





HLAVNÍ PROJ. ZODP. PROJ., VYPRACOVAL		PROXIMA projekt, s.r.o.  Ing. M. Špička	 PROXIMA projekt, s.r.o, Kaštanová 34, 620 00 Brno IČ:28273231, DIČ:CZ28273231, Tel. : 604 349 357 web : www.proximaprojekt.cz	
Objednatel : Vodohospodářský atelier, s.r.o. Růženec 54, 644 00 Brno, IČ: 27724905, DIČ : CZ27724905				
STAVBA	Umístění : v k.ú. Dolní Nerestce		STUPEŇ	D.S.P.+D.P.S.
SUCHÁ RETENČNÍ NÁDRŽ N3 – BABOLKY SO 01 SUCHÁ RETENČNÍ NÁDRŽ N3			FORMÁT	A4
			DATUM	05/2022
			Č. AKCE	064–2022
			ČÍSLO PARÉ	
STATICKÝ VÝPOČET				

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 1 (28)





POUŽITÁ LITERATURA, SOFTWARE :

Seznam použitých podkladů

ČSN EN 1990 ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ KONSTRUKCÍ

ČSN EN 1991-1-1 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCÍ - ČÁST 1-1: OBECNÁ ZATÍŽENÍ - OBJEMOVÉ TÍHY, VLASTNÍ TÍHA A UŽITNÁ ZATÍŽENÍ POZEMNÍCH STAVEB

EUROKÓD 2 – NAVRHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

ČSN EN 1997-1 EUROKÓD 7: NAVRHOVÁNÍ GEOTECHNICKÝCH KONSTRUKCÍ – ČÁST 1-1: OBECNÁ PRAVIDLA

ČSN EN 206-1 BETON – ČÁST 1: SPECIFIKACE, VLASTNOSTI VÝROBA A SHODA

ZATÍŽENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, PŘÍRUČKA K ČSN EN 1991 – HOLICKÝ, MARKOVÁ, SÝKORA

STATICKÉ TABULKY

PŘÍRUČKA PRO STAVEBNÍ INŽENÝRY 1÷4

TECHNICKÝ PRŮVODCE 4

ING. ST. NOVÁK – STAVITELSKÁ STATIKA

ING. BAŽANT – ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

BAŽANT – STAVEBNÁ MECHANIKA 1÷3

ING. BRADÁČ – ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

ZAKLADANIE STAVIEB – P. TURČEK, J. HULLA

ING. S. KRISTKOVÁ – ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ – HOLICKÝ, MARKOVÁ

NAVRHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ, PŘÍRUČKA K ČSN EN 1992-1-1 A ČSN EN 1992-1-2

NAVRHOVÁNÍ SPŘAŽENÝCH OCELOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ, PŘÍRUČKA K ČSN EN 1994-1-1 – STUDNIČKA

SOFTWARE GEO verze 2017 od společnosti FINE, spol. s r.o.

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 2 (28)





Objednatel :

Vodohospodářský atelier, s.r.o.

Růženec 54, 644 00 Brno, IČ: 27724905, DIČ : CZ27724905

Kontakt : Ing. Vítězslav Hráček, mail : hracek@vha.cz, mobil: 603 233 992

1.1 Zpracovatel projektové dokumentace



Kaštanová 489/34

620 00, Brno – Brněnské Ivanovice

IČ : 28273231, DIČ : CZ28273231

Bankovní spojení : 219593875 / 0300

mail : spicka@proximaprojekt.cz

web : www.proximaprojekt.cz

Zodpovědná osoba : Ing. Martin Špička

Tel.: +420 604 349 357

Autorizace : 1004084 – Statika a dynamika staveb, Geotechnika

autorizace v oboru statika a dynamika staveb, č. 29191, v oboru geotechnika, č. 26129

živnostenské oprávnění: Živnostenský list čj. ZUMB/4863/2008/Bal/4 Projektová činnost ve výstavbě

1.2 Zadání statického výpočtu

- Výpočet výslednice sil na sdružený objekt (posouzení vztlaku).
- Výpočet stability opěrných zdí vývaru (čelní výust).
- Výpočet dimenzí hlavních nosných prvků lávky.
- Statika štol - na pojezd vozidel po koruně hráze.

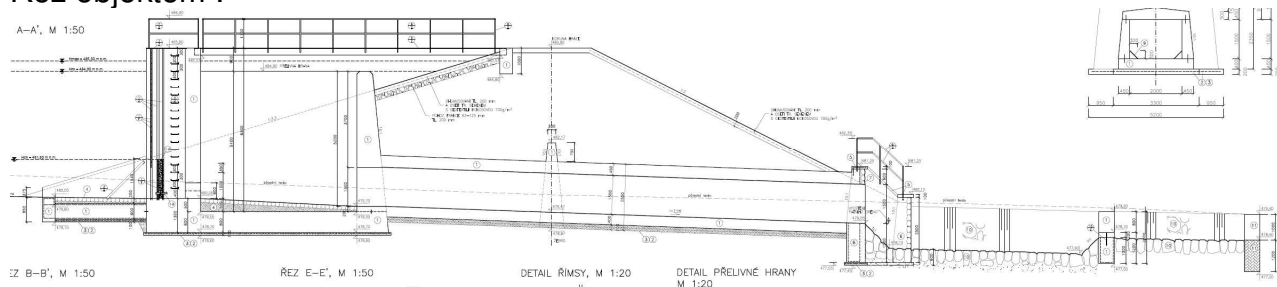
Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 3 (28)

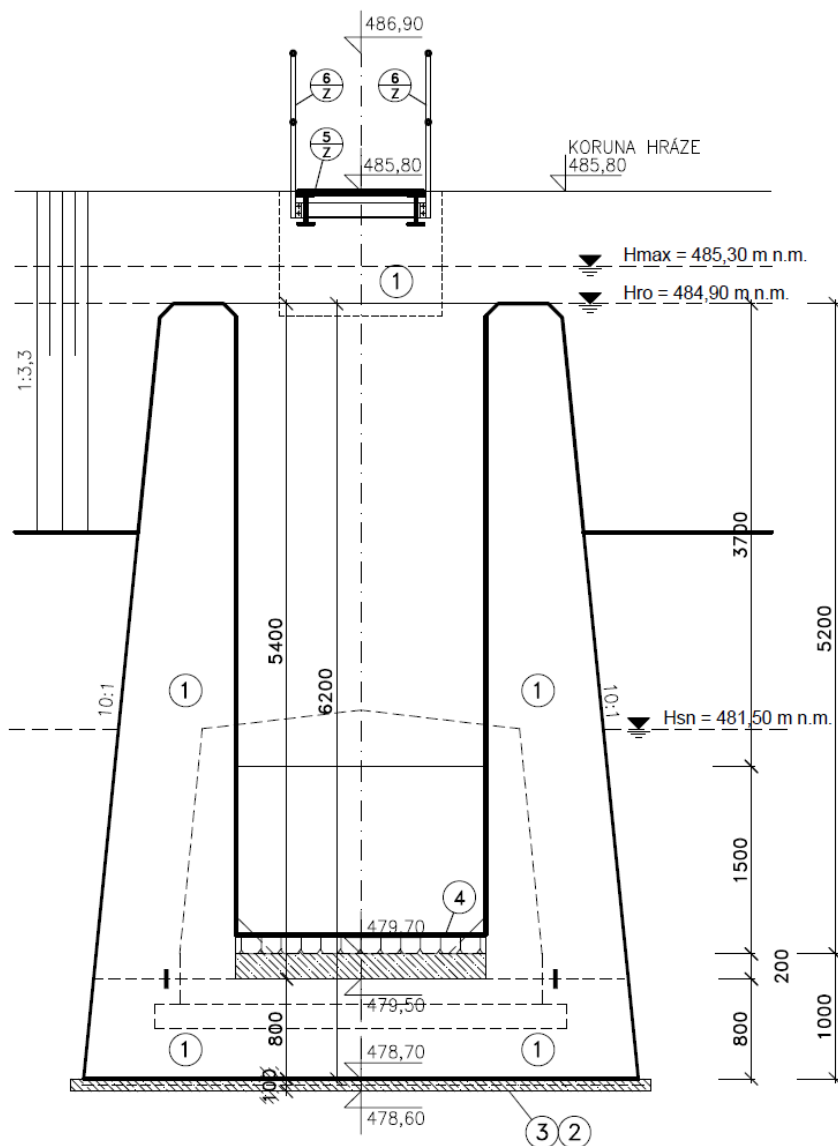


a) Výpočet výslednice sil na sdružený objekt (posouzení vztlaku).

Řez objektem :



Řez nátokovým objektem :



Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 4 (28)





Plocha stěny v řezu ... $5.20 \times 0.65 \times 2 + 4.4 \times 0.8 = 10.28 \text{ m}^2$

Celková délka stěn ... $8.44 \times 2 + 3.2 + 2 \times 0.75 = 13.14 \text{ m}$

Tíha stěn ... $10.28 \times 13.14 \times 25 = 3376.98 \text{ kN}$

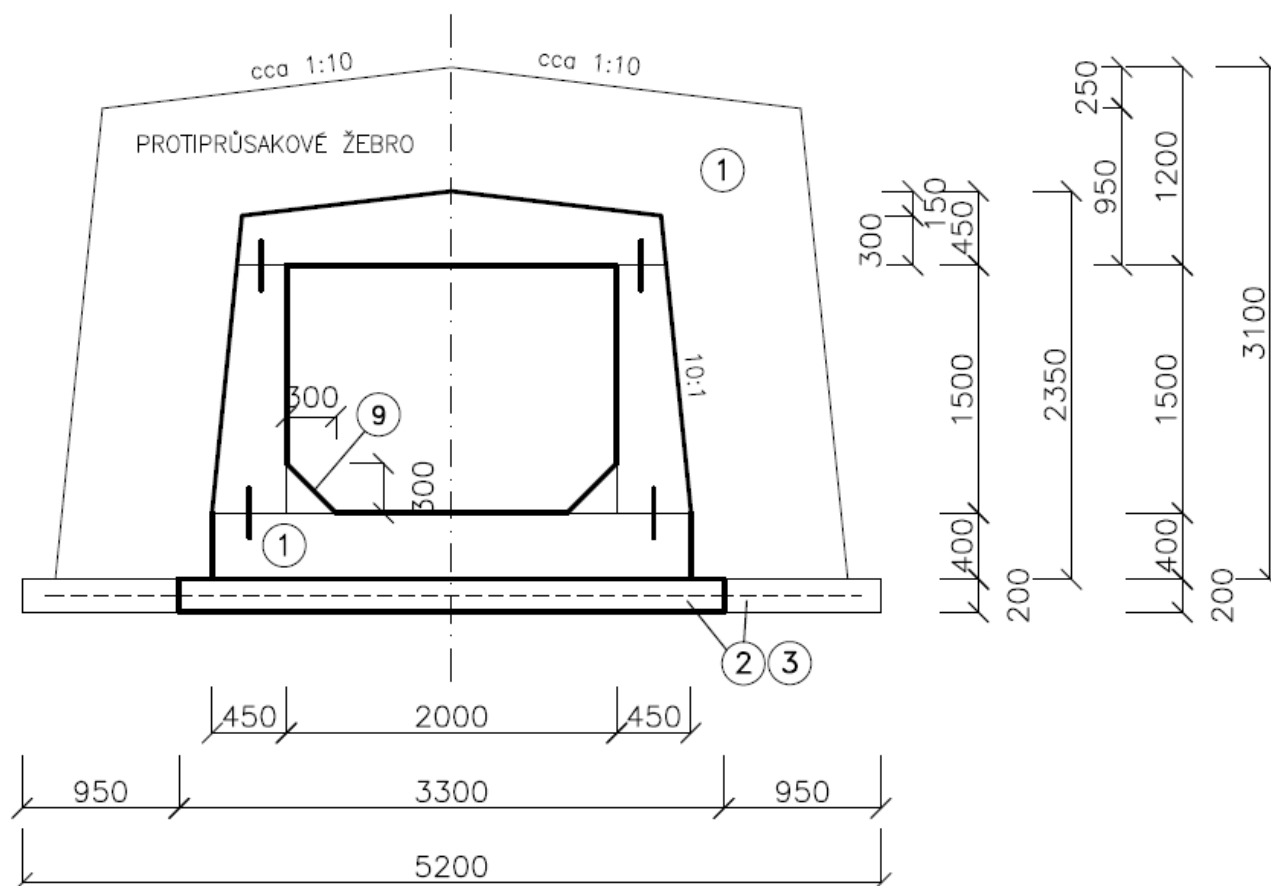
Plocha základové desky ... $4.4 \times 8.44 = 37.1 \text{ m}^2$

Vztlak vody při $H_{\max} = 485.30 \text{ m. n. m.} = 478.70 = 6.6 \text{ m}$:

$6.6 \times 10 \times 37.1 \times 10 = 2448.6 \text{ kN}$

$s = 3376.98 / 2448.6 = 1.37 > 1.20 \dots$ **VYHOVUJE.**

Řez štolou :



Plocha ŽB konstrukcí štol v řezu ... $2.35 \times 0.45 \times 2 + 2.0 \times 0.40 \times 2 = 3.71 \text{ m}^2$

Celková délka štol ... 17.83 m

Tíha ŽB konstrukcí štol ... $17.83 \times 3.71 \times 25 = 1653.7 \text{ kN}$

Tíha zemního masívu na štole ... $44.6 \times 18 = 802.8 \text{ kN}$

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 5 (28)





Vztlak vody při $H_{\max} = 485.30$ m. n m. :

$2.9 \times 17.83 \times 1.10 \times 10 = 568.8$ kN

Při hladině o výšce 485.30 m. n m. je ve štole výška vodního sloupce 0.70m.

$s = (1653.7 + 802.8) / 568.8 = 4.31 > 1.20 \dots$ **VYHOVUJE.**

Bezpečnost proti vyplavení sdruženého objektu je vyhovující i při zanedbání tření mezi stěnami o okolním zemním masívem.

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 6 (28)





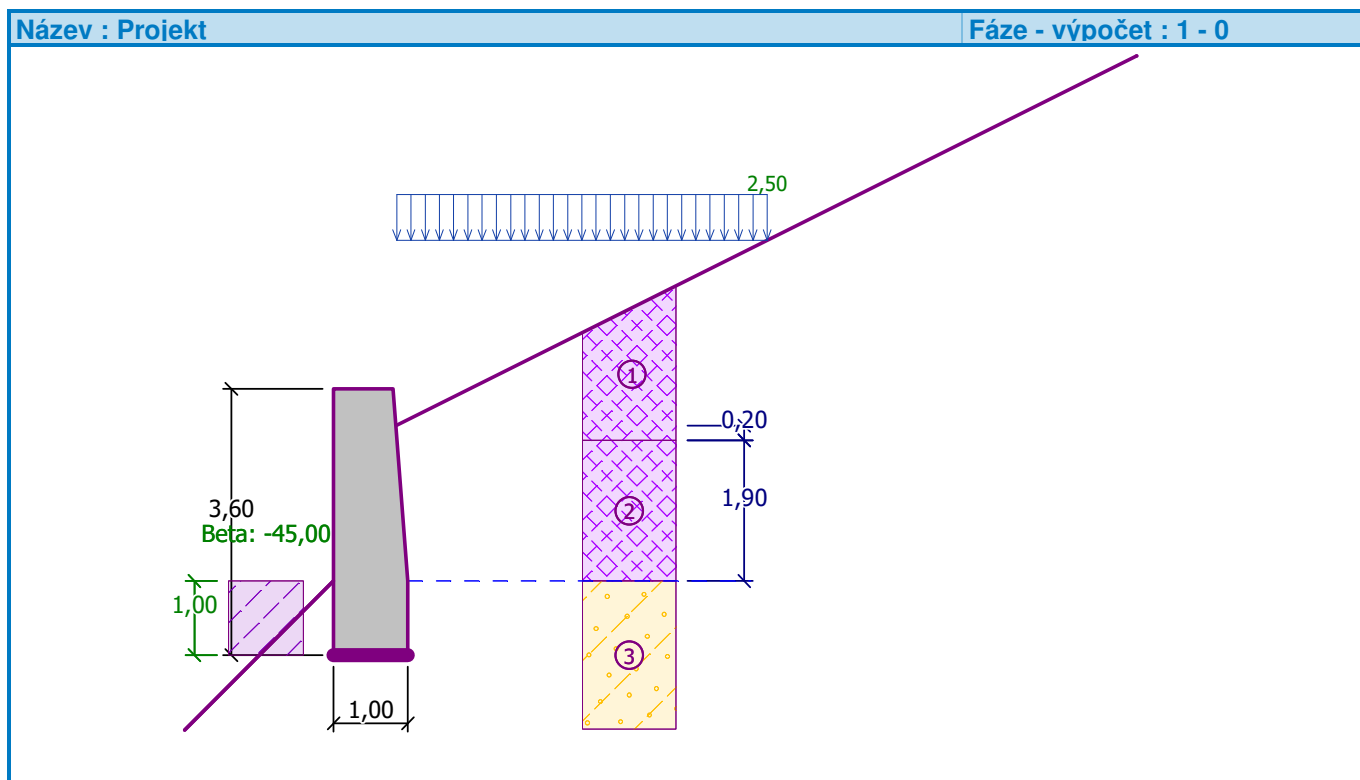
b) Výpočet stability opěrných zdí vývaru.

Výpočet tížné zdi

Vstupní data

Projekt

Akce : KRAJINOTVORNÁ NÁDRŽ SRN3 - Babolky
 Část : SO 01 VODNÍ NÁDRŽ
 Popis : Výpočet opěrných stěn
 Odběratel : Vodohospodářský atelier, s.r.o.
 Vypracoval : PROXIMA projekt, a.r.o.
 Datum : 11.10.2021
 Číslo zakázky : 136-2021
 Archivní číslo : 136-2021



Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
 Zděná (kamenná) zeď : EN 1996-1-1 (EC6)

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
 Statický výpočet





Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Dovolená excentricita : 0,333
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$

Ocel podélná : 10505 (R)

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	-0,04	-0,50
2	0,16	2,10
3	0,16	3,10
4	-0,84	3,10
5	-0,84	2,29
6	-0,84	-0,50

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 3,35 m².

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet







Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Ornice		15,00	3,00	18,00	9,00	5,00
2	Třída F6 CI		18,00	10,00	21,00	11,20	13,00
3	Třída S4		24,00	6,00	18,00	8,00	14,00
4	Kameny kladené do betonu		45,00	40,00	22,00	12,00	15,00
5	Násyp hráze		25,00	12,00	19,00	9,02	13,00

Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Ornice		soudržná	-	0,42	-	-
2	Třída F6 CI		soudržná	-	0,40	-	-
3	Třída S4		soudržná	-	0,30	-	-
4	Kameny kladené do betonu		soudržná	-	0,25	-	-
5	Násyp hráze		soudržná	-	0,40	-	-

Parametry zemín

Ornice

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : $\nu = 0,42$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 3,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel ke-zemina : $\delta = 5,00^\circ$
 Zemina : soudržná
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F6 CI

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : $\nu = 0,40$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 18,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 13,00^\circ$
 Zemina : soudržná
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,20 \text{ kN/m}^3$

Třída S4

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 24,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 6,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 14,00^\circ$
 Zemina : soudržná
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Kameny kladené do betonu

Objemová tíha : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 45,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 40,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 15,00^\circ$
 Zemina : soudržná
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Násyp hráze

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 25,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 13,00^\circ$
 Zemina : soudržná
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,02 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,20	Násyp hráze	
2	1,90	Násyp hráze	
3	-	Třída S4	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
 Statický výpočet

Stránka 10 (28)





Tvar terénu

Hloubka terénu pod horní hranou konstrukce $h = 0,50$ m.

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	10,00	-5,00
3	11,00	-5,00

Počátek [0,0] je v umístěn v pravém horním rohu konstrukce.
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2,10 m
Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	2,50		0,01	5,00	na terénu

Číslo	Název
1	Užitné

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 1/2 pas., 1/2 v klidu

Zemina na líci konstrukce - Kameny kladené do betonu

Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0,00^\circ$

Výška zeminy před zdí $h = 1,00$ m

Sklon zeminy před zdí $\beta = -45,00^\circ$

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,73	76,95	0,47	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-61,63	-0,47	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Aktivní tlak	49,56	-0,75	13,27	0,99	1,350	1,350	1,000
Tlak vody	5,00	-0,33	0,00	0,84	1,350	1,350	1,000
Vztlak vody	0,00	-3,10	0,00	0,84	1,000	1,000	1,000
Užitné	2,60	-1,13	1,02	0,94	1,500	1,500	1,500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlpení

Moment vzdorující $M_{res} = 39,37$ kNm/m

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





Moment klopící $M_{ovr} = 27,75 \text{ kNm/m}$

Zed' na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

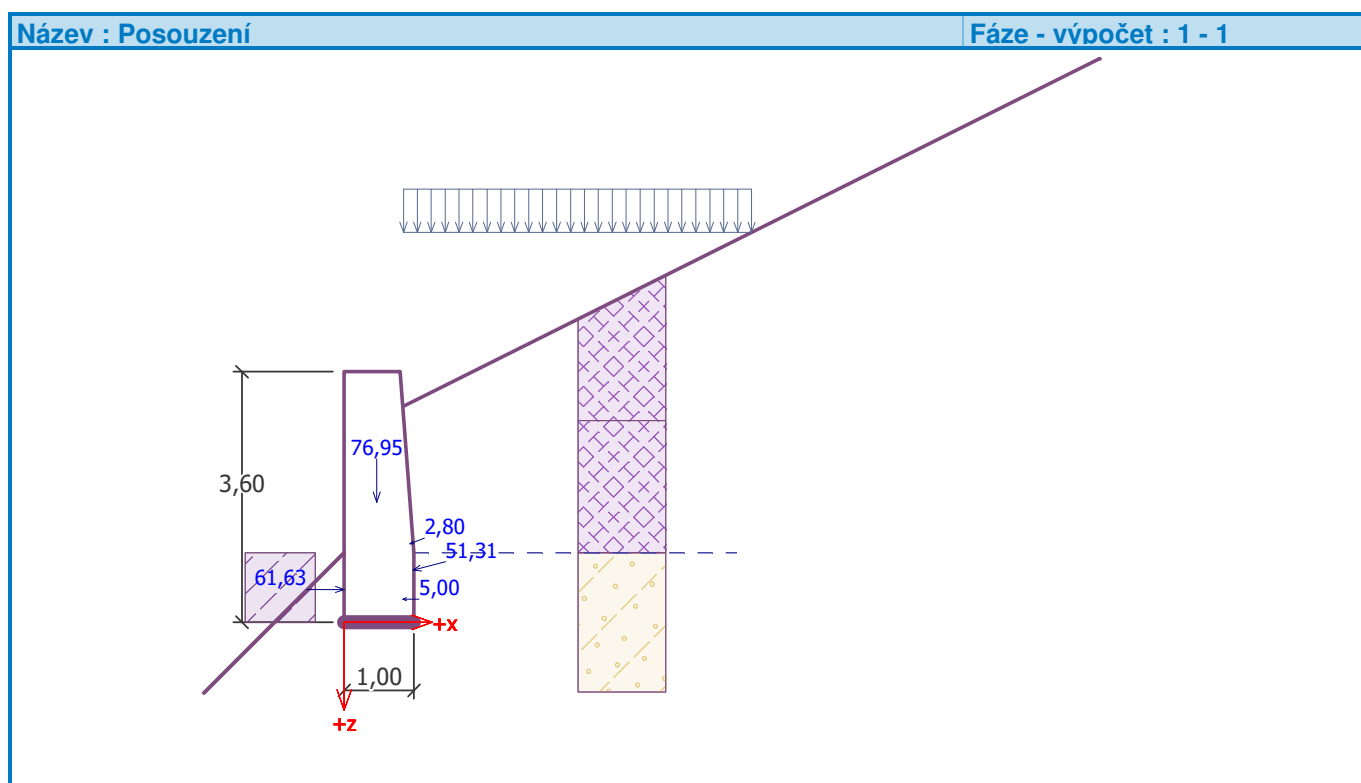
Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 42,11 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující $H_{act} = 15,94 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 169,74 kPa



Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	10,49	118,67	-3,16	0,088	143,88
2	20,90	96,38	15,94	0,217	169,74

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	8,34	91,23	-4,46

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 12 (28)





Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 0,217$

Maximální dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Návrhová únosnost základové půdy $R = 260,00 \text{ kPa}$

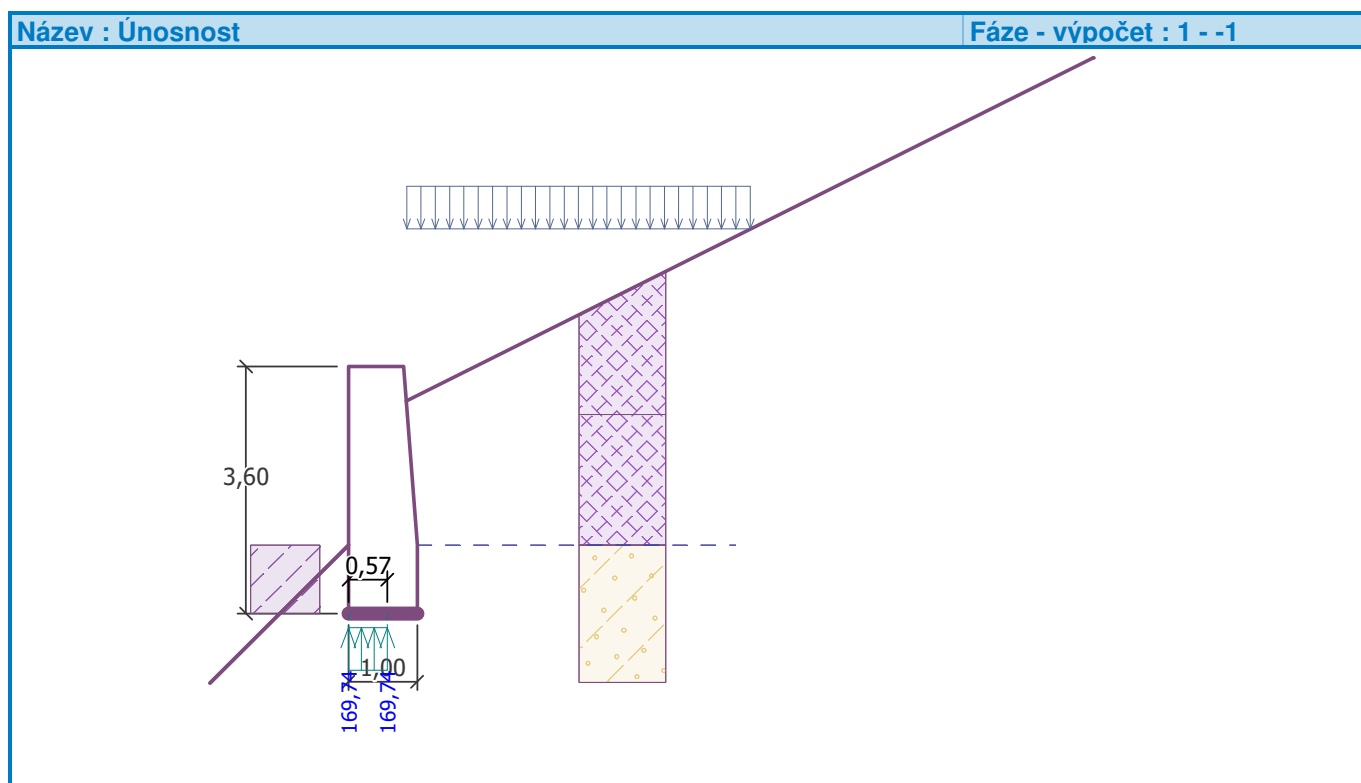
Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 169,74 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy $R_d = 185,71 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE



Dimenzace čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-1,25	53,88	0,45	1,350	1,350	1,000
Aktivní tlak	14,16	-0,42	4,44	0,97	1,350	1,350	1,350

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 13 (28)





Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tlak vody	0,00	-2,10	0,00	0,84	1,000	1,000	1,000
Užitné	1,43	-0,64	0,72	0,92	1,500	1,500	1,500

Posouzení zdi v pracovní spáře 2,10 m od koruny zdi

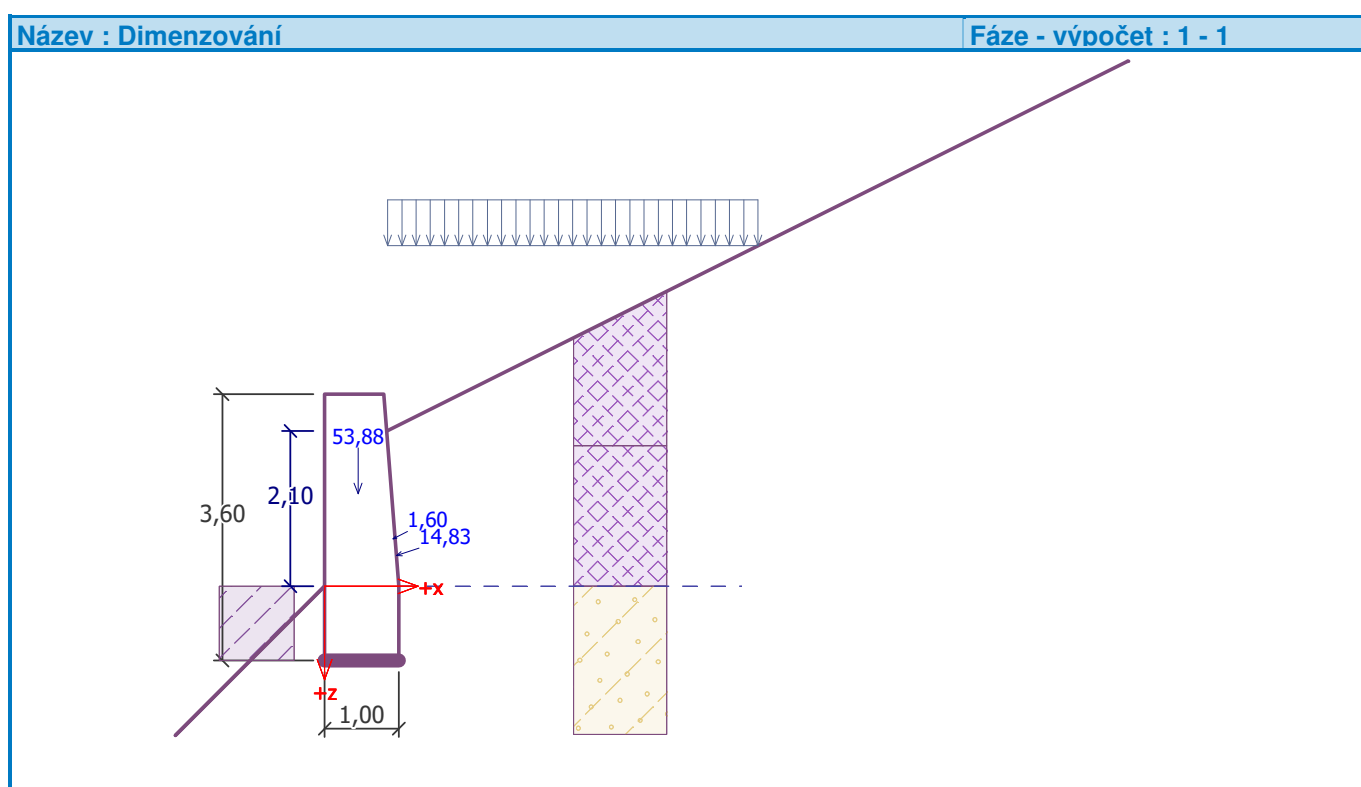
Výška průřezu $h = 1,00$ m

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 748,95$ kN/m $> 21,25$ kN/m $= V_{Ed}$

Tlaková síla na mezi únosnosti $N_{Rd} = 12158,88$ kN/m $> 79,81$ kN/m $= N_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 39,77$ kNm/m $> 9,64$ kNm/m $= M_{Ed}$

Únosnost průřezu VYHOVUJE



Výpočet stability svahu

Vstupní data

Projekt

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 14 (28)





Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše :	$\gamma_{Rs} =$	1,10 [-]	

Rozhraní

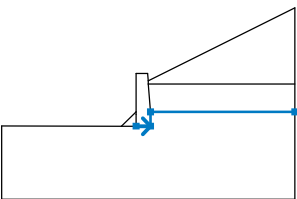
Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10,00	476,91	-1,84	476,90	-0,84	477,90
		-0,84	480,50	-0,04	480,50	0,00	480,00
		10,00	485,00				
2		0,00	480,00	0,02	479,80	10,00	479,80
3		0,02	479,80	0,16	477,90		
4		-1,84	476,90	-0,84	476,90	-0,84	477,71
		-0,84	477,90				

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





Stránka 15 (28)





Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
5		-0,84	476,90	0,16	476,90	0,16	477,90
		10,00	477,90				

Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Ornice		15,00	3,00	18,00
2	Třída F6 CI		18,00	10,00	21,00
3	Třída S4		24,00	6,00	18,00
4	Kameny kladené do betonu		45,00	40,00	22,00
5	Násyp hráze		25,00	12,00	19,00

Parametry zemin - vztlak


Číslo	Název	Vzorek	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Ornice		19,00		
2	Třída F6 CI		21,20		
3	Třída S4		18,00		
4	Kameny kladené do betonu		22,00		

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 16 (28)





Číslo	Název	Vzorek	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
5	Násyp hráze		19,02		

Parametry zemín

Ornice

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 15,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 3,00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F6 CI

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 18,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 10,00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,20 \text{ kN/m}^3$

Třída S4

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 24,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 6,00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Kameny kladené do betonu

Objemová tíha : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 45,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 40,00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Násyp hráze

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 25,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,02 \text{ kN/m}^3$

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
 Statický výpočet

Stránka 17 (28)





Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]
1	Materiál zdi		23,00

Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0,02	479,80	10,00	479,80	Násyp hráze
		10,00	485,00	0,00	480,00	
2		10,00	477,90	10,00	479,80	Násyp hráze
		0,02	479,80	0,16	477,90	
3		0,16	476,90	0,16	477,90	Materiál zdi
		0,02	479,80	0,00	480,00	
		-0,04	480,50	-0,84	480,50	
		-0,84	477,90	-0,84	477,71	
		-0,84	476,90			

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 18 (28)





Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
4		-0,84	476,90	-0,84	477,71	Kameny kladené do betonu
		-0,84	477,90	-1,84	476,90	
5		0,16	477,90	0,16	476,90	Třída S4
		-0,84	476,90	-1,84	476,90	
		-10,00	476,91	-10,00	471,90	
		10,00	471,90	10,00	477,90	

Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost		
								q, q ₁ , f, F	q ₂	jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 0,01	l = 5,00		0,00	2,50		kN/m ²

Název přetížení

Číslo	Název
1	Užitné

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10,00	476,90	0,16	476,90	0,16	477,90
		10,00	477,90				

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 19 (28)





Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

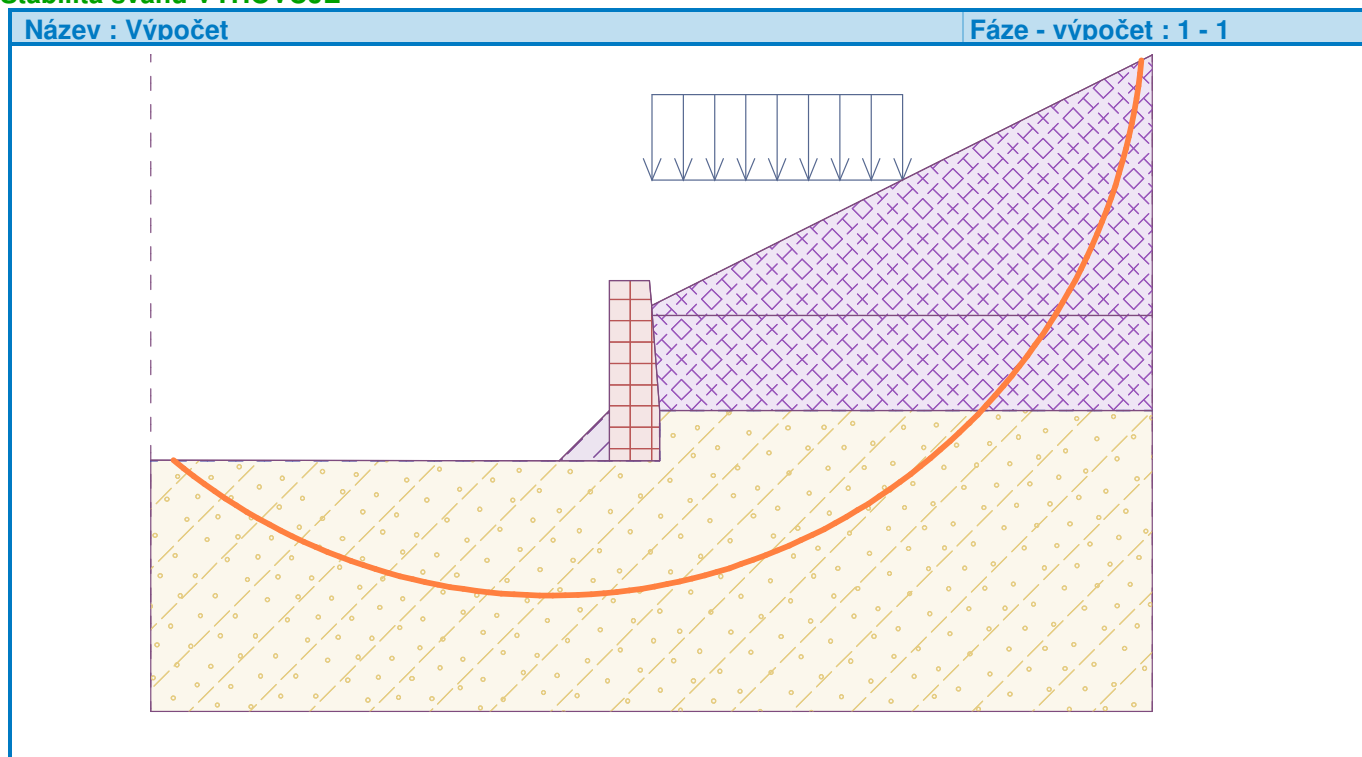
Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-2,01 [m]	Úhly :	α_1 =	-39,45 [°]
	z =	486,06 [m]		α_2 =	84,34 [°]
Poloměr :	R =	11,85 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

Posouzení stability svahu (Morgenstern-Price)

Využití : 98,8 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



Opěrné stěny budou kluzně kotveny smykovými trny průměru 20mm a' 400mm do navazující štoly. Trny budou použity nerezavějící.

Základové spáry opěrných stěn budou upraveny pomocí hutněných násypů z HDK 0÷63mm výšky 200mm hutněné na $M_{vd} = 40$ MPa.

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 20 (28)





c) Výpočet dimenzí hlavních nosných prvků lávky Z/5.

Zatížení

Vlastní váha ... 0.3 kN/m'

Stálé :

Zábradlí, rozpěrné profily, pororošty ... $1.0 \times 1.05 / 2 = 0.53$ kN/m'

Proměnné :

Sníh ... $1.0 \times 1.05 / 2 = 0.53$ kN/m'

Užitné ... $4.0 \times 1.05 / 2 = 2.10$ kN/m²

Hlavní ocelové nosníky UE 180mm :

$q = (0.3 + 0.53) \times 1.35 + (0.53 + 2.10) \times 1.5 = 5.07$ kN/m'

$M_{Ed} = 1/12 \times 5.07 \times 6.0^2 = 15.21$ kNm

$\sigma = 15.21 / (214 \times 10^{-6}) = 71\,075$ kPa < 213 000 kPa ... **VYHOVUJE I č. 200mm.**

Lávka bude podepřena na stěně nátokového objektu dvěma sloupky TR. 89/5mm.

Sloupky TR. 89/5mm :

$F = 6.0 \times 5.07 = 30.4$ kN

$N_{b,Rd} = 0.903 \times 1320 \times 10^{-6} \times 235 \times 10^3 / 1.1$

$\lambda = L_y / i_y = 1.1 / 0.0298 = 36.9$

$\underline{\lambda} = 36.9 / 93.9 = 0.39 \Rightarrow X = 0.903$

$N_{b,Rd} = 254$ kN > 30.4 kN ... **VYHOVUJE TR. 89/5.0mm.**

Lávka bude v příčném i podélném směru ztužena pomocí L 60/60/6mm křížem v každém poli mezi příčníky I č. 140mm a' max. 1.20m.

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 21 (28)





d) Statika štoly - na pojezd vozidel po koruně hráze

Zatížení

Vlastní váha stropní desky ... $0.40 \times 25 = 10 \text{ kN/m}^2$

Stálé :

Zemní masív ... $4.0 \times 22 = 88 \text{ kN/m}^2$

Proměnné :

Sníh ... 1.5 kN/m^2

Užitné pojezdem ... 10.0 kN/m^2

$$q = (10.0 + 88) \times 1.35 + (1.5 + 10.0) \times 1.5 = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 1/12 \times 150 \times 2.45^2 = 74.81 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1/2 \times 150 \times 2.45 = 183.8 \text{ kNm}$$

Projekt

Datum : 31.05.2022

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko.**

Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$

Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$

Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$

Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$

Modul pružnosti betonu : $\gamma_{CE} = 1,200$

Tlaková pevnost betonu : $\alpha_{cc} = 1,000$

Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

1 Štola

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF4, XA1

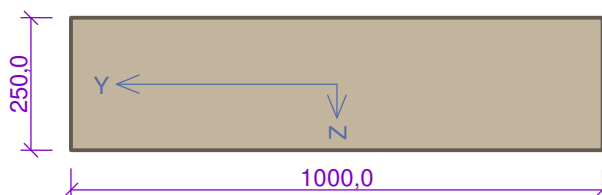
Délka dílce: 6,30m

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 22 (28)



Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,9$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: 10505 (R)B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: 10505 (R)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

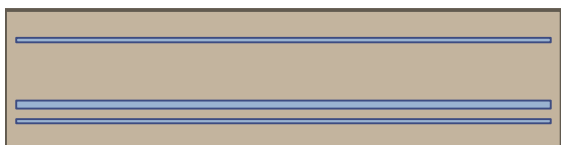
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	74,81	0,00	183,80	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	74,81	0,00	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8	50,0	horní výztuž
7,143	14	73,0	dolní výztuž
10	8	46,0	dolní výztuž



10x8(po 100,0mm) kr. 50,0

7,143x14(po 140,0mm) kr. 80,0
10x8(po 100,0mm) kr. 50,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	54,0	196,0	8
2	946,0	196,0	8
3	153,1	196,0	8
4	846,9	196,0	8
5	252,2	196,0	8
6	747,8	196,0	8
7	351,3	196,0	8
8	648,7	196,0	8
9	450,4	196,0	8
10	549,6	196,0	8
11	57,0	80,0	14

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
12	943,0	80,0	14
13	201,2	80,0	14
14	798,8	80,0	14
15	345,5	80,0	14
16	654,5	80,0	14
17	488,0	80,0	10,58301
18	512,0	80,0	10,58301
19	54,0	50,0	8
20	946,0	50,0	8
21	153,1	50,0	8
22	846,9	50,0	8
23	252,2	50,0	8
24	747,8	50,0	8
25	351,3	50,0	8
26	648,7	50,0	8
27	450,4	50,0	8
28	549,6	50,0	8

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlacenou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Ohyby svislé

Profil: 10 mm; Počet: 7,14; Sklon: 45,00 °; Vzdálenost: 140,0 mm

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(14; 30; 10) = 30 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 263 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 123,8 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 1,35 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,9 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 2,50 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová (MSÚ)

$N=0,00\text{kN}; M_y=74,81\text{kNm}; M_z=0,00\text{kNm}; V_y=183,80\text{kN}; V_z=0,00\text{kN}; T=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,602 / (1\,000 \times 179,4) = 0,00893$

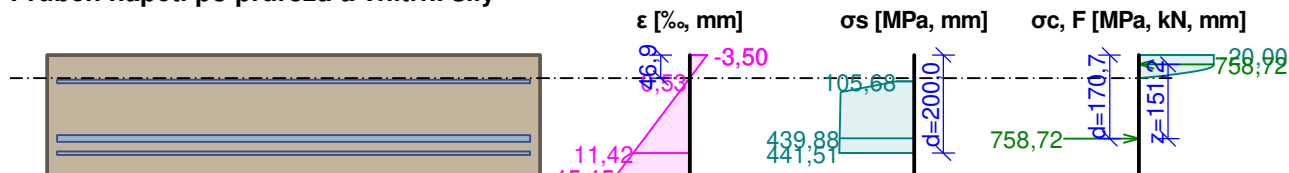
Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





$$\begin{aligned}\rho_s &= A_s / A_c = 2\,105 / 250 \cdot 10^3 = 0,00842 \\ \rho_{s,min} &= \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151 \\ \rho_{s,t,CSN} &= A_{s,t} / A_c = 1\,602 / 250 \cdot 10^3 = 0,00641 \\ \rho_{s,min,CSN} &= \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018 \\ \rho_{s,t} &= 0,00893 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \\ \rho_{s,t,CSN} &= 0,00641 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje} \\ \rho_s &= 0,00842 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}\end{aligned}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu:	-3,50 ‰
Největší deformace v betonu:	15,15 ‰
Nejmenší deformace ve výztuži:	0,53 ‰
Největší deformace ve výztuži:	11,42 ‰
Směr neutrálné osy:	0,00 °
Výška tlačené části průřezu:	x = 46,9 mm
Efektivní výška průřezu:	d = 200,0 mm

$$\xi = 0,23 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 74,81 \leq M_{Rdy} = 114,68 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 65,2 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_w = A_{sw} / b_w / s / \sin(0,785) = 560,8 / 1\,000 / 140 / \sin(0,785) = 0,00566$$

$$\rho_{w,min} = 80 \times \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 80 \times \sqrt{30} / 500 = 0,000876$$

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00566 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost ohybů } s_{b,max} = 196,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Použit model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály : $\theta = 21,8^\circ$

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 179,4)}; 2) = \min(2,056; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(1\,602 / (1\,000 \times 179,4); 0,02) = \min(0,00893; 0,02) = 0,00893$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 2^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,542 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times 3\sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times 3\sqrt{(100 \times 0,00893 \times 30)}; 0,542) \times 1\,000 \times 179,4 = 128,8 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times (\cot \theta + \cot \alpha) \times \sin \alpha = 560,8 / 140 \times 151,2 \times 434,8 \times (2,5 + 1) \times 0,707 = 651,5 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} \times (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot \theta^2) = 1 \times 1\,000 \times 151,2 \times 0,528 \times 20 \times (2,5 + 1) / (1 + 2,5^2) = 770,6 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(128,8; \min(770,6; 651,5)) = \max(128,8; 651,5) = 651,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 183,8 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 651,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 28,2 %

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

2: Zat. případ 2 - kvazistálá (MSP)

$$N=0,00\text{kN}; M_y=74,81\text{kNm}; M_z=0,00\text{kNm}$$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 263,10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

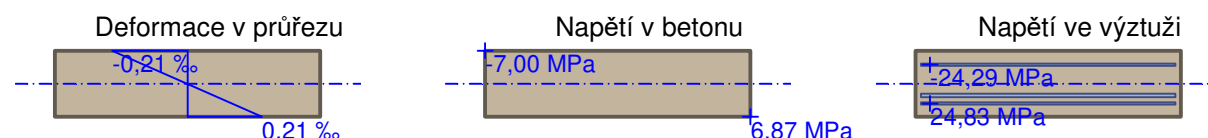
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 123,8 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 1,35,10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,9,10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 2,50,10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 63\,106 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

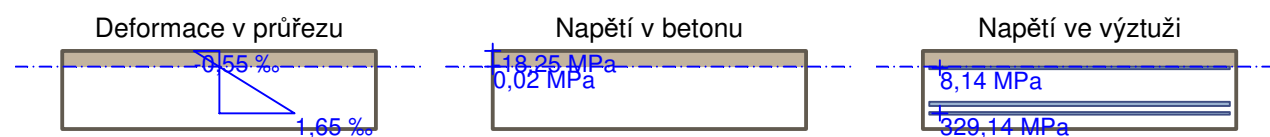
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 199,7 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 206,10^6 \text{ mm}^4; I_z = 5,27,10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = -157,10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Trhliny jsou počítány pouze při horním/spodním povrchu průřezu.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0016 / 0,125 = 0,0128$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200,10^3 / 33\,000 = 6,061$$

$$\epsilon_s - \epsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 283,9 / 200,10^3; [283,9 - 0,4 \times 2,9 / 0,0128 \times (1 + 6,061 \times 0,0128)] / 200,10^3) = \max(0,000852; 0,000932) = 0,000932$$

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 46)^{0,667}; 3,4) = \min(2,264; 3,4) = 2,264$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 2,264 \times 46 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 10,11 / 0,0128 = 238,2 \text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000932 \times 238,2 = 0,222 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,300mm (Prostředí - XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XD3, XS1, XS2 nebo XS3)

Výška tlačené části průřezu: $h=50,3\text{mm}$

Využití průřezu: 74,0 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00893 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00641 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00842 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00566 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost ohybů } s_{b,max} = 196,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	74,81	0,00	183,80	0,00	65,2	Vyhovuje
		0,00	114,68	0,00	651,49	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 65,2 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
2	Zat. případ 2	0,00	74,81	0,00	$932 \cdot 10^{-6}$	0,238	0,222	74,0	Vyhovuje
	Maximální povolená šířka w_{max}						0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 74,0 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 74,0 %

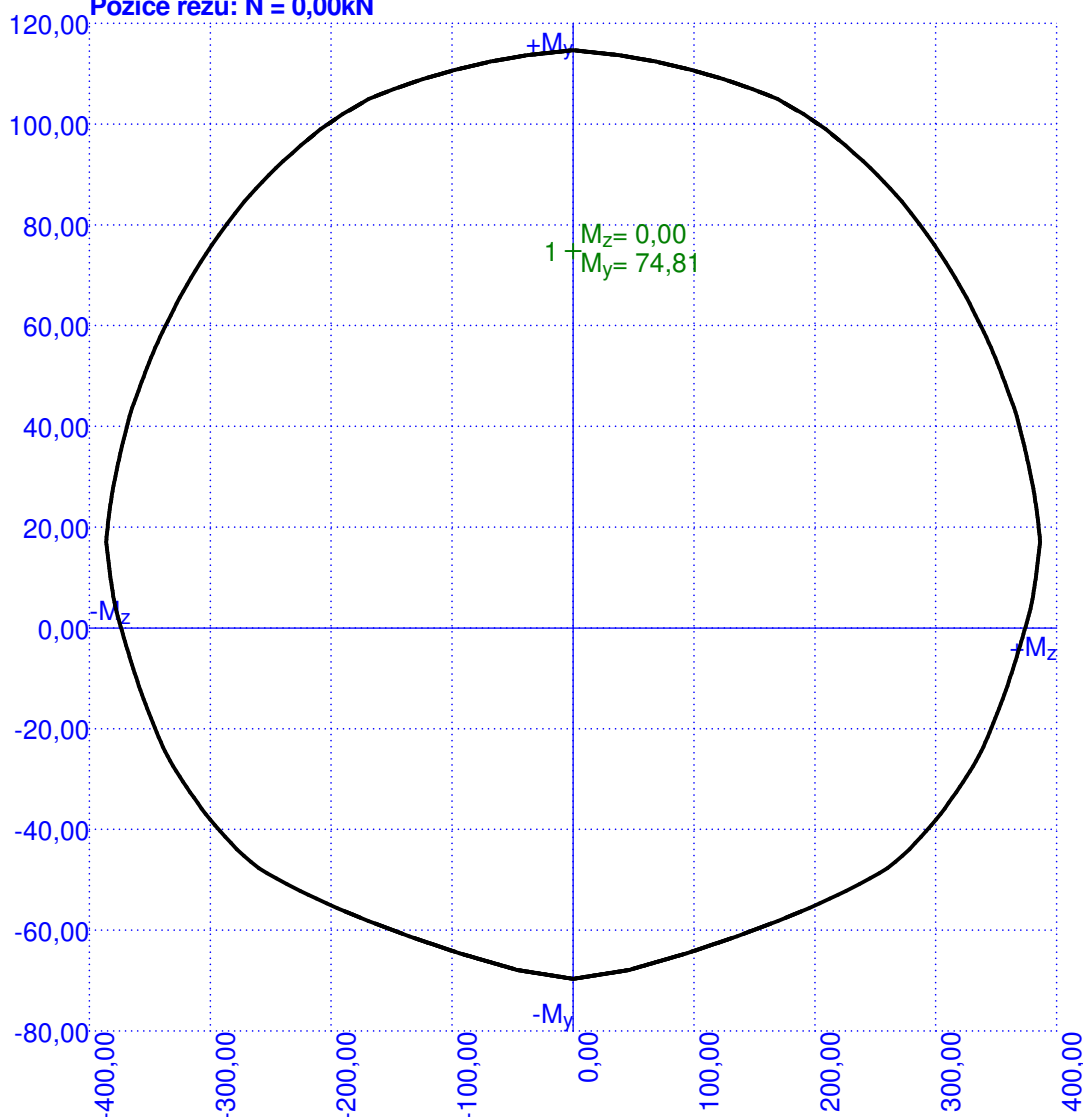
Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet





Interakční diagram M_y - M_z

Pozice řezu: $N = 0,00\text{kN}$



V Brně dne 31.05.2022.

Ing. Martin Špička

Martin Špička

Suchá nádrž SRN3 - Babolky
Statický výpočet

Stránka 28 (28)

