

D.1.2 - STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

TECHNICKÁ ZPRÁVA

STATICÝ VÝPOČET

Stavba: **LITOMYŠL - DOSTAVBA NÁDRŽÍ NA VODU**

Objekt: **SO-01 NÁDRŽE NA VODU**

Investor: **MĚSTO LITOMYŠL
BŘÍ ŠŤASTNÝCH 1000, 570 01 LITOMYŠL**

Stupeň: **DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ SPOLEČNÉHO POVOLENÍ**

Zodp. projektant: **Ing. Petr Lenoč**

Vypracoval: **Ing. Patrik Tmej**

Profese: **Stavebně konstrukční řešení**

Příloha číslo: **D.1.2**

Datum: **09 / 2022**

Zak. číslo: **079 - 22 (P.T.)**

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1 Obecné údaje

Dokumentace stavebně konstrukční části řeší dostavbu nádrží na vodu. Jedná se o podzemní železobetonové nádrže v Litomyšli. Jedná se o přístavbu tří komor, ke stávajícím nádržím. Stavebně konstrukční řešení řeší předběžný statický výpočet základních rozměrů nosného systému.

2 Zemní práce a základové poměry

Zemní práce budou představovat výkopy stavební jámy.

Na dané parcele byl proveden inženýrskogeologický průzkum.

IG průzkum pro řešení území zpracovala společnost GGS Litomyšl s.r.o.

Popis geologie byl převzat z výše uvedené zprávy - zpracovatelé RNDr. V. Lašek a Ing. J. Stuchlík.

<u>Popis sondy HJ-1 z inženýrskogeologického průzkumu</u>	<u>Třída / Rdt [kPa]</u>
0,00 – 0,70 m navážka - jíl tmavě hnědý, pevný, prachovitý s úlomky kamene cca 30%	Z
0,70 – 1,50 m jíl hnědý, pevný, prachovitý	CI
1,50 – 2,50 m jíl světle šedohnědý, dtto	CI
2,50 – 4,20 m slín hnědošedý, tuhý až pevný	CH
4,20 – 4,50 m pískovec béžový, velmi silně zvětralý až zcela rozložený	CS / R6

<u>Popis sondy J-2 z inženýrskogeologického průzkumu</u>	<u>Třída / Rdt [kPa]</u>
0,00 – 0,50 m navážka - jíl tmavě hnědý, pevný, prachovitý s úlomky kamene cca 30%	Z
0,50 – 1,20 m jíl béžový, tuhý až pevný, prachovitý	CI
1,20 – 2,10 m jíl okrový, tuhý, prachovitý	CI
2,10 – 3,00 m slín hnědošedý, pevný	CH
3,00 – 4,00 m slín tmavě modrošedý, tuhý až pevný	CH
4,00 – 4,90 m pískovec světle okrový, velmi silně zvětralý až zcela rozložený	CS / R6
4,90 – 5,00 m pískovec světle šedohnědý, zvětralý, silně rozpukavý	R5

<u>Popis sondy J-3 z inženýrskogeologického průzkumu</u>	<u>Třída / Rdt [kPa]</u>
0,00 – 0,40 m navážka - jíl tmavě hnědý, pevný, prachovitý s úlomky kamene cca 30%	Z
0,40 – 0,90 m jíl světle hnědý, pevný, prachovitý	CI
0,90 – 2,70 m jíl béžový, dtto	CI
2,70 – 3,60 m slín hnědošedý, tuhý až pevný	CH
3,60 – 4,20 m pískovec světle okrový, velmi silně zvětralý až zcela rozložený	CS / R6

Hladina podzemní vody nebyla v době realizace průzkumných prací zastižena.

Nelze vyloučit sezónní mělké zvodnění.

Zvětralé až navětralé pískovce považujeme za poměrně únosné a málo stlačitelné, poskytují tedy vhodné základové prostředí. Předpokládaná úroveň základové spáry v hloubce okolo 4 m pod porchem terénu. Podzemní nádrže tedy budou založeny plošně na eluviích předkvarterního podloží, t.j. tuhých až pevných slínech (CH), resp. pevných písčitých jílech (CS).

S ohledem na některé negativní okolnosti zjištěné v rámci blízkého krytého bazénu je možno kontatovat následující:

- v rámci stavebních prací je nutné realizovat opatření, která zabrání možnému vzniku zvodnění mezi stěnami stavebních jam a stěnami nádrží, ...
- srážkové vody je nutno odvést povrchovými úpravami do nádrží, ...

Případně další opatření dle IGP.

3 Zatížení konstrukcí

Zatížení konstrukcí bylo stanoveno podle normy ČSN EN 1991

Zatížení sněhem - nebylo uvažováno - uvažované zatížení na povrchu $2,5 \text{ kN/m}^2$ je výrazně větší

Zatížení větrem - nebylo uvažováno - jedná se o podzemní nádrže

Ostatní zatížení bylo stanoveno dle dané skladby konstrukcí, případně daného provozu v přiloženém statickém výpočtu.

4 Použití materiálu v nosných konstrukcích

ŽB konstrukce beton C 25/30 - XC4, ocel B 500B

5 Popis hlavní nosné konstrukce

Přístavby nádrží na vodu jsou řešeny jako železobetonové nádrže.

Veškeré pracovní spáry budou řešeny jako těsněné a zároveň veškeré přechody mezi stěnami a dnem (stropem) budou řešeny jako "tuhé rámové rohy".

Předběžně jsou ŽB konstrukce navrženy v tloušťce 250 mm, které budou vyztuženy základním rastrem nosné výztuže $\emptyset \text{ R12} / 200 \text{ mm}$. Výztuž $\emptyset \text{ R12}$ kotvit min 550 mm a stykovat min 800 mm. Krytí výztuže bude 40 mm. Podrobné dimeznování bude provedeno v následujícím stupni projektové dokumentace, kde případná krytická místa budou dovyztuženy.

Základní statické schéma předběžného statického výpočtu bylo uvažováno jako výsek 1 mb, kdy nám průřez působí jako tuhý ŽB "prstenec a pro potřeby předběžného návrhu bylo uvažováno vždy s nosníkem, který je na okrajích vetknut. V následujícím stupni projektové dokumentace bude výpočet upřesně a proveden podrobněji.

Bylo uvažováno se zatížením zeminou 1,2 m nad stropní konstrukcí.

Pro vyplavání nádrže jsou uvažovány dva stavy. První při obkopání, kdy proti vztlaku působí vlastní tíha ŽB nádrže a v ten moment může voda nastoupat 1,2 m nad základovou spáru. Při druhém stavu bylo uvažováno i s přitížením zeminou a v tom případě by voda mohla nastoupat až do výšky 2,5 m nad základovou spáru. Na tento vztlak vody bylo posouzeno ŽB dno tloušťky 250 mm, vyztužené základním rastrem nosné výztuže $\emptyset \text{ R12} / 200 \text{ mm}$.

V následujícím stupni PD bude posouzen i stav pro plnou a obkopanou nádrž, kdy na stěny ŽB jímký bude působit pouze tlak vody. Případně stav zasypané nádrže se zdrženou vodou v zemině.

10 Návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů a technologických postupů

Při realizaci stavby není uvažováno s žádnými atypickými detaily ani konstrukcemi.

Při řešení problematických detailů je nutné přizvat zodpovědného projektanta.

11 Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Veškeré zakrývané stavební konstrukce musí být prováděny na základě platných norem a předpisů vydaných výrobcí použitých stavebních materiálů. Musí být dodrženy veškeré stavební technologie a postupy předepsané v normách a výrobcí. Za dodržení těchto předpisů odpovídá dodavatel stavby. Výztuž ukládaná do bednění (na podkladní beton) musí být bez nečistot a nesmí být korodovaná. Nesmí být mastná popřípadě jinak znečištěná. Bednění pro monolitické konstrukce nesmí být také znečištěné.

Zakrývané konstrukce by měl přebírat hlavní stavbyvedoucí, stavební dozor a dozor investora, případně odpovědný statik. O převzetí by měl být proveden řádný zápis do stavebního deníku. Je vhodné pořídit a přiložit fotodokumentaci zakrývané konstrukce. U této stavby bude určité zakrývaná konstrukce: výztuž ŽB monolitických konstrukcí, detaili těsnění pracovních, případně další konstrukce které nejsou v tomto výčtu a realizace stavby si je vyžádá.

12 Opatření k zachování stability a únosnosti stávajících konstrukcí

Projektová dokumentace řeší přístavbu nádrží. Při jakémkoli zásahu do nosné konstrukce či obklopávání stávajících nádrží je nutné zajistit stabilitu zbývajících nosných konstrukcí vhodným způsobem. Například podepřením, zapřením, rozepřením, zavěšením, vypuštěním nádrží atd ...

13 Požadavky na vypracování dokumentace zajišťované zhotovitelem stavby

Dodavatel stavby zajistí dílenské dokumentace na ŽB monolitické konstrukce.

14 Požadavky na protipožární ochranu konstrukcí

Z hlediska stavebně konstrukčního řešení nebyla u žádného prvků posuzována únosnost za účinků požáru. Požární odolnost konstrukcí řeší samostatná část - D.1.3 - Požárně bezpečnostní řešení.

15 Použité podklady, normy, literatura

Výkresy stavební části v rozpracovanosti - Ing. Petr Lenoch

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1996 – Navrhování zděných konstrukcí

ČSN EN 1997 – Navrhování geotechnických konstrukcí

Navrhování betonových konstrukcí příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2 – Jaroslav Procházka, Jiří Šmejkal, Jan L. Vítek, Jitka Vašková (Praha 2010)

Příklad posouzení betonových prvků dle Eurokódů – Miloš Zich a kol.

Statické tabulky pro stavební praxi – Otakar Novák, Jiří Hořejší (SNTL Praha 1978)

Statické tabulky – J. Hořejší, J. Šafka (technický průvodce 51, STNL Praha 1987)

Navrhování nosných konstrukcí – K. Lorenz (vydalo IC ČKAIT, s.r.o., Praha 2015)

Navrhování základových a pažicích kcí – J. Masopust (vydalo IC ČKAIT, s.r.o., Praha 2018)

16 Závěr

Stavbu je nutné provést dle schválené projektové dokumentace. Během stavby je nutné dodržovat veškeré předpisy ČSN, ČSN EN a BOZP. Změny a doplňky oproti projektové dokumentaci je nutno předem projednat s projektantem.

Při provádění stavby musí být zabráněno nadměrné prašnosti, hluku a znečišťování komunikací.

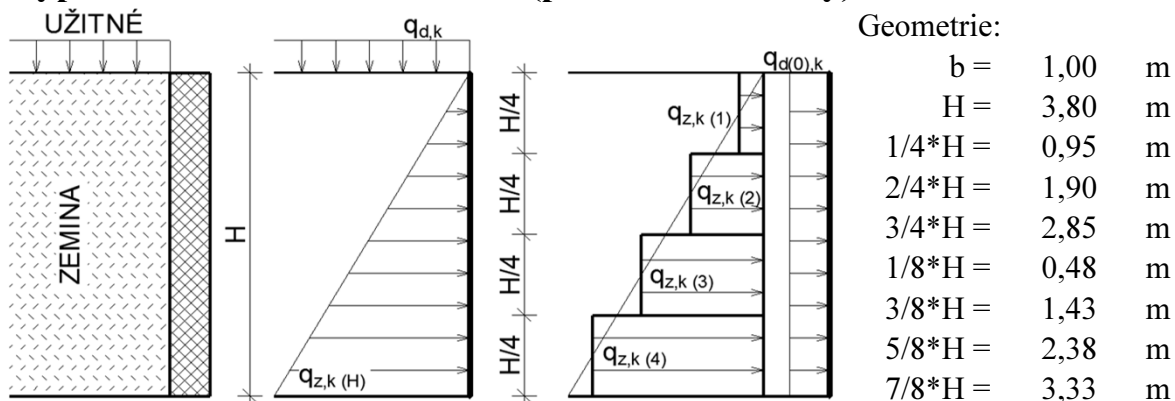
Projektant si vyhrazuje právo doplňovat, případně pozměňovat projekt na základě nových poznatků, zjištěných během provádění stavby.

Všechny stavební práce musí být provedeny v souladu se stavebním zákonem a souvisejícími předpisy, v kvalitě předepsané v požadavcích příslušných norem pro navrhování a provádění staveb uvedených v Seznamu českých norem a ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, nebo v kvalitě vyšší. Při provádění se musí dodržovat bezpečnost práce – ČSN 73 2400, ČSN 73 1209, ČSN 73 1216 a ostatní související normy a předpisy. Veškeré použité materiály a výrobky musí mít platný certifikát ve smyslu §156 zákona č.183/2006 Sb. a nařízení vlády č.163/2002 Sb. a nařízení vlády č.312/2005 a zákonů a nařízení vlády související.

Při jakékoli nejasnosti je nutné spojit se s projektantem a problém vyřešit!!!

PD je zpracována ve stupni pro vydání společného povolení !!!

Výpočet zemních tlaků na stěnu (průměrné hodnoty)



Zatížení opěrné stěny zeminou	$\gamma_z = 19,00 \text{ kN/m}^3$	$\varphi = 30,00^\circ$
Součinitel aktivního zemního tlaku	$K_a = \tan^2(45 - \varphi/2) =$	0,333
Součinitel zemního tlaku v klidu	$K_0 = 1 - \sin \varphi =$	0,500
Součinitel pasivního zemního tlaku	$K_p = \tan^2(45 + \varphi/2) =$	3,000

Pro následující výpočty uvažuji zemní tlak v klidu $K_x =$ 0,500

Zatížení zemním tlakem (pro 1/8*H)	$q_{z,k(1)} = \gamma_z * (1/8*H) * K_x * b =$	4,51	kN/m
Zatížení zemním tlakem (pro 3/8*H)	$q_{z,k(2)} = \gamma_z * (3/8*H) * K_x * b =$	13,54	kN/m
Zatížení zemním tlakem (pro 5/8*H)	$q_{z,k(3)} = \gamma_z * (5/8*H) * K_x * b =$	22,56	kN/m
Zatížení zemním tlakem (pro 7/8*H)	$q_{z,k(4)} = \gamma_z * (7/8*H) * K_x * b =$	31,59	kN/m
Zatížení od zemního tlaku v patě (pro H)	$q_{z,k(H)} = \gamma_z * H * K_x * b =$	36,10	kN/m

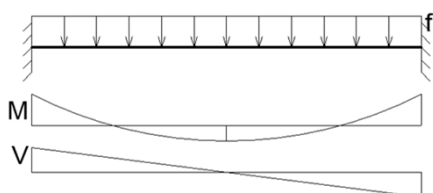
Proměnné zatížení na povrchu	$q_{d,k} = 2,50 \text{ kN/m}^2$	
Zatížení působící na rub zdi	$q_{d(0),k} = q_{d,k} * K_x * b =$	1,25 kN/m

Posouzení ŽB desky

ŽB stěna nádrží - svislá výztuž

	g_k [kN/m ²]	ZŠ [m]	g_k [kN/m]	γ_G, γ_Q	g_d [kN/m]	
vlastní hmotnost			6,25	1,35	8,44	
Zemní tlaky (stěna)	22,56	1,00	22,56	1,35	30,46	průměrné pro 5/8*H
Zatížení na povrchu	1,25	1,00	1,25	1,50	1,88	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
			30,06	kN/m	40,77	kN/m

Statické schéma - spojitě zatížení



$$f_k = 30,06 \text{ kN/m}$$

$$f_d = 40,77 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rozpětí } L = 2,35 \text{ m}$$

$$V_{Ed(f)} = 1/2 * f_d * L = 47,91 \text{ kN}$$

$$M_{ed,f(L=0)} = 1/12 * f_d * L^2 = 18,76 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,f(L/2)} = 1/24 * f_d * L^2 = 9,38 \text{ kNm}$$

Posouzení ŽB desky

Maximální ohybový moment k posouzení

Maximální posouvající síla k posouzení

ŽB stěna nádrží - svislá výztuž

$$|M_{Ed}|_{\max} = 18,76 \text{ kNm}$$

$$|V_{Ed}|_{\max} = 47,91 \text{ kN}$$

Posouzení a návrh ŽB průřezu

$$\text{Rozpětí } L(\max) = 2,35 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = 47,91 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 18,76 \text{ kNm}$$

Beton C 25/30 $\gamma_c = 1,50$ $\alpha_c = 1,00$ (železobeton)

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \alpha_c * f_{ck} / \gamma_c = 1 * 25 / 1,5 = 16,67 \text{ MPa}$$

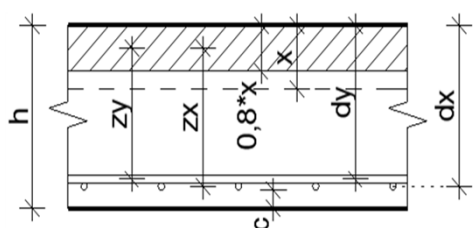
$$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa} \quad f_{ctd} = \alpha_c * f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 * 1,8 / 1,5 = 1,20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

Výztuž B 500B $\gamma_s = 1,15$ $E_s = 200 \text{ GPa}$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200 = 2,17 \text{ ‰}$$



Vyztužení

$$\begin{aligned} \emptyset &= 12 \text{ mm} & h &= 250 \text{ mm} \\ a &= 200 \text{ mm} & b &= 1000 \text{ mm} \\ A_s &= 565 \text{ mm}^2 & c &= 40 \text{ mm} \\ d &= h - c - 0,5\emptyset = 204 \text{ mm} \end{aligned}$$

$A_{s, \min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d =$	2,33E-04 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
$A_{s, \min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d =$	2,65E-04 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
$A_{s, \max} = 0,04 \cdot h \cdot b =$	1,00E-02 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
Maximální vzdálenost výztuže $s_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 250 =$	500 ≤ 300 mm	<u>VYHOVUJE</u>
Min. světlá vzdálenost výztuže $s_{\min} \geq \max(1,5\varnothing; dg+5; 20 \text{ mm}) = \max(1,5 \cdot 12; 16+5; 20) =$	21 mm	

Posouzení ohybového momentu

Výška tlačené oblasti	$\lambda x = A_s \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	14,75 mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - 0,5 \cdot \lambda x =$	196,63 mm	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$
Moment únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z =$	48,34 kNm	
Posudek	$M_{Ed} = 18,76 \text{ kNm} \leq M_{Rd} =$	48,34 kNm	<u>VYHOVUJE</u>
Poloha neutrálné osy	$x = \lambda x / 0,8 =$	18,44 mm	
Poměrné přetvoření výztuže	$\varepsilon_s = (\varepsilon_{cu3}/x) \cdot (d-x) =$	35,23 ‰	<u>VYHOVUJE</u>
Mezní poměrné přetvoření	$\varepsilon_{yd} =$	2,17 ‰	

Posouzení smyku

Posouvající síla	$V_{Ed} =$	47,91 kN	
Vstupní parametry	$d =$	204 mm	$b = 1000 \text{ mm}$
	$A_{st} =$	5,65E-04 m ²	$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$
Návrhová únosnost ve smyku	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d =$	0,0929 MN	
Součinitel	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,5 =$	0,12	
Součinitel výšky	$k = 1 + (200/d)^{0,5} =$	1,99	Podmínka $k \leq 2,0$
Stupeň vyztužení	$\rho_l = A_{st}/(b \cdot d) =$	0,00277	Podmínka $\rho_l \leq 0,02$
Minimální smykové napětí	$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0,491 MPa	
Minimální smyková únosnost	$V_{Rd,c,\min} = v_{\min} \cdot b \cdot d =$	0,1002 MN	
Omezující podmínka smykové únosnosti	$V_{Rd,c,\min} \leq V_{Rd,c}$		
Podmínka	$V_{Ed} = 47,91 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,\min} =$	100,23 kN	

VYHOVUJE, NENÍ NUTNO NAVRHOVAT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh kotevní a stykovací délky

Kde uvažujeme	$\sigma_{sd} = f_{yd}$	Podmínky soudržnosti	Ostatní
Beton třídy	C 25/30	$\alpha = 58$	Pro $\varnothing < 32$ mm $\varnothing = 12$
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd} = \alpha * \varnothing =$	696	mm
Základní kotevní délka určena pomocí součinitele α uvedeného v literatuře.			

Vliv tvaru prutu	$\alpha_1 = 1,0$	přímé pruty
Vliv betonové krycí vrstvy	$\alpha_2 = 0,7625$	
Vliv příčné výztuže (nepřivařené)	$\alpha_3 = 1,0$	
Vliv příčné výztuže (přivařené)	$\alpha_4 = 1,0$	
Vliv příčného tlaku	$\alpha_5 = 1,0$	
Podmínka	$\alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_5 = 0,7625 \geq 0,7$	VYHOVUJE
Návrhová kotevní délka	$l_{bd} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} =$	550 mm
Minimální kotevní délka v tahu	$l_{b,min} > \max\{0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}\}$	

Stykování výztuže přesahem	$\alpha_6 = 1,5$	více jak 50% stykované výztuže
Návrhová délka přesahu	$l_0 = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} =$	800 mm
Minimální délka přesahu	$l_{0,min} > \max\{0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * \varnothing; 200 \text{ mm}\}$	

Vymezující ohybová štíhlost

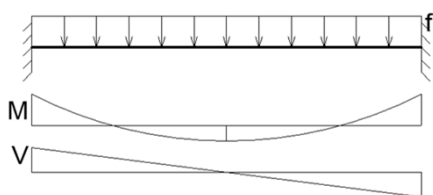
Rozpětí	$L = 2,35$ m	$L/d = 11,52$
Účinná výška	$d = 0,204$ m	$f_{ck} = 25$ MPa
Součinitel tvaru průřezu	$K_{c1} = 1,00$	$A_{s,prov} = 5,65E-04 \text{ m}^2$
Součinitel závislý na rozpětí	$K_{c2} = 1,00$	$A_{s,req} = 2,19E-04 \text{ m}^2$
Součinitel napětí tahové výztuže	$K_{c3} = 2,58$	
Referenční stupeň vyztužení	$\rho_0 = 0,0050$	
Požadovaný stupeň vyztužení	$\rho = 0,0023$ 0,23%	Pro tahovou výztuž
Požadovaný stupeň vyztužení	$\rho' = 0,0000$	Pro tlak. výztuž - neuvažují
Součinitel nosného systému	$K = 1,5$	Vnitřní pole spojitého nosníku
pro $\rho \leq \rho_0$	$\lambda = K [11 + 1,5 * f_{ck}^{1/2} * \rho_0 / \rho + 3,2 * f_{ck}^{1/2} * (\rho_0 / \rho - 1)^{3/2}] =$	73,33
pro $\rho > \rho_0$	$\lambda = K [11 + 1,5 * f_{ck}^{1/2} * \rho_0 / (\rho - \rho') + 1/12 * f_{ck}^{1/2} * \rho' / \rho_0] =$	neplatí
	$\lambda_d = K_{c1} * K_{c1} * K_{c1} * \lambda = 188,93 \geq L/d = 11,52$	VYHOVUJE

Posouzení ŽB desky

ŽB strop nad nádrží

	g_k [kN/m ²]	ZŠ [m]	g_k [kN/m]	γ_G, γ_Q	g_d [kN/m]	
vlastní hmotnost			6,25	1,35	8,44	
Zatížení zeminou	22,80	1,00	22,80	1,35	30,78	H = 1,2 m
Zatížení na povrchu	2,50	1,00	2,50	1,50	3,75	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
			31,55	kN/m	42,97	kN/m

Statické schéma - spojitě zatížení



$$f_k = 31,55 \text{ kN/m}$$

$$f_d = 42,97 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rozpětí } L = 3,25 \text{ m}$$

$$V_{Ed(f)} = 1/2 * f_d * L = 69,82 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,f(L=0)} = 1/12 * f_d * L^2 = 37,82 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,f(L/2)} = 1/24 * f_d * L^2 = 18,91 \text{ kNm}$$

Posouzení ŽB desky

ŽB strop nad nádrží

Maximální ohybový moment k posouzení

$$|M_{Ed}|_{\max} = 37,82 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla k posouzení

$$|V_{Ed}|_{\max} = 69,82 \text{ kN}$$

Posouzení a návrh ŽB průřezu

$$\text{Rozpětí } L(\max) = 3,25 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = 69,82 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 37,82 \text{ kNm}$$

Beton C 25/30 $\gamma_c = 1,50$ $\alpha_c = 1,00$ (železobeton)

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \alpha_c * f_{ck} / \gamma_c = 1 * 25 / 1,5 = 16,67 \text{ MPa}$$

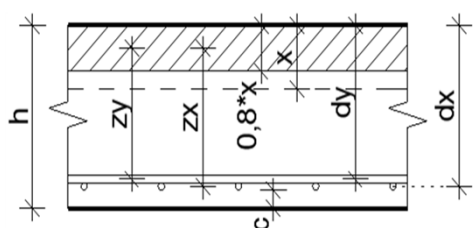
$$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa} \quad f_{ctd} = \alpha_c * f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 * 1,8 / 1,5 = 1,20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

Výztuž B 500B $\gamma_s = 1,15$ $E_s = 200 \text{ GPa}$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200 = 2,17 \text{ ‰}$$



Vyztužení

$$\emptyset = 12 \text{ mm} \quad h = 250 \text{ mm}$$

$$a = 200 \text{ mm} \quad b = 1000 \text{ mm}$$

$$A_s = 565 \text{ mm}^2 \quad c = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - c - 0,5\emptyset = 204 \text{ mm}$$

$A_{s, \min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d =$	2,33E-04 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
$A_{s, \min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d =$	2,65E-04 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
$A_{s, \max} = 0,04 \cdot h \cdot b =$	1,00E-02 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
Maximální vzdálenost výztuže $s_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 250 =$	500 ≤ 300 mm	<u>VYHOVUJE</u>
Min. světlá vzdálenost výztuže $s_{\min} \geq \max(1,5\phi; dg+5; 20 \text{ mm}) = \max(1,5 \cdot 12; 16+5; 20) =$	21 mm	

Posouzení ohybového momentu

Výška tlačené oblasti	$\lambda x = A_s \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	14,75 mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - 0,5 \cdot \lambda x =$	196,63 mm	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$
Moment únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z =$	48,34 kNm	
Posudek	$M_{Ed} = 37,82 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 48,34 \text{ kNm}$		<u>VYHOVUJE</u>
Poloha neutrálné osy	$x = \lambda x / 0,8 =$	18,44 mm	
Poměrné přetvoření výztuže	$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3}/x) \cdot (d-x) =$	35,23 ‰	<u>VYHOVUJE</u>
Mezní poměrné přetvoření	$\epsilon_{yd} =$	2,17 ‰	

Posouzení smyku

Posouvající síla	$V_{Ed} =$	69,82 kN	
Vstupní parametry	$d =$	204 mm	$b = 1000 \text{ mm}$
	$A_{st} =$	5,65E-04 m ²	$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$
Návrhová únosnost ve smyku	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d =$	0,0929 MN	
Součinitel	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,5 =$	0,12	
Součinitel výšky	$k = 1 + (200/d)^{0,5} =$	1,99	Podmínka $k \leq 2,0$
Stupeň vyztužení	$\rho_l = A_{st}/(b \cdot d) =$	0,00277	Podmínka $\rho_l \leq 0,02$
Minimální smykové napětí	$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0,491 MPa	
Minimální smyková únosnost	$V_{Rd,c,\min} = v_{\min} \cdot b \cdot d =$	0,1002 MN	
Omezující podmínka smykové únosnosti	$V_{Rd,c,\min} \leq V_{Rd,c}$		
Podmínka	$V_{Ed} = 69,82 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,\min} = 100,23 \text{ kN}$		

VYHOVUJE, NENÍ NUTNO NAVRHOVAT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh kotevní a stykovací délky

Kde uvažujeme	$\sigma_{sd} = f_{yd}$	Podmínky soudržnosti	Ostatní
Beton třídy	C 25/30	$\alpha = 58$	Pro $\varnothing < 32$ mm $\varnothing = 12$
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd} = \alpha * \varnothing =$	696	mm
Základní kotevní délka určena pomocí součinitele α uvedeného v literatuře.			

Vliv tvaru prutu	$\alpha_1 = 1,0$	přímé pruty
Vliv betonové krycí vrstvy	$\alpha_2 = 0,7625$	
Vliv příčné výztuže (nepřivařené)	$\alpha_3 = 1,0$	
Vliv příčné výztuže (přivařené)	$\alpha_4 = 1,0$	
Vliv příčného tlaku	$\alpha_5 = 1,0$	
Podmínka	$\alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_5 = 0,7625 \geq 0,7$	VYHOVUJE
Návrhová kotevní délka	$l_{bd} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} =$	550 mm
Minimální kotevní délka v tahu	$l_{b,min} > \max\{0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}\}$	

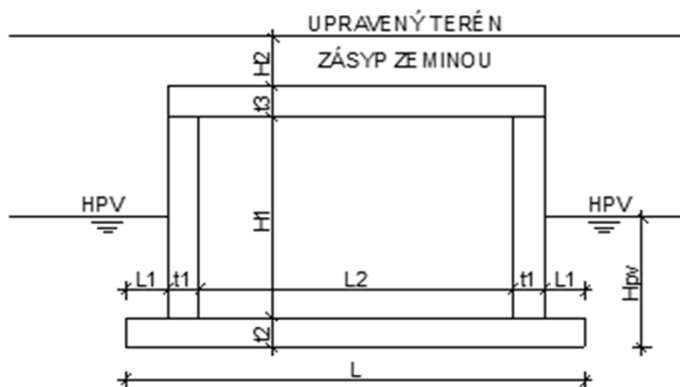
Stykování výztuže přesahem	$\alpha_6 = 1,5$	více jak 50% stykované výztuže
Návrhová délka přesahu	$l_0 = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} =$	800 mm
Minimální délka přesahu	$l_{0,min} > \max\{0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * \varnothing; 200 \text{ mm}\}$	

Vymezující ohybová štíhlost

Rozpětí	$L = 3,25$ m	$L/d = 15,93$
Účinná výška	$d = 0,204$ m	$f_{ck} = 25$ MPa
Součinitel tvaru průřezu	$K_{c1} = 1,00$	$A_{s,prov} = 5,65E-04 \text{ m}^2$
Součinitel závislý na rozpětí	$K_{c2} = 1,00$	$A_{s,req} = 4,42E-04 \text{ m}^2$
Součinitel napětí tahové výztuže	$K_{c3} = 1,28$	
Referenční stupeň vyztužení	$\rho_0 = 0,0050$	
Požadovaný stupeň vyztužení	$\rho = 0,0023$ 0,23%	Pro tahovou výztuž
Požadovaný stupeň vyztužení	$\rho' = 0,0000$	Pro tlak. výztuž - neuvažují
Součinitel nosného systému	$K = 1,5$	Vnitřní pole spojitého nosníku
pro $\rho \leq \rho_0$	$\lambda = K [11 + 1,5 * f_{ck}^{1/2} * \rho_0 / \rho + 3,2 * f_{ck}^{1/2} * (\rho_0 / \rho - 1)^{3/2}] =$	73,33
pro $\rho > \rho_0$	$\lambda = K [11 + 1,5 * f_{ck}^{1/2} * \rho_0 / (\rho - \rho') + 1/12 * f_{ck}^{1/2} * \rho' / \rho_0] =$	neplatí
	$\lambda_d = K_{c1} * K_{c1} * K_{c1} * \lambda = 93,73 \geq L/d = 15,93$	VYHOVUJE

STATICKÝ VÝPOČET
POSOUZENÍ PROTI VYPLAVÁNÍ
NEZASYPANÁ JÍMKA

Posouzení ŽB jímky - na vyplavání



ŽB jímka - bez zasypání

Geometrie, rozměry:

Zemina	H2 =	0,00	m
Voda	Hpv =	1,20	m
	H1 =	2,10	m
	L1 =	0,00	m
	L2 =	3,00	m
Stěna, tl.	t1 =	0,25	m
Dno, tl.	t2 =	0,25	m
Strop, tl.	t3 =	0,25	m
	$L = 2 \times (L1 + t1) + L2 =$	3,50	m
	ZŠ =	1,00	m

Zatížení zasypanou zeminou	$\gamma_z =$	19,00	kN/m ³
Objemová hmotost vody	$\gamma_{voda} =$	10,00	kN/m ³
Zatížení vlastní hmotností	$\gamma_{bet} =$	25,00	kN/m ³ (železobetonová stěna)

Součinitel zatížení - nepříznivý - vztlak vody	$\gamma_{Q, \text{nepřiz}} =$	1,50
Součinitel zatížení - příznivý - vlastní tíha, zemina	$\gamma_{G, \text{přiz}} =$	0,90

Výpočet vlastní hmotnosti ŽB jímky

Strop jímky	$G_{\text{strop}} = \gamma_{bet} * ZŠ * (t1 + L2 + t1) * t3 =$	21,88	kN
Stěny jímky	$G_{\text{stěny}} = \gamma_{bet} * ZŠ * t1 * H1 * 2 =$	26,25	kN
Dno jímky	$G_{\text{dno}} = \gamma_{bet} * ZŠ * L * t2 =$	21,88	kN
Vlastní hmotnost	$G_{\text{ŽB}} =$	70,00	kN

Výpočet hmotnosti násypu zeminy

Zemina nad stropem	$G_{\text{strop, z}} = \gamma_z * ZŠ * (t1 + L2 + t1) * H2 =$	0,00	kN
Zemina na přesahu	$G_{\text{přesah, z}} = \gamma_z * ZŠ * L1 * (t2 + H1 + t3 + H2) * 2 =$	0,00	kN
Hmotnost zeminy	$G_{\text{zemina}} =$	0,00	kN

Vztlak vody působící na celé dno ŽB jímky

Vodní vztlak	$Q_{\text{voda, vztlak}} = \gamma_{voda} * ZŠ * L * Hpv =$	42,00	kN
--------------	--	-------	----

Síly působící příznivě - vlastní hmotnost a násyp zeminy - návrhová

$G_d = \gamma_{G, \text{přiz}} * (G_{\text{ŽB}} + G_{\text{zemina}}) =$	0,9 * (70 + 0) =	63,00	kN
---	------------------	-------	----

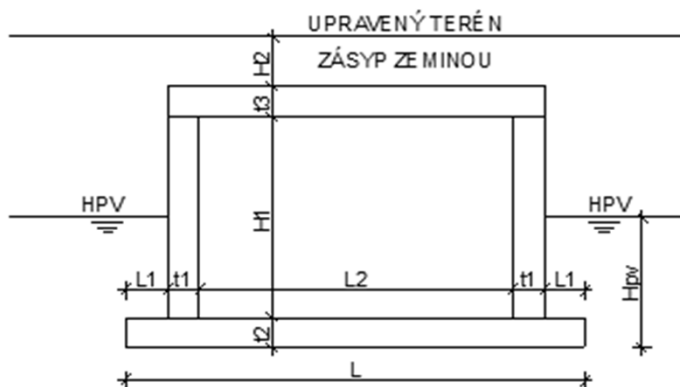
Síly působící nepříznivě - vtlak vody - návrhová

$Q_d = \gamma_{Q, \text{nepřiz}} * Q_{\text{voda, vztlak}} =$	1,5 * 42 =	63,00	kN
---	------------	-------	----

Posouzení: $Q_d = 63,00 \text{ kN} \leq G_d = 63,00 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**
PŘI NEZASYPANÉ NÁDRŽI MŮŽE HLADINA PODZEMNÍ VODY NASTOUPAT 1,20 m NAD ÚROVEŇ ZÁKLADOVÉ SPÁRY, ANIŽ BY DOŠLO K VYPLAVÁNÍ

STATICKÝ VÝPOČET
POSOUZENÍ PROTI VYPLAVÁNÍ
ZASYPANÁ JÍMKA

Posouzení ŽB jímky - na vyplavání



ŽB jímka - zasypána zeminou

Geometrie, rozměry:

Zemina	H2 =	1,15	m
Voda	Hpv =	2,50	m
	H1 =	2,10	m
	L1 =	0,00	m
	L2 =	3,00	m
Stěna, tl.	t1 =	0,25	m
Dno, tl.	t2 =	0,25	m
Strop, tl.	t3 =	0,25	m
	$L = 2 \times (L1 + t1) + L2 =$	3,50	m
	ZŠ =	1,00	m

Zatížení zasypanou zeminou	$\gamma_z =$	19,00	kN/m ³
Objemová hmotost vody	$\gamma_{voda} =$	10,00	kN/m ³
Zatížení vlastní hmotností	$\gamma_{bet} =$	25,00	kN/m ³ (železobetonová stěna)

Součinitel zatížení - nepříznivý - vztlak vody	$\gamma_{Q, \text{nepřiz}} =$	1,50
Součinitel zatížení - příznivý - vlastní tíha, zemina	$\gamma_{G, \text{přiz}} =$	0,90

Výpočet vlastní hmotnosti ŽB jímky

Strop jímky	$G_{\text{strop}} = \gamma_{bet} * ZŠ * (t1 + L2 + t1) * t3 =$	21,88	kN
Stěny jímky	$G_{\text{stěny}} = \gamma_{bet} * ZŠ * t1 * H1 * 2 =$	26,25	kN
Dno jímky	$G_{\text{dno}} = \gamma_{bet} * ZŠ * L * t2 =$	21,88	kN
Vlastní hmotnost	$G_{\text{ŽB}} =$	70,00	kN

Výpočet hmotnosti násypu zeminy

Zemina nad stropem	$G_{\text{strop, z}} = \gamma_z * ZŠ * (t1 + L2 + t1) * H2 =$	76,48	kN
Zemina na přesahu	$G_{\text{přesah, z}} = \gamma_z * ZŠ * L1 * (t2 + H1 + t3 + H2) * 2 =$	0,00	kN
Hmotnost zeminy	$G_{\text{zemina}} =$	76,48	kN

Vztlak vody působící na celé dno ŽB jímky

Vodní vztlak	$Q_{\text{voda, vztlak}} = \gamma_{voda} * ZŠ * L * Hpv =$	87,50	kN
--------------	--	-------	----

Síly působící příznivě - vlastní hmotnost a násyp zeminy - návrhová

$$G_d = \gamma_{G, \text{přiz}} * (G_{\text{ŽB}} + G_{\text{zemina}}) = 0,9 * (70 + 76,48) = 131,83 \text{ kN}$$

Síly působící nepříznivě - vtlak vody - návrhová

$$Q_d = \gamma_{Q, \text{nepřiz}} * Q_{\text{voda, vztlak}} = 1,5 * 87,5 = 131,25 \text{ kN}$$

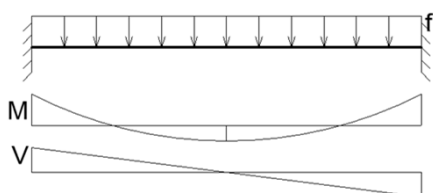
Posouzení: $Q_d = 131,25 \text{ kN} \leq G_d = 131,83 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**
PŘI ZASYPANÉ NÁDRŽI MŮŽE HLADINA PODZEMNÍ VODY NASTOUPAT 2,50 m NAD ÚROVEŇ ZÁKLADOVÉ SPÁRY, ANIŽ BY DOŠLO K VYPLAVÁNÍ

Posouzení ŽB desky

ŽB dno - na vztlak vody

	g_k [kN/m ²]	ZŠ [m]	g_k [kN/m]	γ_G, γ_Q	g_d [kN/m]	
vlastní hmotnost			6,25	1,35	8,44	
Vztlak vody	25,00	1,00	25,00	1,50	37,50	H = 2,5 m
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
		1,00	0,00		0,00	
			31,25	kN/m	45,94	kN/m

Statické schéma - spojitě zatížení



$$f_k = 31,25 \text{ kN/m}$$

$$f_d = 45,94 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rozpětí } L = 3,25 \text{ m}$$

$$V_{Ed(f)} = 1/2 * f_d * L = 74,65 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,f(L=0)} = 1/12 * f_d * L^2 = 40,43 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,f(L/2)} = 1/24 * f_d * L^2 = 20,22 \text{ kNm}$$

Posouzení ŽB desky

ŽB dno - na vztlak vody

Maximální ohybový moment k posouzení

$$|M_{Ed}|_{\max} = 40,43 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla k posouzení

$$|V_{Ed}|_{\max} = 74,65 \text{ kN}$$

Posouzení a návrh ŽB průřezu

$$\text{Rozpětí } L(\max) = 3,25 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = 74,65 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 40,43 \text{ kNm}$$

Beton C 25/30 $\gamma_c = 1,50$ $\alpha_c = 1,00$ (železobeton)

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \alpha_c * f_{ck} / \gamma_c = 1 * 25 / 1,5 = 16,67 \text{ MPa}$$

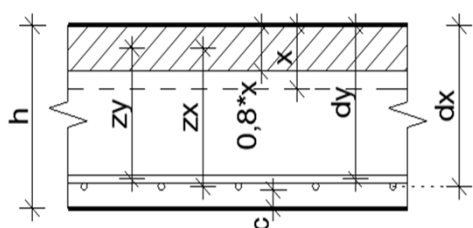
$$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa} \quad f_{ctd} = \alpha_c * f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 * 1,8 / 1,5 = 1,20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

Výztuž B 500B $\gamma_s = 1,15$ $E_s = 200 \text{ GPa}$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200 = 2,17 \text{ ‰}$$



Vyztužení

$$\begin{aligned} \text{Ø} &= 12 \text{ mm} & h &= 250 \text{ mm} \\ a &= 200 \text{ mm} & b &= 1000 \text{ mm} \\ A_s &= 565 \text{ mm}^2 & c &= 40 \text{ mm} \\ d &= h - c - 0,5\text{Ø} = 204 \text{ mm} \end{aligned}$$

$A_{s, \min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d =$	2,33E-04 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
$A_{s, \min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d =$	2,65E-04 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
$A_{s, \max} = 0,04 \cdot h \cdot b =$	1,00E-02 m ²	<u>VYHOVUJE</u>
Maximální vzdálenost výztuže $s_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 250 =$	500 ≤ 300 mm	<u>VYHOVUJE</u>
Min. světlá vzdálenost výztuže $s_{\min} \geq \max(1,5\phi; dg+5; 20 \text{ mm}) = \max(1,5 \cdot 12; 16+5; 20) =$	21 mm	

Posouzení ohybového momentu

Výška tlačené oblasti	$\lambda x = A_s \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	14,75 mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - 0,5 \cdot \lambda x =$	196,63 mm	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$
Moment únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z =$	48,34 kNm	
Posudek	$M_{Ed} = 40,43 \text{ kNm} \leq M_{Rd} =$	48,34 kNm	<u>VYHOVUJE</u>
Poloha neutrálné osy	$x = \lambda x / 0,8 =$	18,44 mm	
Poměrné přetvoření výztuže	$\varepsilon_s = (\varepsilon_{cu3}/x) \cdot (d-x) =$	35,23 ‰	<u>VYHOVUJE</u>
Mezní poměrné přetvoření	$\varepsilon_{yd} =$	2,17 ‰	

Posouzení smyku

Posouvající síla	$V_{Ed} =$	74,65 kN	
Vstupní parametry	$d =$	204 mm	$b = 1000 \text{ mm}$
	$A_{st} =$	5,65E-04 m ²	$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$
Návrhová únosnost ve smyku	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d =$	0,0929 MN	
Součinitel	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,5 =$	0,12	
Součinitel výšky	$k = 1 + (200/d)^{0,5} =$	1,99	Podmínka $k \leq 2,0$
Stupeň vyztužení	$\rho_l = A_{st}/(b \cdot d) =$	0,00277	Podmínka $\rho_l \leq 0,02$
Minimální smykové napětí	$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0,491 MPa	
Minimální smyková únosnost	$V_{Rd,c,\min} = v_{\min} \cdot b \cdot d =$	0,1002 MN	
Omezující podmínka smykové únosnosti	$V_{Rd,c,\min} \leq V_{Rd,c}$		
Podmínka	$V_{Ed} = 74,65 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,\min} =$	100,23 kN	

VYHOVUJE, NENÍ NUTNO NAVRHOVAT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh kotevní a stykovací délky

Kde uvažujeme	$\sigma_{sd} = f_{yd}$	Podmínky soudržnosti	Ostatní
Beton třídy	C 25/30	$\alpha = 58$	Pro $\varnothing < 32$ mm $\varnothing = 12$
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd} = \alpha * \varnothing =$	696	mm
Základní kotevní délka určena pomocí součinitele α uvedeného v literatuře.			

Vliv tvaru prutu	$\alpha_1 = 1,0$	přímé pruty
Vliv betonové krycí vrstvy	$\alpha_2 = 0,7625$	
Vliv příčné výztuže (nepřivařená)	$\alpha_3 = 1,0$	
Vliv příčné výztuže (přivařené)	$\alpha_4 = 1,0$	
Vliv příčného tlaku	$\alpha_5 = 1,0$	
Podmínka	$\alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_5 = 0,7625 \geq 0,7$	VYHOVUJE
Návrhová kotevní délka	$l_{bd} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} =$	550 mm
Minimální kotevní délka v tahu	$l_{b,min} > \max\{0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}\}$	

Stykování výztuže přesahem	$\alpha_6 = 1,5$	více jak 50% stykované výztuže
Návrhová délka přesahu	$l_0 = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} =$	800 mm
Minimální délka přesahu	$l_{0,min} > \max\{0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * \varnothing; 200 \text{ mm}\}$	

Vymezující ohybová štíhlost

Rozpětí	$L = 3,25$ m	$L/d = 15,93$
Účinná výška	$d = 0,204$ m	$f_{ck} = 25$ MPa
Součinitel tvaru průřezu	$K_{c1} = 1,00$	$A_{s,prov} = 5,65E-04 \text{ m}^2$
Součinitel závislý na rozpětí	$K_{c2} = 1,00$	$A_{s,req} = 4,73E-04 \text{ m}^2$
Součinitel napětí tahové výztuže	$K_{c3} = 1,20$	
Referenční stupeň vyztužení	$\rho_0 = 0,0050$	
Požadovaný stupeň vyztužení	$\rho = 0,0023$ 0,23%	Pro tahovou výztuž
Požadovaný stupeň vyztužení	$\rho' = 0,0000$	Pro tlak. výztuž - neuvažují
Součinitel nosného systému	$K = 1,5$	Vnitřní pole spojitého nosníku
pro $\rho \leq \rho_0$	$\lambda = K [11 + 1,5 * f_{ck}^{1/2} * \rho_0 / \rho + 3,2 * f_{ck}^{1/2} * (\rho_0 / \rho - 1)^{3/2}] =$	73,33
pro $\rho > \rho_0$	$\lambda = K [11 + 1,5 * f_{ck}^{1/2} * \rho_0 / (\rho - \rho') + 1/12 * f_{ck}^{1/2} * \rho' / \rho_0] =$	neplatí
	$\lambda_d = K_{c1} * K_{c1} * K_{c1} * \lambda = 87,67 \geq L/d = 15,93$	VYHOVUJE

KONEC STATICKÉHO VÝPOČTU

Vypracoval: Ing. Patrik Tmej