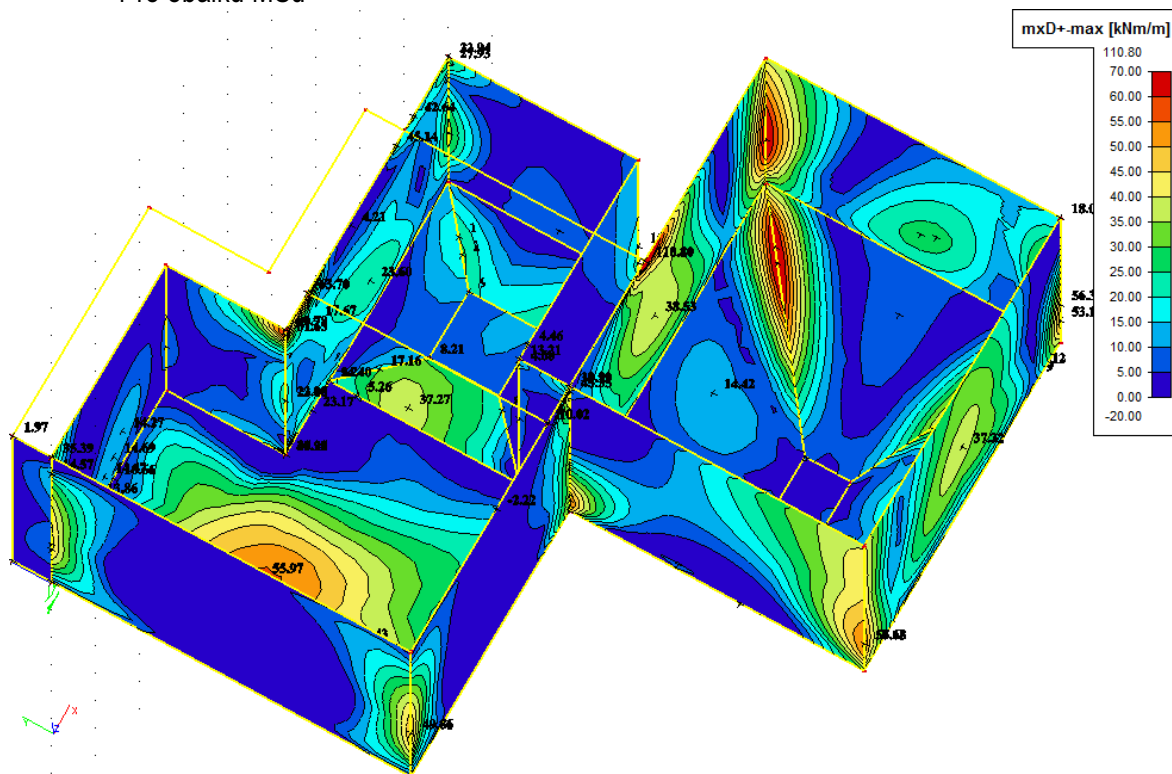
2.5. Obálka výsledků

4. Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
RC1	CO1 - Lineární - únosnost
	CO2 - Lineární - únosnost
	CO3 - Lineární - únosnost

2.6. Vnitřní síly ŽLB

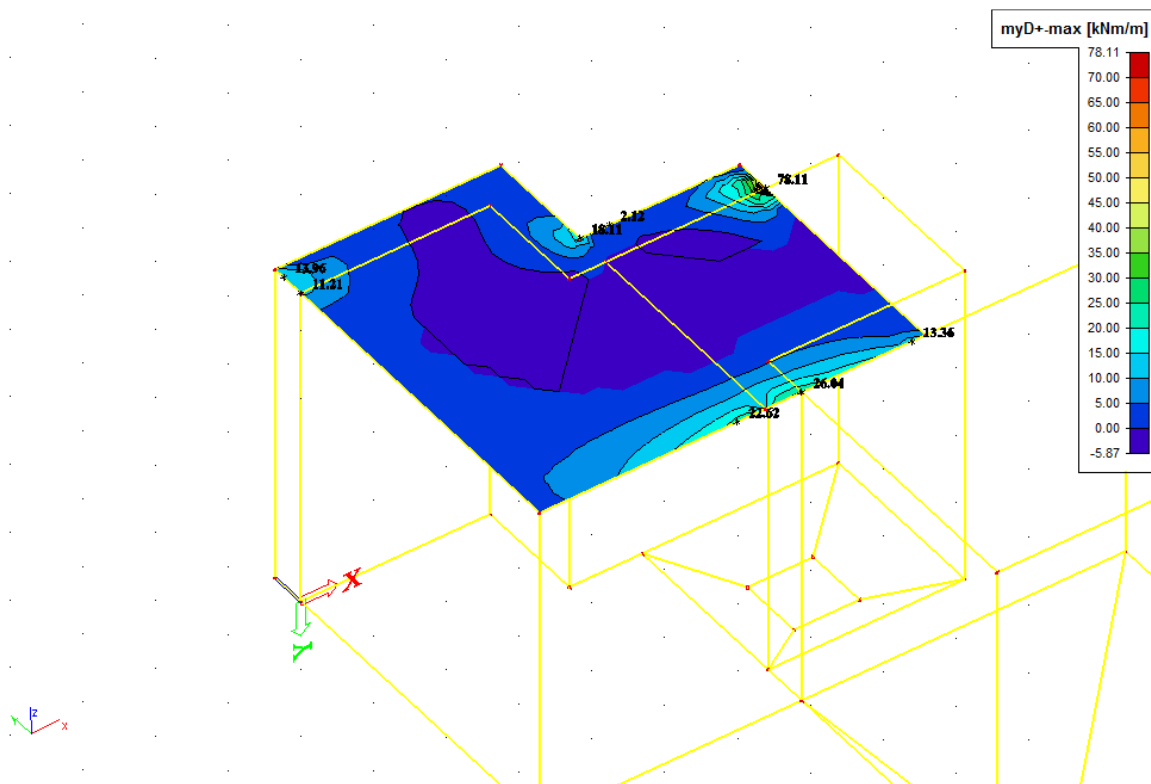
Pro obálku MSÚ



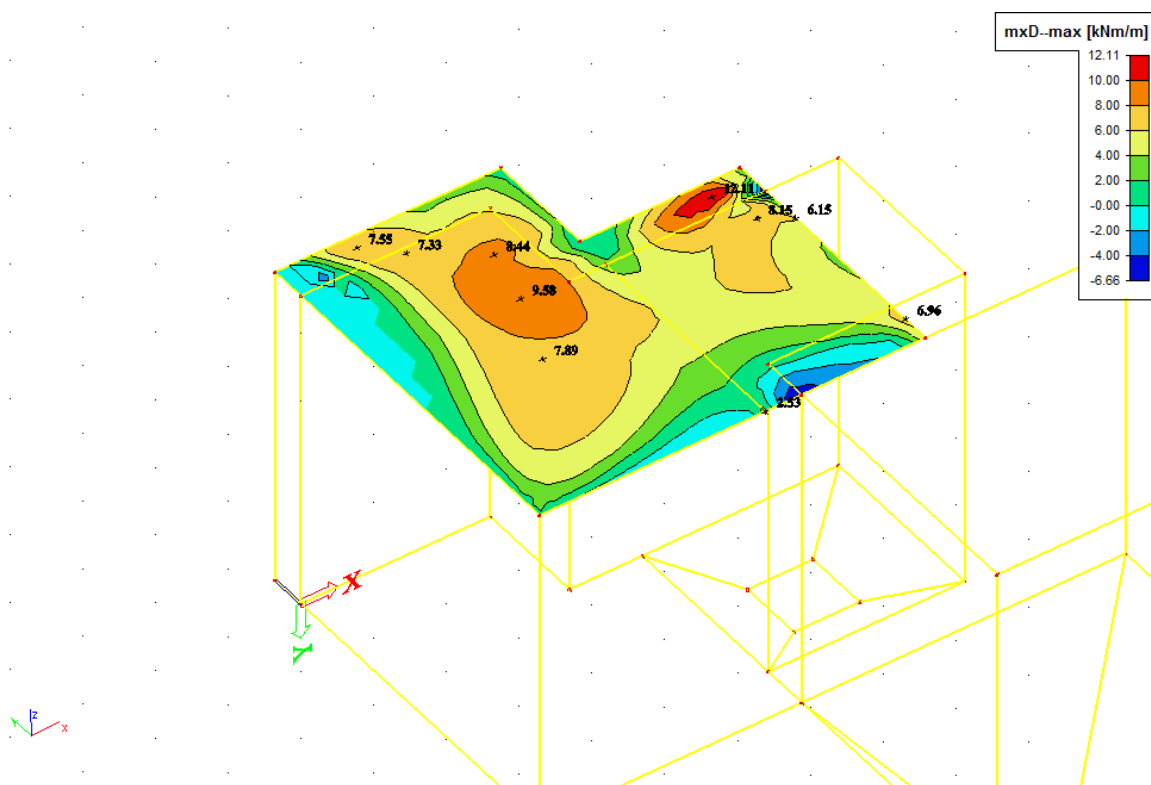
Dno a stěny - Momenty mxD+ [kNm]



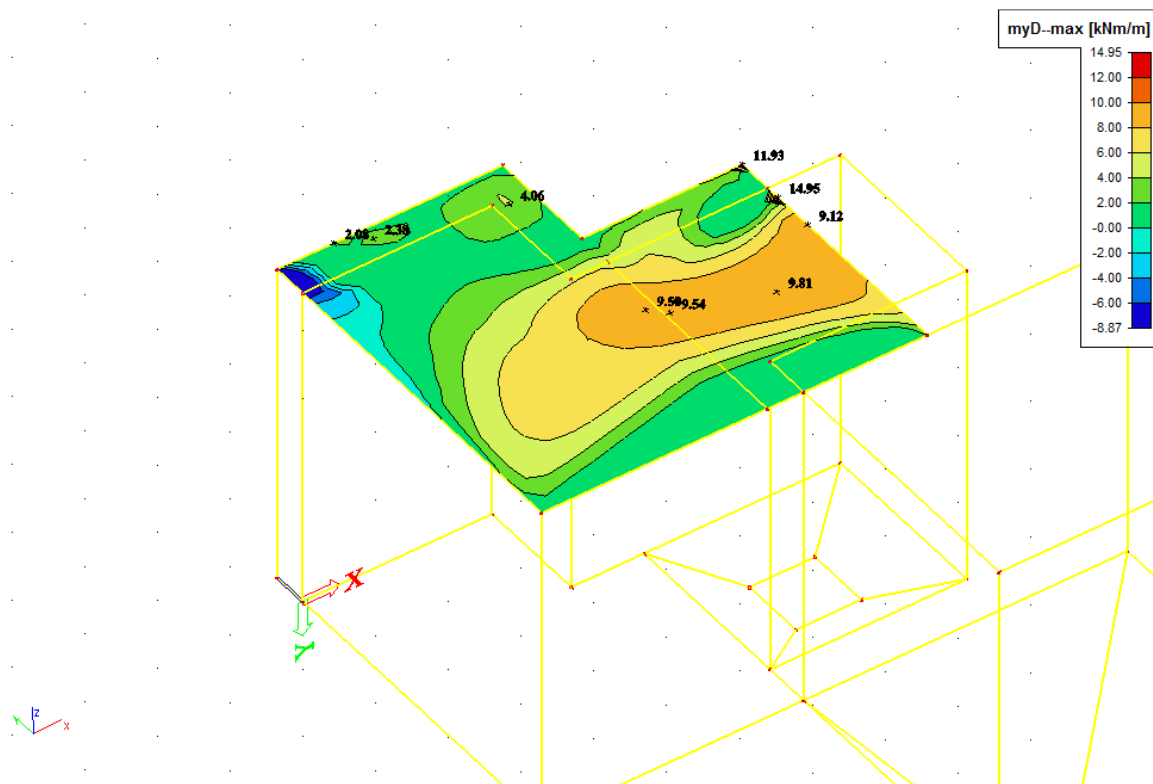




Strop - Momenty $myD+$ [kNm]

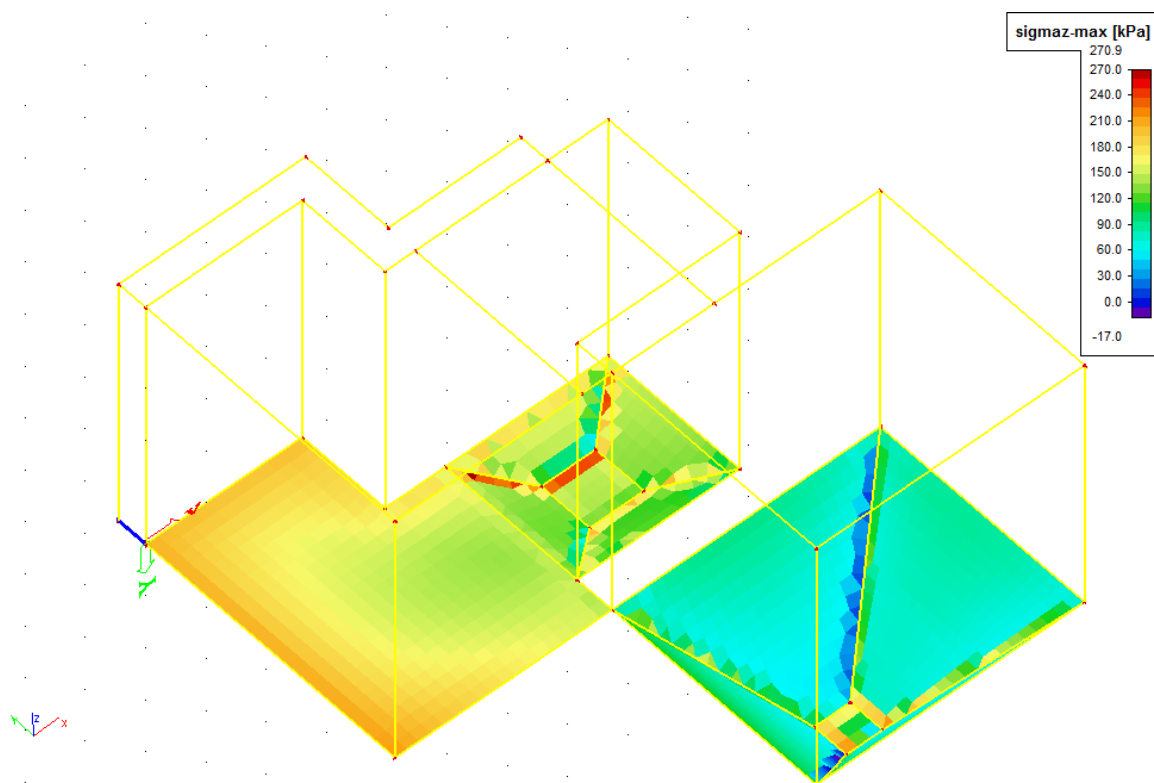


Strop - Momenty $mxD-$ [kNm]



Strop - Momenty m_{yD} - [kNm]

2.7. Kontaktní napětí v základové spáře



Kontaktní napětí v základové spáře [kPa]

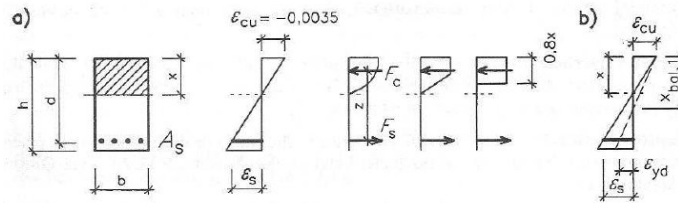
2.8. Posudek ŽLB – 1.MS

Norma EN 1992-1-1 **Prostý ohyb - dno/stěna- spodní líc**

Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrným rozdělením napětí v tlač. betonu a s neomezeným přetvořením tahové výztuže. ($\epsilon_{s1} \geq \epsilon_{yd} \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd}$)

maximální moment od zat. $M_{Ed} = 105 \text{ kNm/m}$

beton	C30/37	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 30 / 1,5 = 20,0 \text{ MPa}$
		$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	
výztuž	R 10505	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ MPa}$
		$E_s = 200 \text{ MPa}$	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,8 / 200 = 2,174 \text{ ‰}$
		$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$	$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 + 2,174} = 0,617$



tloušťka desky	$h = 350 \text{ mm}$	pro $f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$ platí:
šířka desky	$b = 1000 \text{ mm}$	$\lambda = 0,8$
tl. krycí vrstvy	$c = 40 \text{ mm}$	$\eta = 1,0$
vrstva výztuže	2. (vnitřní)	
ϕ výztuže (dolní)	$\phi_d = 14 \text{ mm}$	
ϕ výztuže (horní)	$\phi_h = 14 \text{ mm}$	
účinná výška	$d = h - d_2 = 350 - 61 = 289 \text{ mm}$	
počet prutů na 1 m	$n = 6,67 \text{ ks/m}$	\Rightarrow vzdálenost prutů $s = 149,9 \text{ mm}$
plocha 1 prutu	$A_1 = 153,9 \text{ mm}^2$	
plocha výztuže	$A_s = 1026 \text{ mm}^2$	

výška tlač. oblasti $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{1026 \cdot 434,8}{1000 \cdot 0,8 \cdot 1,00 \cdot 20,0} = 27,9 \text{ mm}$

omez. tlač. výšky $\xi = \frac{x}{d} = \frac{27,89}{289} = 0,096 < \xi_{bal,1} = 0,62$ **Vyhoví!**
 $\xi = \frac{x}{d} = \frac{27,89}{289} = 0,096 < \xi_{max} = 0,45$ **Splňuje doporučení!**

$z = d - (0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 289 - (0,5 \cdot 0,8 \cdot 27,89) = 277,8 \text{ mm}$

$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1026 \cdot 434,8 \cdot 277,8 \cdot 10^{-6} = 124,0 \text{ kNm/m}$

$M_{Rd} = 124,0 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 105,00 \text{ kNm/m}$ **Vyhoví!**

konstrukční zásady

min. plocha výzt. $A_{s,min} = \max(0,0013 \cdot b \cdot d; 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk})$
 $A_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 289 = 375,7 \text{ mm}^2$
 $A_{s,min} \geq 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = \frac{0,26 \cdot 2,896 \cdot 1000 \cdot 289}{500} = 435 \text{ mm}^2$
 $A_s = 1026 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 435 \text{ mm}^2$ **Vyhoví!**

max. plocha výzt. $A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1000 \cdot 350 = 14000 \text{ mm}^2$
 $A_s = 1026 \text{ mm}^2 < A_{s,max} = 14000 \text{ mm}^2$ **Vyhoví!**

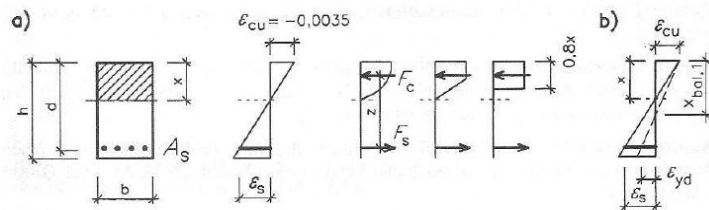
max. vzdál. výzt. $s_{max,slab} = \min(2h; 300 \text{ mm}) = \min(700 \text{ mm}; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$
 $s = 150 \text{ mm} < s_{max,slab} = 300 \text{ mm}$ **Vyhoví!**

Norma EN 1992-1-1 **Prostý ohyb - stropní deska - horní líc**

Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrným rozdělením napětí v tlač. betonu a s neomezeným přetvořením tahové výztuže. ($\epsilon_{s1} \geq \epsilon_{yd} \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd}$)

maximální moment od zat. $M_{Ed} = 20 \text{ kNm/m}$

beton	C30/37	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 30 / 1,5 = 20,0 \text{ MPa}$
		$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	
výztuž	R 10505	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ MPa}$
		$E_s = 200 \text{ MPa}$	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,8 / 200 = 2,174 \text{ ‰}$
		$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$	$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 + 2,174} = 0,617$



tloušťka desky	h = 250 mm	pro $f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$ platí:
šířka desky	b = 1000 mm	$\lambda = 0,8$
tl. krycí vrstvy	c = 40 mm	$\eta = 1,0$
vrstva výztuže	2. (vnitřní)	
ø výztuže (dolní)	$\phi_d = 10 \text{ mm}$	
ø výztuže (horní)	$\phi_h = 10 \text{ mm}$	
účinná výška	$d = h - d_2 = 250 - 55 = 195 \text{ mm}$	
počet prutů na 1 m	$n = 6,67 \text{ ks/m} \Rightarrow$ vzdálenost prutů s = 149,9 mm	
plocha 1 prutu	$A_1 = 78,5 \text{ mm}^2$	
plocha výztuže	$A_s = 523,6 \text{ mm}^2$	

výška tlač. oblasti $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{524 \cdot 434,8}{1000 \cdot 0,8 \cdot 1,00 \cdot 20,0} = 14,2 \text{ mm}$

omez. tlač. výšky $\xi = \frac{x}{d} = \frac{14,23}{195} = 0,073 < \xi_{bal,1} = 0,62$ **Vyhoví!**
 $\xi = \frac{x}{d} = \frac{14,23}{195} = 0,073 < \xi_{max} = 0,45$ **Splňuje doporučení!**

$z = d - (0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 195 - (0,5 \cdot 0,8 \cdot 14,23) = 189,3 \text{ mm}$

$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 524 \cdot 434,8 \cdot 189,3 \cdot 10^{-6} = 43,1 \text{ kNm/m}$

$M_{Rd} = 43,1 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 20,00 \text{ kNm/m}$ **Vyhoví!**

konstrukční zásady

min. plocha výzt. $A_{s,min} = \max(0,0013 \cdot b \cdot d; 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk})$
 $A_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 195 = 253,5 \text{ mm}^2$
 $A_{s,min} \geq 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = \frac{0,26 \cdot 2,896 \cdot 1000 \cdot 195}{500} = 294 \text{ mm}^2$

$A_s = 524 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 294 \text{ mm}^2$ **Vyhoví!**

max. plocha výzt. $A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1000 \cdot 250 = 10000 \text{ mm}^2$

$A_s = 524 \text{ mm}^2 < A_{s,max} = 10000 \text{ mm}^2$ **Vyhoví!**

max. vzdál. výzt. $s_{max,slab} = \min(2h; 300 \text{ mm}) = \min(500 \text{ mm}; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$

$s = 150 \text{ mm} < s_{max,slab} = 300 \text{ mm}$ **Vyhoví!**