

Příloha č. 2 Podrobný statický výpočet

k dokumentaci pro provádění stavby

DOPRAVNÍ NAPOJENÍ ULICE MARKÉTY KUNCOVÉ

stavební objekt

„SO 337 PŘÍPOJKA DEŠŤOVÉ KANALIZACE NZ1“

OBSAH

1	VŠEOBECNÁ ČÁST	2
1.1	Identifikační údaje.....	2
1.2	Popis stavby, účel užívání stavby	2
1.3	Technické řešení	3
2	PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	3
2.1	Použité normy	3
2.2	Použité programy	3
2.3	Posuzované konstrukce.....	3
2.4	Materiály	4
2.5	Krytí výztuže.....	4
2.6	Podmínky provádění.....	4
2.7	Součinitel významu.....	5
2.8	Geologické poměry.....	5
2.9	Geotechnické vlastnosti hornin a zemin	7
3	ŠACHTA S 1.1.....	8
3.1	Schéma objektu.....	8
3.2	Zatížení	9
3.3	Výpočet vnitřních sil a dimenzování	14
3.4	Výsledky výpočtů.....	19
3.5	Závěr.....	26

1 VŠEOBECNÁ ČÁST

1.1 Identifikační údaje

Název stavby:	DOPRAVNÍ NAPOJENÍ ULICE MARKÉTY KUNCOVÉ
Název inženýrského objektu:	SO 337 PŘÍPOJKA SPLAŠKOVÉ KANALIZACE NZ1
Umístění stavby:	kraj Jihomoravský, okres Brno-město
Katastrální území - parc.č.:	Židenice [611115] - 5884/19, 5884/3, 5884/6 (viz. záborový elaborát PD)
Projektový stupeň:	Dokumentace pro provádění stavby (PDPS)
Objednatel:	NOVÁ ZBROJOVKA, s.r.o. Vladislavova 1390/17, 110 00 Praha 1 IČ: 27578925
Generální projektant:	PK OSSENDORF s.r.o. Tomešova 503/1, 602 00 Brno IČ: 25564901
Projektant SO:	AQUATIS, a.s. Botanická 834/56, 602 00 Brno IČ: 46347526
Zodpovědný projektant SO:	Ing. Filip Klimša (ČKAIT - IV00 1005128) <i>Stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství</i>

1.2 Popis stavby, účel užívání stavby

Předmětem připravované investiční akce „Dopravní napojení ulice Markéty Kuncové“ v Brně je návrh propojení areálu Nová Zbrojovka s ul. Markéty Kuncové pod železničním mostem a dále na veřejnou silniční síť. Začátek předmětného úseku je v místě ukončené komunikace areálu Nová Zbrojovka (částečně zasahuje do komunikace a veřejných ploch u objektu ZET.Office) a konec stavby je v místě křižovatky ulic Markéty Kuncová a Skopalíkova.

Účelem dopravního napojení ul. Markéty Kuncová a areálu Nová Zbrojovka je zajištění plnohodnotného příjezdu do rozvojové lokality Nová Zbrojovka, a to včetně zajištění příjezdu vozidel trolejbusu DPMB. Nově řešená komunikace je navržena s ohledem na řešení hluku (protihluková stěna), požadavků na veřejnou komunikaci (chodníky, zelené pásy atd.)

V místě nově navrhovaných komunikací - nové veřejné komunikace - je řešeno odvedení dešťových vod. Dešťové vody budou přirozeně zasakovat do zelených ploch. Dešťové vody s přirozeným odtokem z návrhových ploch budou zachycovány do uličních a pásových vpustí a budou odváděny přes retenční stoky s přípustným regulovaným odtokem 10 l/s.ha do stávající jednotné kanalizace nebo do stávající dešťové kanalizace s vyústěním do recipientu.

Součástí předmětné stavby je v rozsahu řešeného území provedení rekonstrukce kanalizace a vodovodu, a zároveň vyvolaných přeložek inženýrských sítí. Trasy a potřebné kapacity vedení technické infrastruktury jsou navrhovány i s ohledem na rozvojovou lokalitu Nová Zbrojovka.

Přesouvání a doplňování uliční vpustí v místě úpravy v ulici Markéty Kuncová, které slouží pro odvodnění stabilizovaných ploch stávající komunikační sítě a na kterých nejsou uplatňovány zásady hospodaření s dešťovou vodou, budou dešťovou vodu odvádět do stávajících nebo rekonstruovaných stok dešťové nebo jednotné kanalizace pro veřejnou potřebu. Navržené úpravy dotčených ploch nepovedou ke zvětšení odtoku oproti současnému stavu.

1.3 Technické řešení

Šachta s monolitickým šachetním dnem S 1.1

Šachty ukončující úseky navazující na stávající potrubí, popř. šachty s více přítoky budou provedeny s monolitickým dnem z železobetonu C30/37 o vnitřním rozměru 1000 x 1000 mm. U kanalizační šachet s monolitickým šachetním dnem bude dno šachty provedeno jako monolitická deska a následně stěny. Pracovní spáry dno - stěna jsou těsněny .

2 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1 Použité normy

- [1] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1992-1-1:2006(73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [3] ČSN EN 206-1 (74 2403) Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [4] ČSN EN 13670:2010(73 2400) Provádění betonových konstrukcí
- [5] ČSN EN 1992-3:2007(73 1212) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky
- [6] ČSN EN 1997-1:2006(73 1000) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- [7] ČSN EN 10080(42 1039) Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně
- [8] ČSN EN 1991-1-1:2004(73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [9] ČSN EN 1991-2:2005(73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [10] ČSN EN 1991-4:2006(73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží
- [11] ČSN 73 1208: 2010 - Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů

2.2 Použité programy

[C1] Geotechnika GEO5 – Zemní tlaky; Verze 5.8.4.0; FINE, spol s r.o., Praha
[C2] InfoCAD; Version 8.0; InfoGraph Software for structural engineering; © InfoGraph Software GmbH; Aachen, Germany

2.3 Posuzované konstrukce

Obsahem tohoto statického výpočtu je posouzení betonových průřezů a návrh výztuže navrhovaných objektů šachet a komor. V tomto statickém výpočtu jsou obsaženy posudky šachty S 1.1. Pro ostatní šachty, které jsou menší a méně zatížené, platí závěry, které jsou uvedené u jmenovaných šachet.

Výpočet vnitřních sil a dimenzování betonových průřezů byly stanoveny výpočtem 3D modelu pomocí programu InfoCAD. Konstrukční systém pro stanovení vnitřních sil a dimenzování byl modelován metodou konečných prvků (FEM) pomocí 3D modelování s použitím InfoCAD software firmy InfoGraph GmbH, Aachen, Germany.

Jednotlivé modely jsou tvořeny 2D shell elementy (typ SH46 a SH36) které mají šest stupňů volnosti v každém uzlu (u_x , u_y , u_z , ϕ_x , ϕ_y , ϕ_z). Detailní rozměry, které byly zadány do výpočtu (včetně materiálových a systémových charakteristik, okrajových podmínek, vlastností průřezů, zatěžovacích stavů a kombinací zatížení ...) jsou uvedeny v příslušných kapitolách výpočtu.

2.4 Materiály

Železobetonové konstrukce jsou navrženy z betonů dle ČSN ENV 206-1.

Pro betonové konstrukce jsou navrhovány následující druhy betonů :

-železobeton C 30/37, XA1, XC4, XF3.

-podkladní beton C 12/15

Beton		C12/15	C25/30	C30/37	C35/45	
Charakteristická pevnost betonu v tlaku válcová	$f_{ck}=$	12	25	30	35	MPa
Charakteristická pevnost betonu v tlaku krychelná	$f_{ck, cube}=$	15	30	37	45	MPa
Součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_C=$	1,5	1,5	1,5	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd}=\alpha_{cc} f_{ck}/ \gamma_C$	8	16,7	20	23,3	MPa
	$f_{cm}=$	20,00	33	38	43	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu	$f_{ctm}=$	1,6	2,6	2,9	3,2	MPa
Modul pružnosti	$E_{cm}=$	27	31	32	34	GPa

Betonářská výztuž	B500B		
Charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže	$f_{yk}=$	500	MPa
Parciální součinitel spolehlivosti pro vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_S=$	1,15	
Návrhová hodnota meze kluzu betonářské výztuže	$f_{yd}= f_{yk}/ \gamma_S$	435	MPa
Modul pružnosti	$E_s=$	200000,0	MPa

2.5 Krytí výztuže

Pro všechny posuzované objekty platí třída prostředí XC4 (z hlediska karbonatace) – střídavě mokré a suché povrchy betonů ve styku s vodou, které nejsou zahrnuty ve stupni vlivu prostředí XC2 (povrchy betonů vystavených dlouhodobému působení vody).

Min. pevnostní třída dle EN 206 tabulky F1 C30/37 je splněna.

Pro životnost 50 let je uvažovaná třída konstrukce je S4

Úprava třídy konstrukce podle tabulky 4.3CZ, ČSN EN 1992-1-1 (životnost 100roků, desková konstrukce): $4+2-1=5$

Nominální krycí vrstva: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$

Minimální krycí vrstva: $c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm}\} = \max\{20; 35 + 0 - 0 - 0; 10\text{mm}\} = 35 \text{ mm}$

Platí pro průměr výztuže menší jak 30mm (odhad průměru výztuže je $8 \div 20\text{mm}$; $c_{min,b} = \varnothing_s = 10 \div 25\text{mm}$), rozhoduje proto $c_{min,dur}$.

Návrhový přírůstek krytí $\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$.

Z důvodů zvýšení životnosti konstrukce uvažujeme krytí 50mm.

2.6 Podmínky provádění

Pro výrobní tolerance monolitických betonových konstrukcí platí norma ČSN 73 0210-1. Před ukládáním betonové směsi je nutné mít v případě dodávky betonové směsi na stavbu certifikát o kvalitě, resp. v případě míchání betonu na stavbě musí být pravidelně odebrán příslušný počet vzorků pro dokumentaci kvality. Doporučujeme omezit vznik smršťovacích trhlin a proto je nutno použít

betonové směsi s nižším vodním součinitelem $w < 0,50$ (zpracovatelnost betonové směsi je nutné upravit pouze použitím plastifikátorů).

Pro ukládání výztuže platí, že předepsané krytí výztuže musí být zajištěno pomocí distančních tělísek z umělé hmoty nebo betonu, v žádném případě nesmí být použity odřezky výztuže, dřeva apod.

Výztuž do bednění rozdělit rovnoměrně podle výkresu výztuže. Krytí výztuže je 50 mm.

Stavební činnosti musí být vzájemně koordinovány. Rozsah kontroly jakosti betonářských prací bude stanoven dohodou investora a zhotovitele v návaznosti na platné ČSN.

2.7 Součinitel významu

V souladu s požadavky normy ČSN 73 1208 jsou objekty zařazeny do třídy objektů se středními následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí (třída významu objektů CC2 podle tab. 1 ČSN 73 1208). Hodnota součinitele významu byla stanovena $\gamma_1 = 1,1$.

2.8 Geologické poměry

Předkvartérní podloží

Fundamentem geologické stavby území je hluboce uložený horninový komplex proterozoických hornin brněnského masívu, který je překryt sedimentací neogénu. Jedná se o marinní uloženiny stáří spodní baden označované jako „tégly“ [3,14]. Mocnost těchto sedimentů je odhadována do sta metrů.

Spodnobadenské sedimenty jsou z litologického hlediska v zájmovém území tvořeny komplexem plastických vápnitých jíílů až prachovitých jíílů modrošedé až zelenošedé barvy s vysokým obsahem karbonátů. V hlubších horizontech se mohou vyskytovat dílčí vrstvy písků a štěrků s proměnlivým obsahem jemnozrnné frakce.

Kvartérní podloží

Zájmové území je překryto fluvialním komplexem kvartérních sedimentů řeky Svitavy. Spodní část vrstevního sledu tvoří zejména hrubozrnnější sedimenty – polymiktní štěrky s různým obsahem písčité, hlinité a jílovité příměsi. Výše ve vrstevním sledu se mohou nacházet jemnozrnné silně jílovité písky, dále jsou zastoupeny jemnozrnné sedimenty souhrnně označované jako „povodňové hlíny“ holocenního stáří, mnohdy s písčitou příměsí a obsahem organické příměsi. Nejmladšími kvartérními sedimenty jsou navážky, které se vzhledem k industrializaci území významně podílejí na reliéfu území (zavážení depresí v původním terénu). Jedná se o konstrukční materiály povrchů komunikací a zpevněných ploch, a dále jsou přítomny v podobě místních zemin s příměsí stavebního recyklátu (cihel, sutě, škváry apod.), kterými byl vyplněn prostor při stavebních úpravách a výkopech inženýrských sítí.

Hydrogeologické poměry

Z regionálně hydrogeologického hlediska je zájmový prostor situován v hydrogeologickém rajonu svrchní vrstvy č. 1643 – Kvartér Svatky (útvary podzemních vod svrchní vrstvy č. 16430 – Kvartér Svatky). Podloží zvoďeň tvoří rajón základní vrstvy č. 2241 – Dyjsko-svratecký úval, útvar č. 22410 – Dyjsko-svratecký úval [5,10].

Nadloží fluvialní písčité štěrky mají dobrou průlinovou propustnost s rostoucí transmisivitou k bázi kolektoru – koeficient filtrace se pohybuje v řádech $n \cdot 10^{-5}$ – $n \cdot 10^{-4}$ m.s⁻¹. Generelní směr proudění mělce infiltrovaných podzemních vod je přibližně ve směru k JZ k řece Svitavě. Podzemní voda by se měla dle archivních zdrojů nacházet v hloubce 4 – 6 m p.t., okolo kóty 202,5 m n.m.

Směrem do hloubky lze očekávat litotyp neogenních sedimentů vněkarpatských a vnitrokarpatkých pánví, tedy nepravidelné střídání průlinových vrstevních kolektorů (písky, pískovce) a izolátorů (vápnité jíly, jílovce), které do sebe prstovité přecházejí a navzájem se zastupují.

Tab.č.7.1.1.: Přehled geotechnických typů

G- typ	G- podtyp	Geneze	Stáří	Základní petrografický popis	Třída zeminy dle ČSN 73 6133	
GT0		antropogenní	KVARTÉR holocén - pleistocén	holocén	navážky	-
GT1		polygenetické		holocén - pleistocén	středně plastické jíly převážně tuhé konzistence	F6
GT2	GT2A	fluviální		holocén - pleistocén	písečné jíly tuhé až pevné konzistence	F4
	GT2B				písky, zahliněné až téměř čisté	S3, S4
	GT2C				písečné štěrky	G3

Navážky, GT0

Nová výstavba je plánována z velké části na stávající komunikaci Markéty Kuncové. Ta je tvořena asfaltovým krytem, v místě vrtu J103 značně degradovaným. Podkladní vrstvu tvoří makadam o ověřené mocnosti 0,2 m. Mimo komunikaci jsou navážky tvořené převážně místní zeminou smíchanou s heterogenním stavebním odpadem. U navážek se předpokládá, že mocnosti a charakter se budou měnit více než bylo zjištěno bodovým průzkumem z vrtů.

Sprašové polygenetické zeminy GT1

Rostlé podloží je tvořeno polygenetickými sprašovými hlínami, nejčastěji ve formě tuhých středně plastických jílov F6 CI (siCl), ve svrchní části tmavě hnědých (zbytek podorniční vrstvy), směrem do podloží pak světle okrově hnědých. K bázi přibývá písčité frakce.

Fluviální komplexy GT2

Významná část geologického profilu je tvořena nesoudržnými psamitickými a psefitickými zeminami nižšího stupně údolní nivy řeky Svitavy. Svrchní část tvoří přechodový horizont písčitých jílov F4 CS (saCl) tuhé až pevné konzistence – GT2A. Hlavní část zastiženého fluviálního souvrství tvoří písky GT2B – hlinité S4 SM (siSa) až téměř čisté S3 S-F (grSa), přičemž podíl štěrku přibývá směrem k bázi. Štěrk GT2C jsou středně zrnité, středně uhlé, polymiktní s valouny zpravidla do 8 cm, částečně nebo úplně zvodněné.

Podzemní voda

Hladina podzemní vody byla zastižena vrtů J103 a J102 a je vázaná na terasového souvrství s úrovní ustálení 3,98–4,81 m p.t.

2.9 Geotechnické vlastnosti hornin a zemin

Zastiženým zeminám v rozsahu vyčleněných geotechnických typů dle tab.č.7.1.1 byly přiděleny charakteristické hodnoty fyzikálně-mechanických, případně i přetvárných parametrů (viz tab.č.7.2.1). Hodnoty těchto parametrů jsou získávány přednostně z výsledků provedených laboratorních zkoušek, případně pomocí korelačních vztahů, odborné literatury a technických předpisů, a tvoří v souladu s článkem 2.4.3 EN 1997-1:2004 základ pro výběr charakteristických hodnot vlastností zemin použitých v návrhu geotechnických staveb.

Tab.č.7.2.1: Charakteristické hodnoty geomechanických parametrů zastižených zemin

geotechnický typ/podtyp			GT1	GT2A	GT2B	GT2C
třída zeminy ČSN 73 6133			F6 CI	F4 CS	S4 SM, S3 S-F	G3 G-F
konzistence/ulehlost ČSN 73 6133			tuhá	tuhá až pevná	středně uhlý	středně uhlý
třída zeminy ČSN EN ISO 14688-2			siCl, sasiCl	saCl	siSa, grSa	saGr
konzistence/ulehlost ČSN EN ISO 14688-2			pevná	pevná až velmi pevná	středně uhlý	středně uhlý
Veličina		jednotka	rozsah hodnot ¹⁾			
přírodní vlhkost	w	[%]	20,2	18,4	-	2,5
stupeň konzistence (redukovaný)	I_c	-	0,95	1,09	-	-
index plasticity	I_p	[%]	25	18	-	-
koeficient filtrace (z křivky zmitosti) ³⁾	k_f	[m.s ⁻¹]	1,9E-08	6,30E-08	-	3,6E-03
veličina		jednotka	střední hodnota ²⁾			
objemová tíha zeminy	γ	[kN/m ³]	20,0	19,0-19,5	18,5-19,0	19,0
Poissonovo číslo	ν	[-]	0,42	0,36	0,32-0,29	0,25
deformační modul	E_{def}	[MPa]	6	8	12-20	60
edometrický modul	E_{oed}	[MPa]	15	14	15-25	75
totální soudržnost	C_u	[kPa]	55	50-70	-	-
totální úhel vnitřního tření	ϕ_u	[°]	5	5-10	-	-
efektivní soudržnost	C_{ef}	[kPa]	12	14-18	1-5	0
efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	25	27-29	30-33	35
tabulková výpočtová únosnost ⁴⁾	R_{dt}	[kPa]	100	150-250	200-300	400

3 ŠACHTA S 1.1

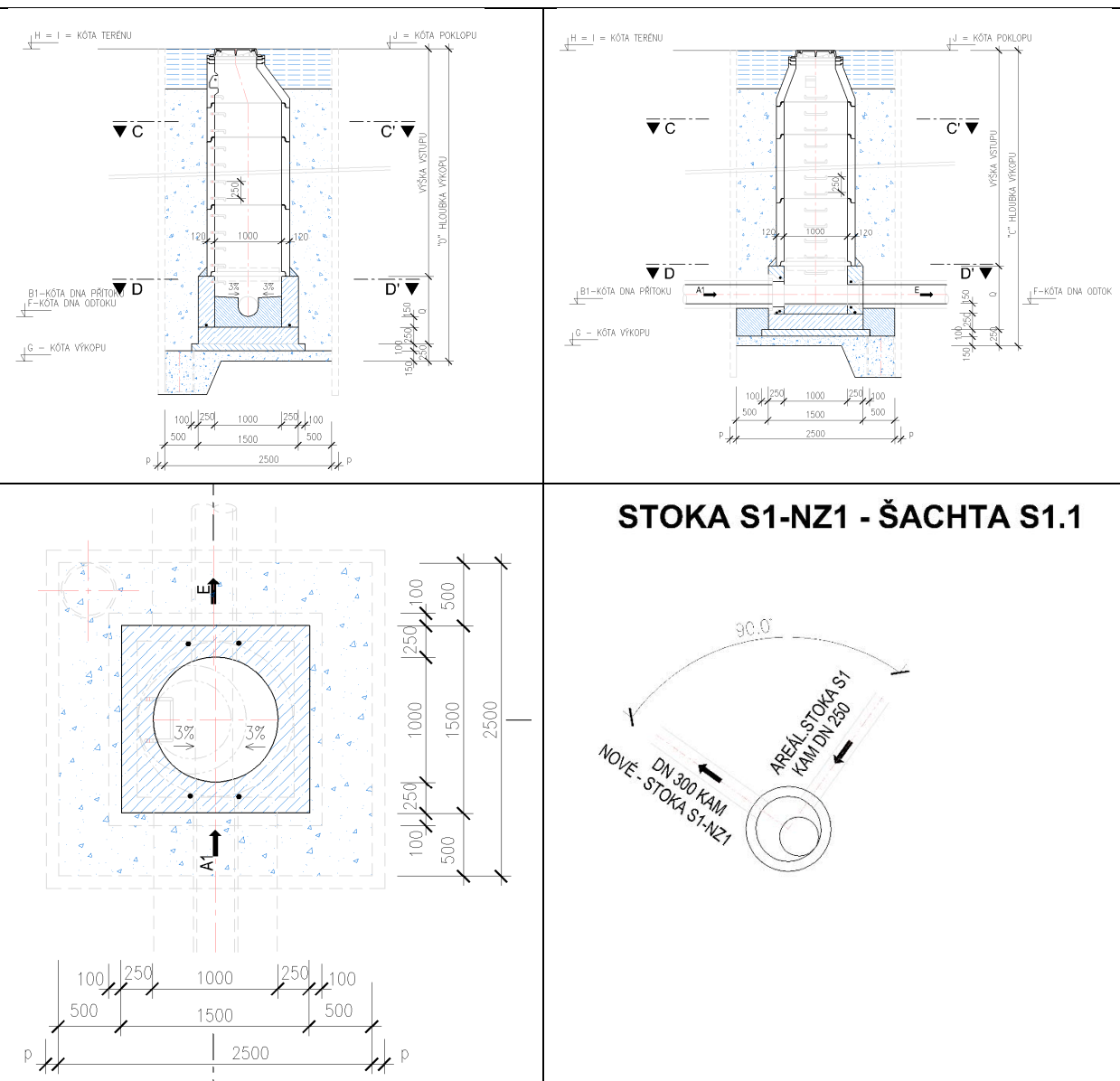
3.1 Schéma objektu

TABULKA TYPOVÝCH ŠACHT

číslo šachty	typ šachty	stoka	hlavní přítok				vedlejší přítok				odtok				kóta dna výkopu	kóta stávajícího terénu (před demolicí areálu)	kóta upraveného terénu	kóta poklopu	hloubka výkopu (od stáv. terénu)	hloubka výkopu (od upr. terénu)	konstrukce dna	poklop												
			profil	materiál nového potrubí (stávajícího potrubí)	kóta dna	úhel	profil	materiál nového potrubí (stávajícího potrubí)	kóta dna	úhel	profil	materiál nového potrubí (stávajícího potrubí)	kóta dna																					
														A1								B1	D1	A2	B2	D2	E	F	G	H	I	J	O	Q
														[mm]								[m]	[°]	[mm]	[m]	[°]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
														[mm]								[m]	[°]	[mm]	[m]	[°]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
S1.1	m	S1-NZ1	250	kam	205,24	90,0						300	kam	205,24	204,59	208,50	207,90	207,90	3,91	3,31	1,00	D400	as											

Legenda:

materiál potrubí		typ šachty		umístění poklopu	
b	beton	p	prefabrikované dno	a	vozovka asfalt
zb	železobeton	m	monolitické dno	as	vozovka i asfalt stávající
kam	kamenina			d	vozovka dlažba
pvc	plast			z	zelená plocha vedle vozovky



3.2 Zatížení

Detailní údaje o zatěžovacích stavech a kombinacích zatížení jsou popsány v textových výstupech na následujících stranách.

List of load cases

LC.	Label
1	dead load
2	zemina
3	voda
4	kolo na poklopu
5	vozidlo
6	voda v sachte
7	spadbeton

Load case combination 1, envelope

Permanent action		Factor
1	dead load	1,100
Variable inclusive action		Factor
2	zemina	1,100
3	voda	1,100
4	kolo na poklopu	1,100
5	vozidlo	1,100
6	voda v sachte	1,100
7	spadbeton	1,100

Sum of installed loads and support reactions

LC.	Label	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]
1	dead load	-0,000	0,000	60,339
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	-0,000	0,000	60,339
2	zemina	-0,844	1,242	-0,000
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	-0,844	1,242	-0,000
3	voda	-1,145	1,685	-34,449
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	-1,145	1,685	-34,449
4	kolo na poklopu	-0,000	0,000	205,192
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	-0,000	0,000	205,192
5	vozidlo	-0,673	0,991	-0,000
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	-0,673	0,991	-0,000
6	voda v sachte	1,145	-1,685	34,449
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	1,145	-1,685	34,449
7	spadbeton	0,000	0,000	11,878
	Support reactions	0,000	0,000	0,000
	Soil pressures	0,000	-0,000	11,878

Load data load case 1: dead load

Dead load (EG) referring to material and cross section properties			
No.	weighting factor in direction		
	X [-]	Y [-]	Z [-]
1	0,0000	0,0000	1,0000

Load data load case 2: zemina

LTF = Load-time function

Liquid pressure (FD), with respect to the local element system				
No.	Element		from Z[m]	Gamma [kN/m³]
	from	to		
1	1	370	0,590	-7,370

Load data load case 3: voda

LTF = Load-time function

Liquid pressure (FD), with respect to the local element system				
No.	Element		from Z[m]	Gamma [kN/m³]
	from	to		
1	1	370	0,590	-10,000
2	518	665	0,590	-10,000

Load data load case 4: kolo na poklopu

LTF = Load-time function

Line load (LKO, LG) on area elements in global direction							
No.	x [m]	y [m]	z [m]	qx [kN/m]	qy [kN/m]	qz [kN/m]	LTF
1	-0,435	1,060	0,590	0,00	0,00	53,05	
2	-0,275	1,175	0,590	0,00	0,00	53,05	
3	-0,275	1,175	0,590	0,00	0,00	53,05	
4	0,002	1,240	0,590	0,00	0,00	53,05	
5	0,002	1,240	0,590	0,00	0,00	53,05	
6	0,276	1,176	0,590	0,00	0,00	53,05	
7	0,276	1,176	0,590	0,00	0,00	53,05	
8	0,437	1,061	0,590	0,00	0,00	53,05	
9	0,437	1,061	0,590	0,00	0,00	53,05	
10	0,554	0,901	0,590	0,00	0,00	53,05	
11	0,554	0,901	0,590	0,00	0,00	53,05	
12	0,622	0,626	0,590	0,00	0,00	53,05	
13	0,622	0,626	0,590	0,00	0,00	53,05	
14	0,557	0,344	0,590	0,00	0,00	53,05	
15	0,557	0,344	0,590	0,00	0,00	53,05	
16	0,441	0,183	0,590	0,00	0,00	53,05	
17	0,441	0,183	0,590	0,00	0,00	53,05	
18	0,281	0,066	0,590	0,00	0,00	53,05	
19	0,281	0,066	0,590	0,00	0,00	53,05	
20	0,000	0,000	0,590	0,00	0,00	53,05	
21	0,000	0,000	0,590	0,00	0,00	53,05	
22	-0,276	0,066	0,590	0,00	0,00	53,05	
23	-0,276	0,066	0,590	0,00	0,00	53,05	
24	-0,438	0,183	0,590	0,00	0,00	53,05	
25	-0,438	0,183	0,590	0,00	0,00	53,05	
26	-0,555	0,347	0,590	0,00	0,00	53,05	
27	-0,555	0,347	0,590	0,00	0,00	53,05	
28	-0,618	0,620	0,590	0,00	0,00	53,05	
29	-0,618	0,620	0,590	0,00	0,00	53,05	
30	-0,551	0,900	0,590	0,00	0,00	53,05	
31	-0,551	0,900	0,590	0,00	0,00	53,05	
32	-0,435	1,060	0,590	0,00	0,00	53,05	

Load data load case 5: vozidlo

LTF = Load-time function

Trapezoidal load (rect.) (GR1, GRT) in local t direction					
No.	x [m]	y [m]	z [m]	q [kN/m ²]	LTF
1	-0,551	0,900	2,650	-17,59	
2	-0,551	0,900	3,525	-11,97	
2	-0,435	1,060	3,525	-11,97	
3	-0,435	1,060	2,650	-17,59	
4	-0,435	1,060	3,525	-11,97	
4	-0,275	1,175	3,525	-11,97	
5	-0,275	1,175	2,650	-17,59	
6	-0,275	1,175	3,525	-11,97	
6	0,002	1,240	3,525	-11,97	
7	0,002	1,240	2,650	-17,59	
8	0,002	1,240	3,525	-11,97	
8	0,276	1,176	3,525	-11,97	
9	0,276	1,176	2,650	-17,59	
10	0,276	1,176	3,525	-11,97	
10	0,437	1,061	3,525	-11,97	
11	0,437	1,061	2,650	-17,59	
12	0,437	1,061	3,525	-11,97	
12	0,554	0,901	3,525	-11,97	
13	0,554	0,901	2,650	-17,59	
14	0,554	0,901	3,525	-11,97	
14	0,622	0,626	3,525	-11,97	
15	0,622	0,626	2,650	-17,59	
16	0,622	0,626	3,525	-11,97	
16	0,557	0,344	3,525	-11,97	
17	0,557	0,344	2,650	-17,59	
18	0,557	0,344	3,525	-11,97	
18	0,441	0,183	3,525	-11,97	
19	0,441	0,183	2,650	-17,59	
20	0,441	0,183	3,525	-11,97	
20	0,281	0,066	3,525	-11,97	
21	0,281	0,066	2,650	-17,59	
22	0,281	0,066	3,525	-11,97	
22	0,000	0,000	3,525	-11,97	
23	0,000	0,000	2,650	-17,59	
24	0,000	0,000	3,525	-11,97	
24	-0,276	0,066	3,525	-11,97	
25	-0,276	0,066	2,650	-17,59	
26	-0,276	0,066	3,525	-11,97	
26	-0,438	0,183	3,525	-11,97	
27	-0,438	0,183	2,650	-17,59	
28	-0,438	0,183	3,525	-11,97	
28	-0,555	0,347	3,525	-11,97	
29	-0,555	0,347	2,650	-17,59	
30	-0,555	0,347	3,525	-11,97	
30	-0,618	0,620	3,525	-11,97	

Load data load case 5: vozidlo

No.	Trapezoidal load (rect.) (GR1, GRT) in local t direction					LTF
	x [m]	y [m]	z [m]	q [kN/m ²]		
31	-0,618	0,620	2,650	-17,59		
32	-0,618	0,620	3,525	-11,97		
32	-0,551	0,900	3,525	-11,97		

Load data load case 6: voda v sachte

LTF = Load-time function

No.	Liquid pressure (FD), with respect to the local element system		from Z[m]	Gamma [kN/m ³]	LTF
	Element from	to			
1	1	370	0,590	10,000	
2	518	665	0,590	10,000	

Load data load case 7: spadbeton

LTF = Load-time function

No.	Trapezoidal area load (FGZ) in global z-direction					LTF
	Element from	to	qz1 [kN/m ²]	qz2 [kN/m ²]	qz3 [kN/m ²]	
1	518	665	10,12	10,12	10,12	

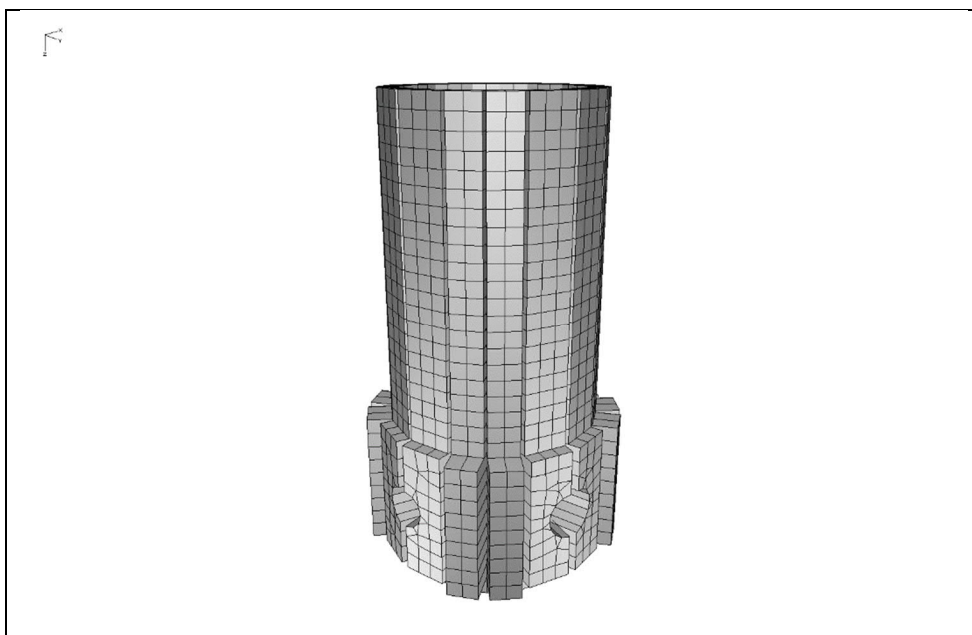
3.3 Výpočet vnitřních sil a dimenzování

V rámci tohoto statického výpočtu byl proveden výpočet vnitřních sil a dimenzování betonových průřezů šachty S 1.1.

Konstrukční systém pro stanovení vnitřních sil a dimenzování byl modelován metodou konečných prvků (FEM) pomocí 3D modelování s použitím InfoCAD software firmy InfoGraph GmbH, Aachen, Germany.

Model je tvořen 2D shell elementy (typ SH46 a SH36) které mají šest stupňů volnosti v každém uzlu (u_x , u_y , u_z , φ_x , φ_y , φ_z).

Schéma výpočtového modelu



Detailní rozměry, které byly zadány do výpočtu (včetně materiálových a systémových charakteristik, okrajových podmínek, vlastností průřezů ...) jsou popsány v textových a grafických výstupech na následujících stranách.

Okrajové podmínky :

Uložení modelu je uvažováno jako pružné na ploše základové desky

System characteristics

1359 Nodes
1358 Elements 0 Beams
0 Supports 0 Slabs
0 Link elements 0 Plains
4 Material properties 1358 Shells
4 Section properties 0 Cables
7 Load cases 0 Solids
1 LC Combinations 0 Spring elements
0 Tendon groups

Result location in area elements: Centroid
2 Result locations in beam elements

Rotated element systems
1089 Element systems
0 Internal force systems
0 Reinforcement systems

Section properties

1	Area	deska288 Element thickness [m] dz = 0,2880 Orthotropy dzy/dz = 1 E-Modulus slab/plain = 1	torsion-proof
2	Area	deska448 Element thickness [m] dz = 0,4480 Orthotropy dzy/dz = 1 E-Modulus slab/plain = 1	torsion-proof
3	Area	deska12 Element thickness [m] dz = 0,1200 Orthotropy dzy/dz = 1 E-Modulus slab/plain = 1	torsion-proof
4	Area	zaklad25 Element thickness [m] dz = 0,2500 Orthotropy dzy/dz = 1 E-Modulus slab/plain = 1	torsion-proof

Material properties

	No.	Type	E-Modu. [MN/m ²]	G-Modu. [MN/m ²]	Poiss. ratio	alpha.t [1/K]	gamma [kN/ml]
1	1	C30/37-EN	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C30/37-EN	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C30/37-EN	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	4	C30/37-EN	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Bedding

	No.	Start point [MN/ml]			End point [MN/ml]			Bedding width [m]		
		kby	kby	kby	kby	kby	kby	bx	by	bz
1	1	0	0	0						
2	2	0	0	0						
3	3	0	0	0						
4	4	25	25	50						

The bedding performs in the direction of the axes of the local element or surface system.

Reinforcement for area elements

No.	Lay.	Qual.	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Rolling
1	1	500M	0,040		0,000	0,040		0,000		Warm
	2	500M		0,040	0,000		0,040	0,000		Warm
2	1	500M	0,040		0,000	0,040		0,000		Warm
	2	500M		0,040	0,000		0,040	0,000		Warm
3	1	500M	0,040		0,000	0,040		0,000		Warm
	2	500M		0,040	0,000		0,040	0,000		Warm
4	1	500M	0,040		0,000	0,040		0,000		Warm
	2	500M		0,040	0,000		0,040	0,000		Warm

as Base reinforcement

d1 Distance from the upper edge

d2 Distance from the lower edge

The z axis of the element system points to the lower edge

Qual. Quality resp. yield strength of reinforcing steel [MN/m²]

EN 1992-1-1 actions

Standard design group

G - Dead load

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Load cases

1 dead load

G - Dead load

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Load cases

7 spadbeton

GE - Earth pressure

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Load cases

2 zemina

QN - Imposed load, traffic load

$\Gamma_{sup} / \Gamma_{inf} = 1,5 / 0$

Combination coefficients for: Superstructures
Working load - category A: Residential buildings
 $\Psi_0 / \Psi_1 / \Psi_2 = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Load cases 1. Variant, inclusive

4	kolo na poklopu
5	vozidlo

QH - Variable hydrostatic pressure

$\Gamma_{sup} / \Gamma_{inf} = 1,5 / 0$

Combination coefficients for: Superstructures
Working load - category A: Residential buildings
 $\Psi_0 / \Psi_1 / \Psi_2 = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Load cases 1. Variant, inclusive

3	voda
---	------

QH - Variable hydrostatic pressure

$\Gamma_{sup} / \Gamma_{inf} = 1,5 / 0$

Combination coefficients for: Superstructures
Working load - category A: Residential buildings
 $\Psi_0 / \Psi_1 / \Psi_2 = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Load cases 1. Variant, inclusive

6	voda v sachte
---	---------------

1. Permanent and temporary situation - envelope

Final state

G	Dead load
G	Dead load
GE	Earth pressure
QN	Imposed load, traffic load
QH	Variable hydrostatic pressure
QH	Variable hydrostatic pressure

Design overview EN 1992-1-1

Se.	Expos. class	Prestress of component	Reinforcem. M R B Q T S					Fatigue B Q T P C V					Cr. wi.	De-co.	Stress C B P		
1	XC4	Not prestressed	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Not prestressed	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Not prestressed	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Not prestressed	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Nominal reinforcement to guarantee robustness.
(R) Nominal reinforcement for crack width limitation.
(B) Flexural reinforcement at ultimate limit state, fatigue and stress check.
(Q) (Nominal-)lateral force reinforcement at ultimate limit state and fatigue.
(T) Torsional reinforcement at ultimate limit and fatigue state.
(S) Shear joint check.
(P) Prestressing steel at fatigue and stress check.
(C) Concrete comp. stress, concrete at fatigue check under long. compression.
(V) Concrete at fatigue check under lateral force.

Settings for flexural and shear reinforcement

M,N Design mode for bend and longitudinal force:
(ST) Standard, (SY) Symmetrical, (CM) Compression member.
(*) Design without considering specified ratio between reinf. layers.
fyk Quality of stirrups.
Theta Angle of concrete truss.
Slabs Beams are designed like slabs.
Asl Given reinforcement according to picture 6.3, increase to maximum.
rho.w Factor for minimum reinf. rho.w,min acc. to Chapter 9.3.2(2).
as Factor for bending reinf. of slabs in secondary dir. per 9.3.1.1(2).
Red. Reduction factor of prestress for determining the tensile zone for distribution of robustness reinforcement for area elements.

Se.	Concr.	Den-sity [kg/m3]	Dsn. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Dsn. like slabs	Asl [cm2] Pic. 6.3 given max	Factor rho.w as	Red. pre-str.
1	C30/37-EN	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	1,00 0,00	.
2	C30/37-EN	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	1,00 0,00	.
3	C30/37-EN	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	1,00 0,00	.
4	C30/37-EN	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	1,00 0,00	.

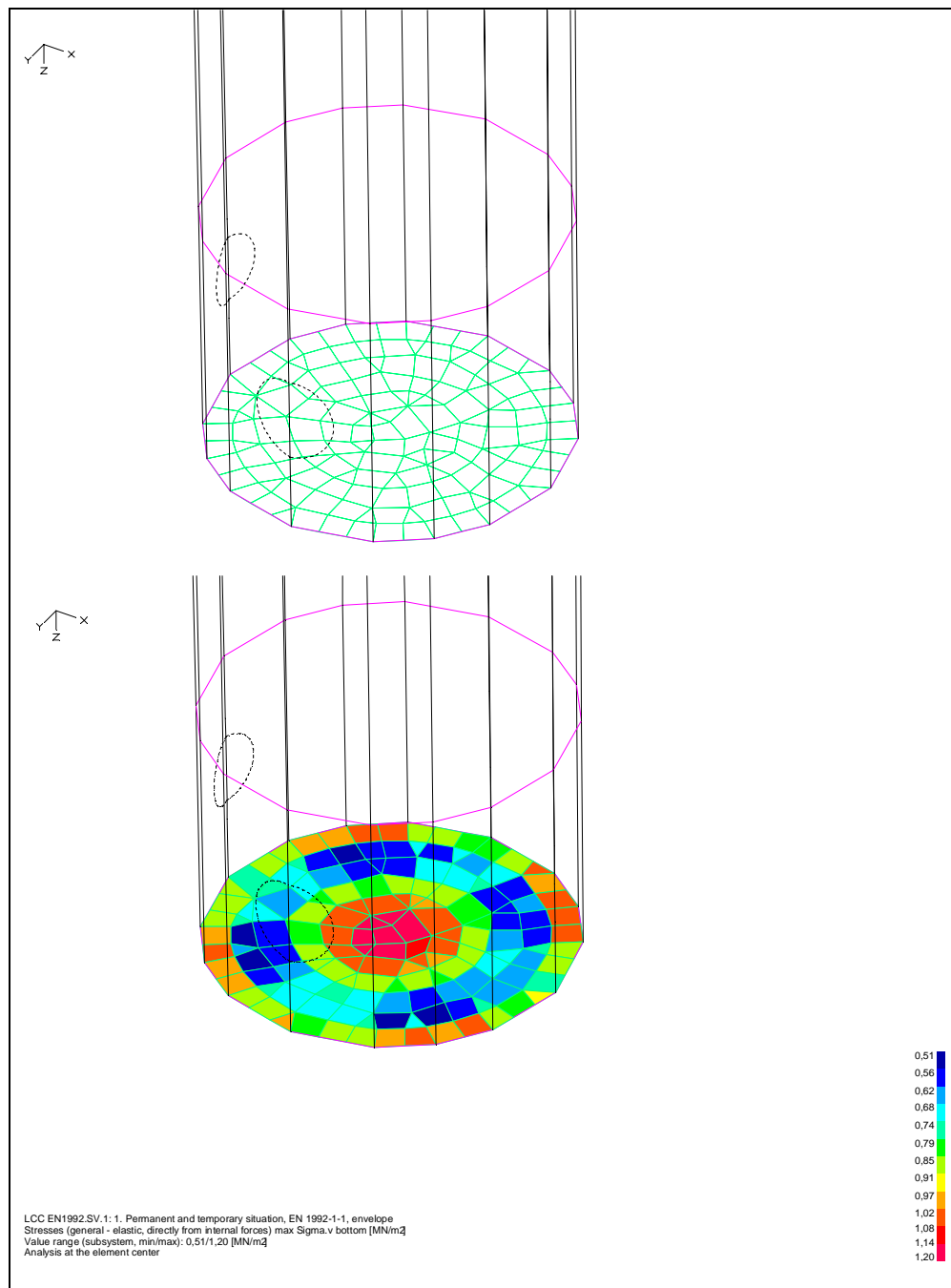
Shear sections

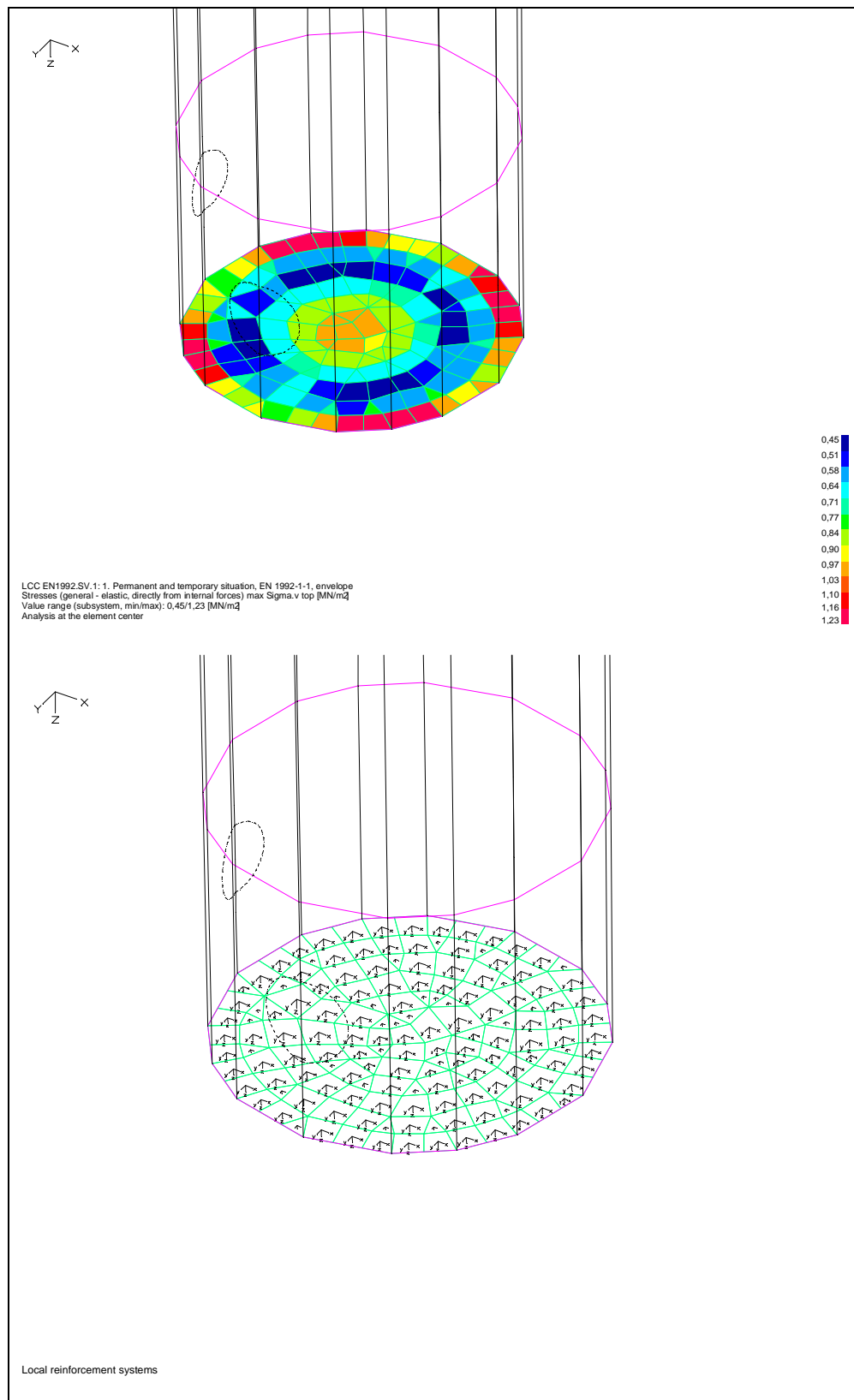
bw.nom Nominal width of the prestressed section according to 6.2.3(6).
h.nom Nominal height of the prestressed section according to 6.2.3(6).
kb, kd Factor to calculate the inner lever arm z from the eff. width bn resp. from the eff. height d.
z1, z2 Height and width of the core section for torsion.
tef Thickness of the torsion box.
B. Box section; determination of the bearing capacity acc. to Eq. (6.29).

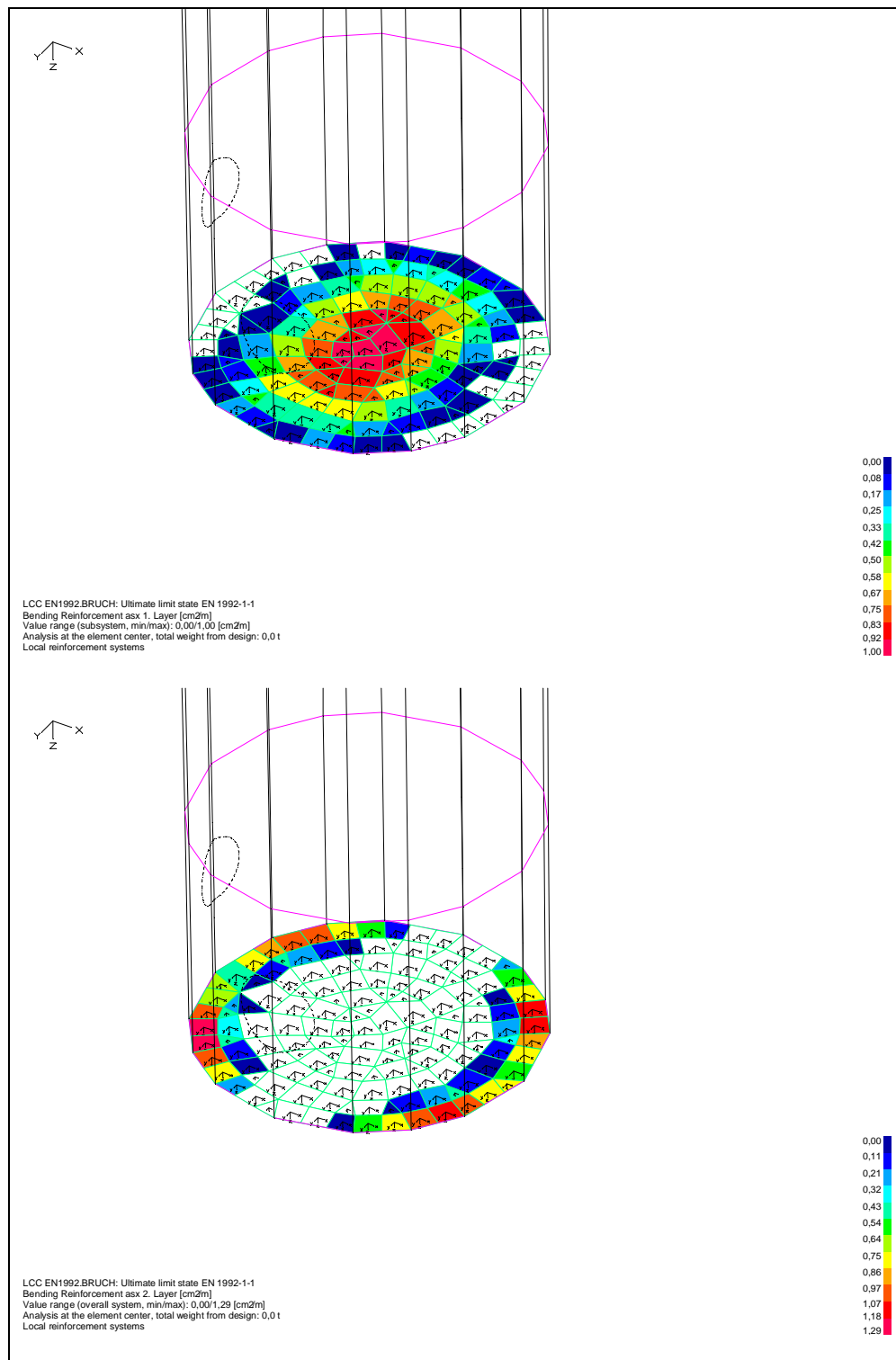
Se.	Width [m]		Eff. width		Height[m]		Eff.height		Torsion. section [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	B.
1	1,000	.	.	.	0,288	.	0,248	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,448	.	0,408	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	.	.	0,120	.	0,080	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,250	.	0,210	0,90	.	.	.	.

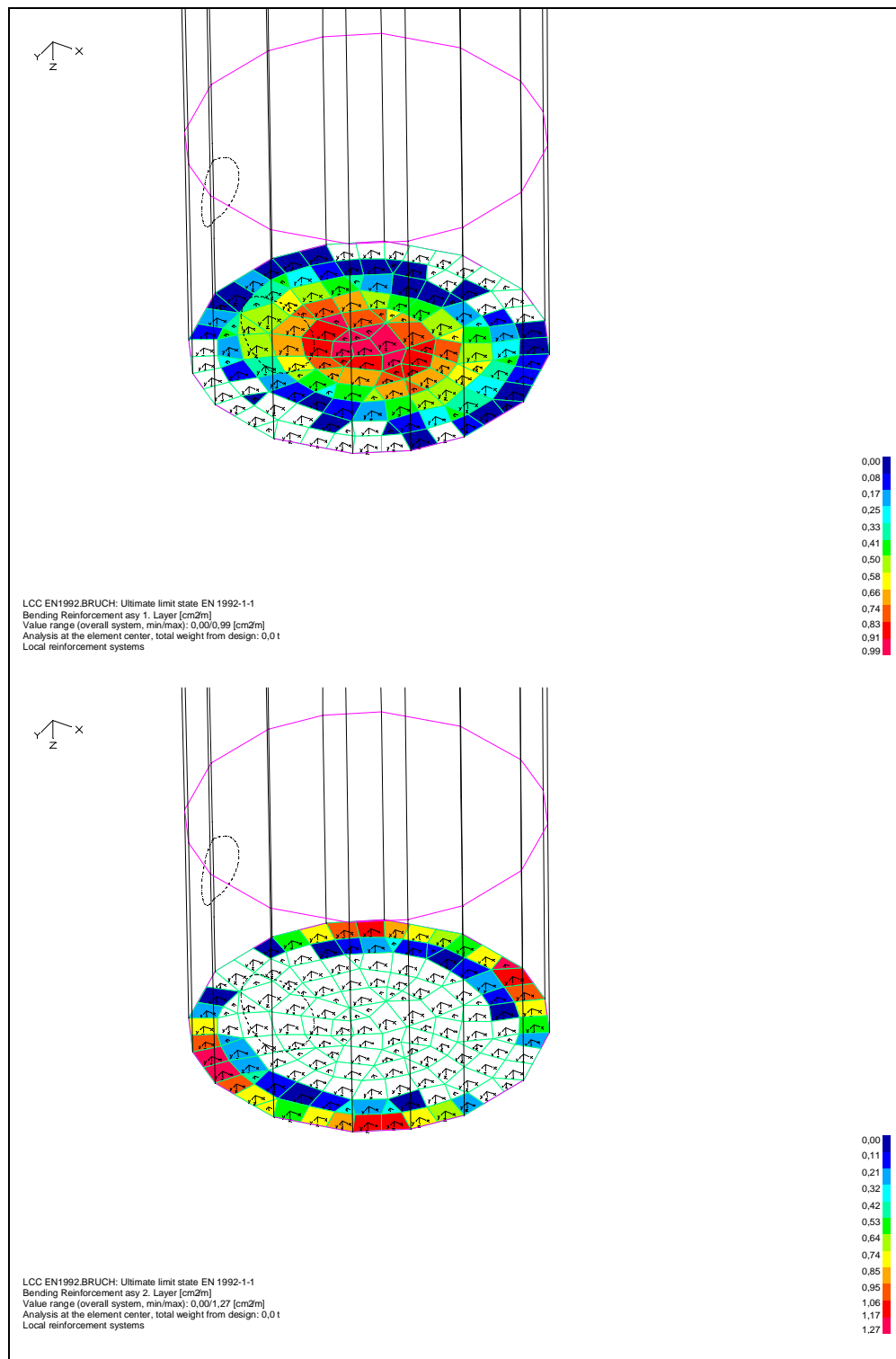
3.4 Výsledky výpočtů

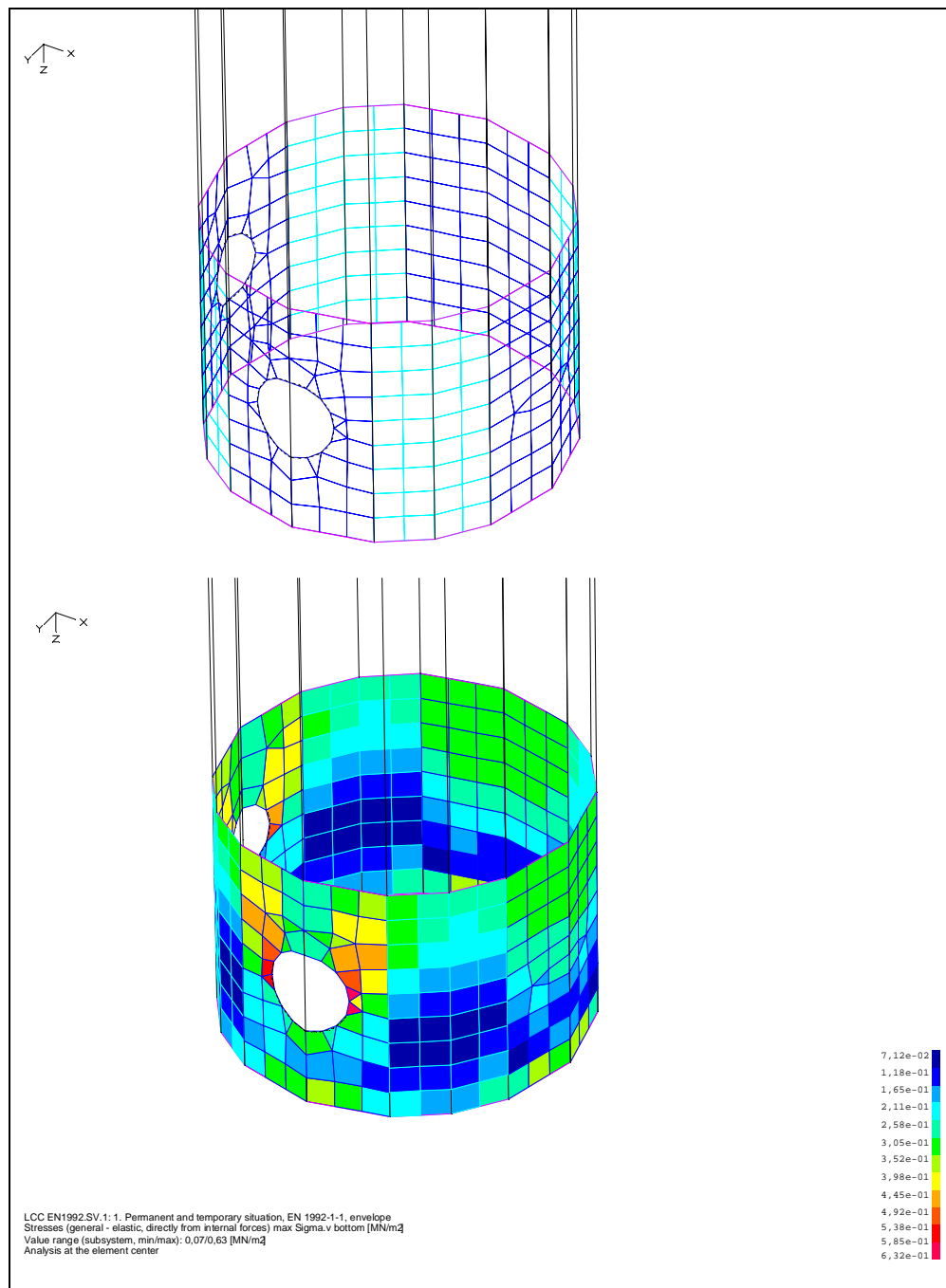
Na následujících stranách jsou uvedeny v grafických výstupech výsledky dimenzování (tahová napětí v betonu, minimální staticky nutné průřezové plochy výztuže) v jednotlivých konstrukčních prvcích objektu šachty S 1.1.

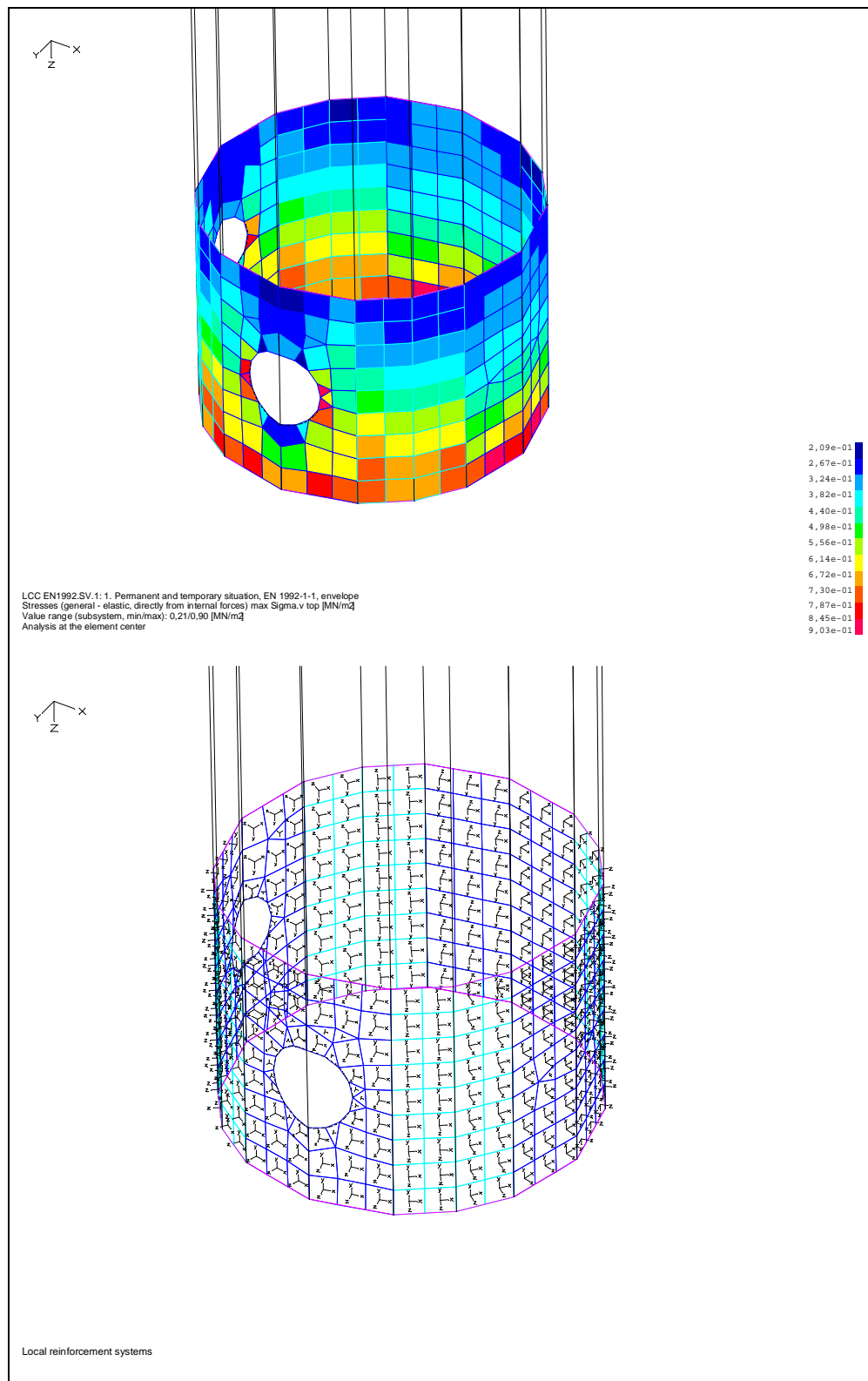


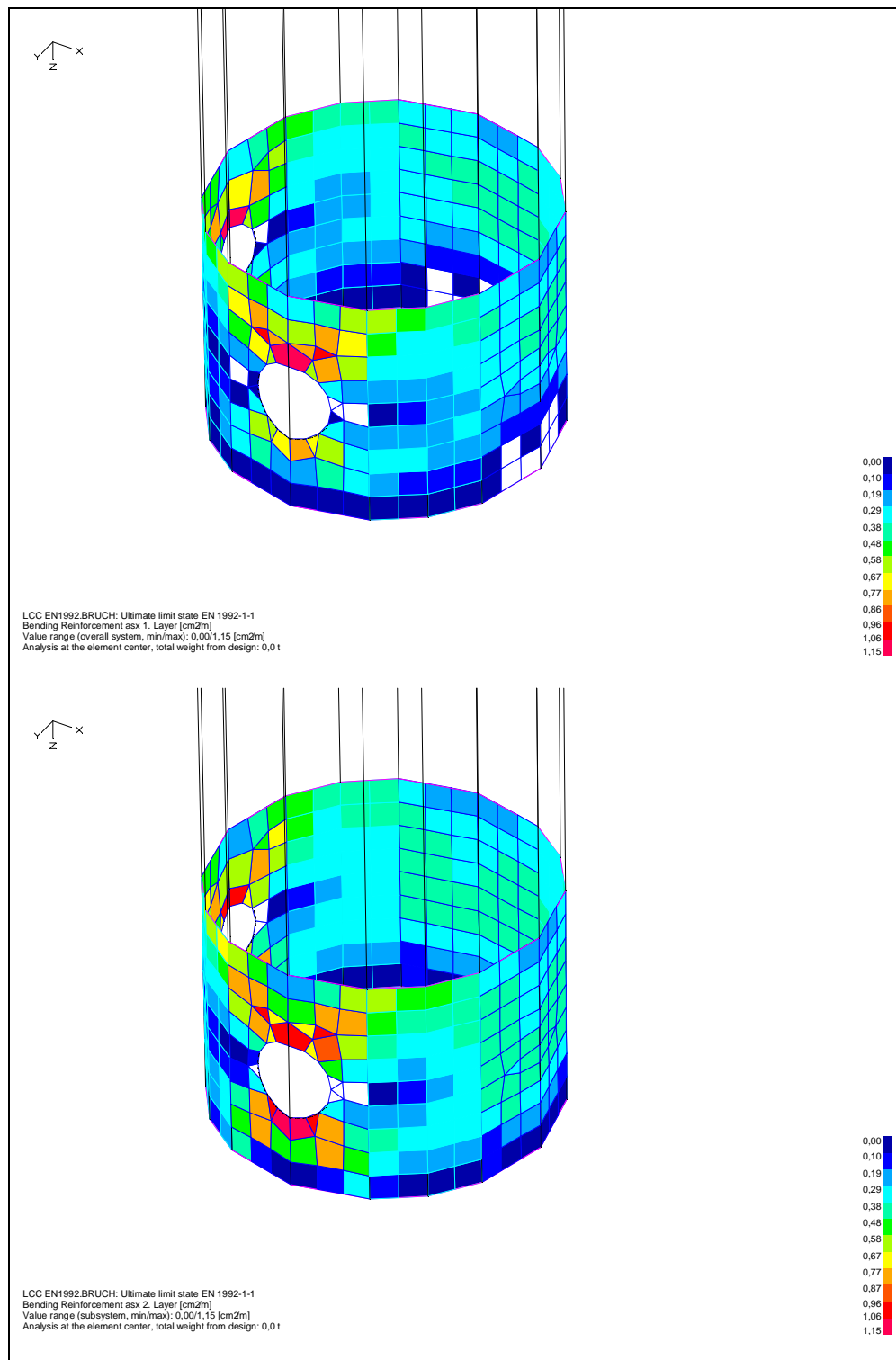


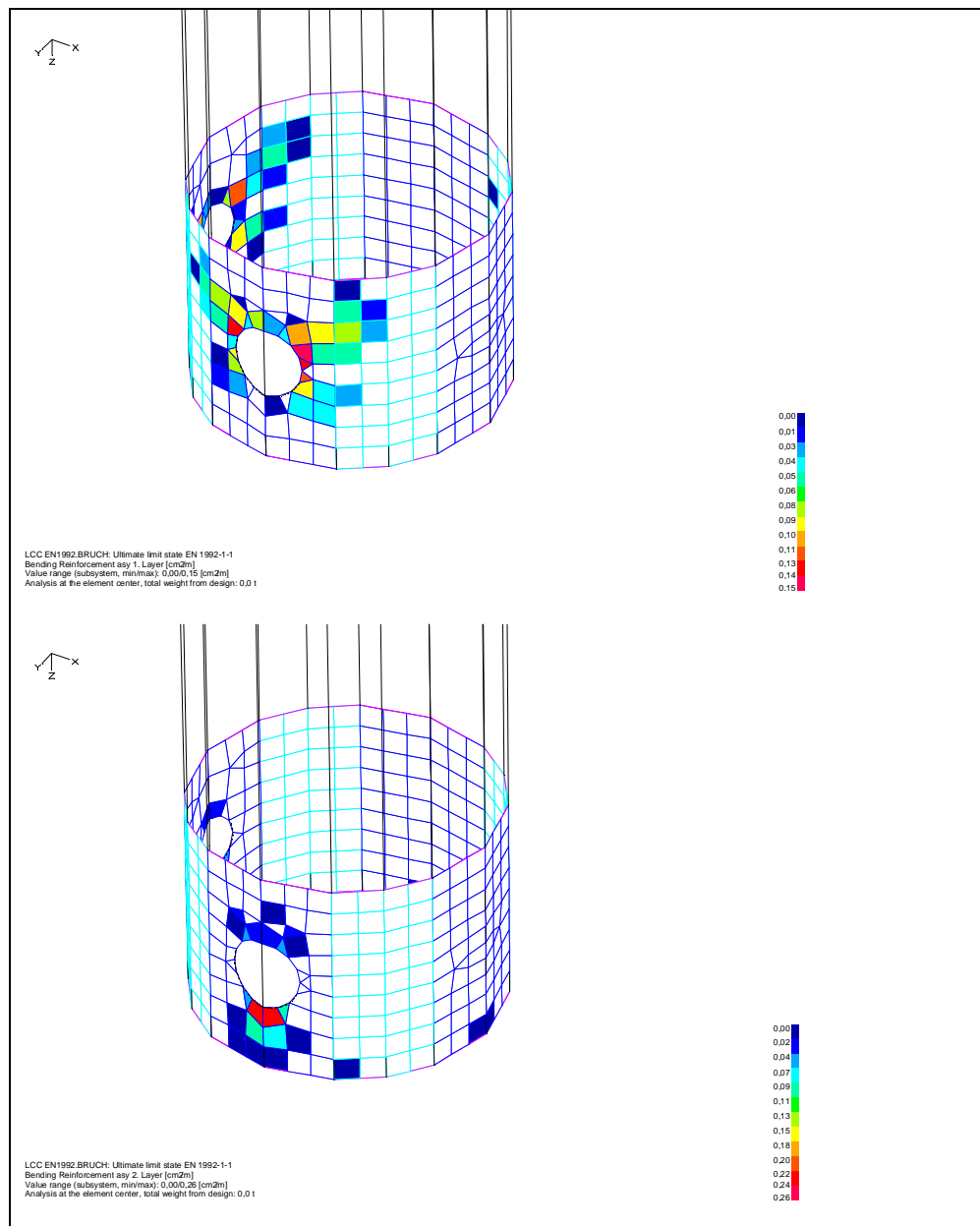












3.5 Závěr

Zpracované výpočty a dimenzování průřezů na základě výsledků výpočtu prostorového modelu konstrukce prokazují, že navržené průřezy jednotlivých konstrukčních prvků jsou dostatečné a předpokládaná navržená minimální výztuž bezpečně přenesou vypočtené vnitřní síly.

Navržená konstrukce

VYHOVUJE

V Brně, únor 2024

Ing. Vladimír Hradský