


Ing. Klíma

±0,000=222,330 m.n.m. Bpv

Vypracoval:	Ing. P. Klíma						
Projektant:	Ing. J. Klíma						
Odpovědný projektant:	Ing. Martin Soudek, Ph.D.						
Kraj:	STŘEDOČESKÝ	O.ú. / Mě.ú.:	Kolín	Místo stavby:	Kolín		
Investor:				Město Kolín	Datum :	06/2019	
Název akce: Rekonstrukce ČS K Rybníku, Kolín - Štítary				Číslo zakázky :		Číslo paré:	
				Stupeň :			DUR, DSP, DPS
				Formát:			41xA4
				Měřítko:			
Název výkresu: STATICKÝ VÝPOČET				Číslo výkresu:		D.1.2.SV	
TENTO VÝKRES A JEHO PŘÍLOHY JSOU NAŠÍM DUŠEVNÍM VLASTNICTVÍM, NESMÍ BÝT BEZ NAŠEHO PŘEDCHOZÍHO PÍSEMNÉHO SOUHLASU KOPÍROVÁNY, ROZMNOŽOVÁNY ANI ZPŘÍSTUPNĚNY JINÝM OSOBÁM NEBO FIRMÁM							

OBSAH

1	Úvod	2
1.1	Rozsah dokumentace	2
1.2	Použité normy a literatura	2
1.3	Software.....	2
1.4	Podklady	2
2	Zatížení	3
2.1	Stálá zatížení	3
2.2	Zemní tlak od zásypu	3
2.3	Minimální vyztužení proti vlivu rozvoje raných trhlin	3
3	Oddělovač kalu	4
3.1	Náhled na konstrukci, zatížení, kombinace	4
3.1.1	Náhled na konstrukci.....	4
3.1.2	Plochy	4
3.1.3	Podloží	4
3.1.4	Zatěžovací stavy	5
3.1.5	Skupiny zatížení	5
3.1.6	Kombinace	5
3.1.7	Skupiny výsledků.....	5
3.1.8	Volné plošné zatížení	6
3.1.9	Plošné zatížení.....	6
3.1.10	G2 - Zemní tlak v klidu ,součinitel 0,5, objemová hmotnost 19kN/m3	7
3.1.11	G2 - zemní tlak v klidu, průběh tlaků.....	7
3.1.12	W - max. vodní tlak.....	8
3.1.13	W - max. tlak vody, průběh tlaků	8
3.1.14	Qd - přetížení dopravou 30 kN/m2.....	9
3.1.15	Qd - přetížení dopravou - průběh tlaků	9
3.1.16	Třída všech MSÚ - hlavní momenty m1.....	10
3.1.17	Třída všech MSÚ - hlavní momenty m2.....	10
3.1.18	Třída všech MSÚ - momenty na integračních pásech My	11
3.1.19	Třída všech MSÚ - vnitřní síly.....	11
3.1.20	Návrh výztuže 2D (MSÚ).....	13
3.1.21	Šířka trhlin (MSP)	19
3.2	Stěny.....	20
3.2.1	Třída všech MSÚ - hlavní momenty m1.....	20
3.2.2	Třída všech MSÚ - hlavní momenty m2.....	20
3.2.3	Třída všech MSÚ - momenty na integračních pásech My	21
3.2.4	Třída všech MSÚ - vnitřní síly.....	21
3.2.5	Návrh výztuže 2D (MSÚ).....	23
3.2.6	Šířka trhlin (MSP)	29
3.3	Deska D.1	30
3.3.1	Třída všech MSÚ - hlavní momenty m1.....	30
3.3.2	Třída všech MSÚ - hlavní momenty m2.....	30
3.3.3	Třída všech MSÚ - momenty na integračních pásech My	31
3.3.4	Třída všech MSÚ - vnitřní síly.....	31
3.3.5	Návrh výztuže 2D (MSÚ).....	33
3.3.6	Šířka trhlin (MSP)	39
3.4	Třída všech MSÚ - maximální výpočtové kontaktní napětí	40
3.4.1	2D kontaktní napětí	40

1 ÚVOD

1.1 Rozsah dokumentace

Předmětem této části dokumentace je návrh a posouzení veškerých nosných železobetonových konstrukcí .

Dokumentace je provedena s podrobným zakreslením do výkresů, které obsahují tvary a dimenze všech nosných prvků.

1.2 Použité normy a literatura

ČSN EN 1990 ZMĚNA A1	Eurokód: zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	EC1 Část 1-1: Obecná zatížení - objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	EC1 Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	EC1 Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-2 OPRAVA1	EC 2 Část 1-1: Navrhování betonových konstrukcí- Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	EC 7 Část 1: Navrhování geotechnických konstrukcí – Obecná pravidla

1.3 Software

Výkresy vytvořeny v programu Autocad + profesní nástavby.
Statický výpočet byl proveden pomocí programu Scia Engineer 2019.

1.4 Podklady

- průběžné konzultace se zpracovatelem stavební části
- průběžné stavební výkresy
- odsouhlasený statický návrh hlavním projektantem

2 ZATÍŽENÍ

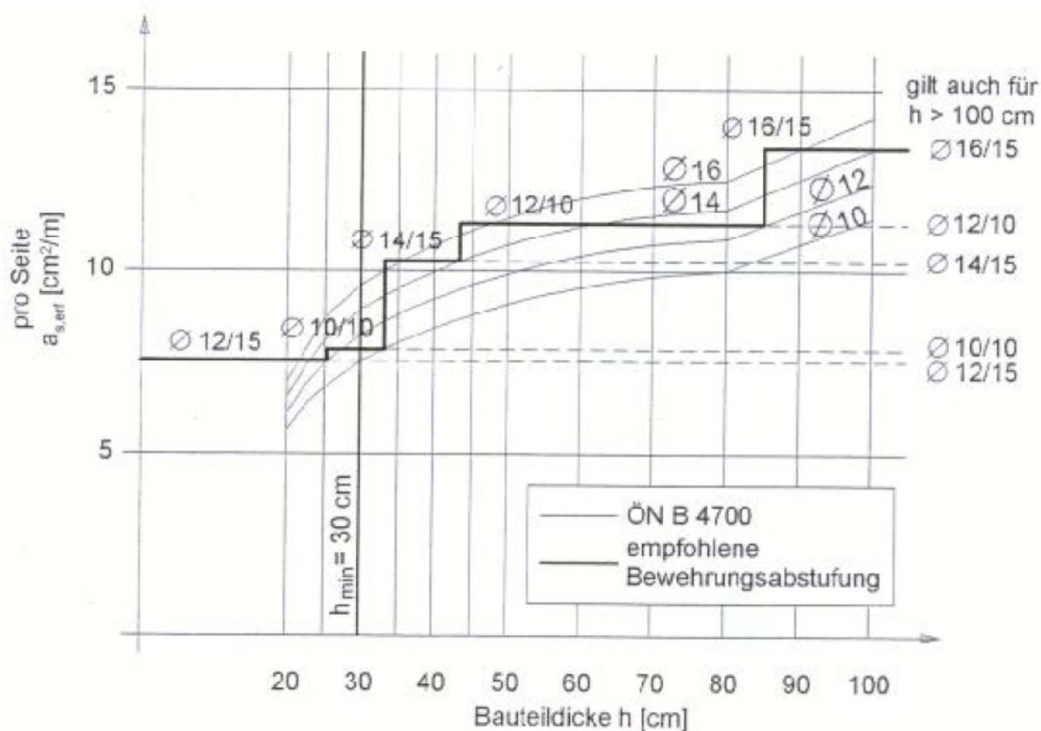
2.1 Stálá zatížení

- vl.tíha betonových konstrukcí – objemová hmotnost = 25 kN/m^3
- vl.tíha ocelových konstrukcí – objemová hmotnost = $78,5 \text{ kN/m}^3$

2.2 Zemní tlak od zásypu

- součinitel zemního tlaku v klidu: 0,5
- maximální objemová tíha zásypu: 19 kN/m^3
- maximální úhel vnitřního tření: 30°
- přitížení na povrchu: 30 kN/m^2

2.3 Minimální vyztužení proti vlivu rozvoje raných trhlin



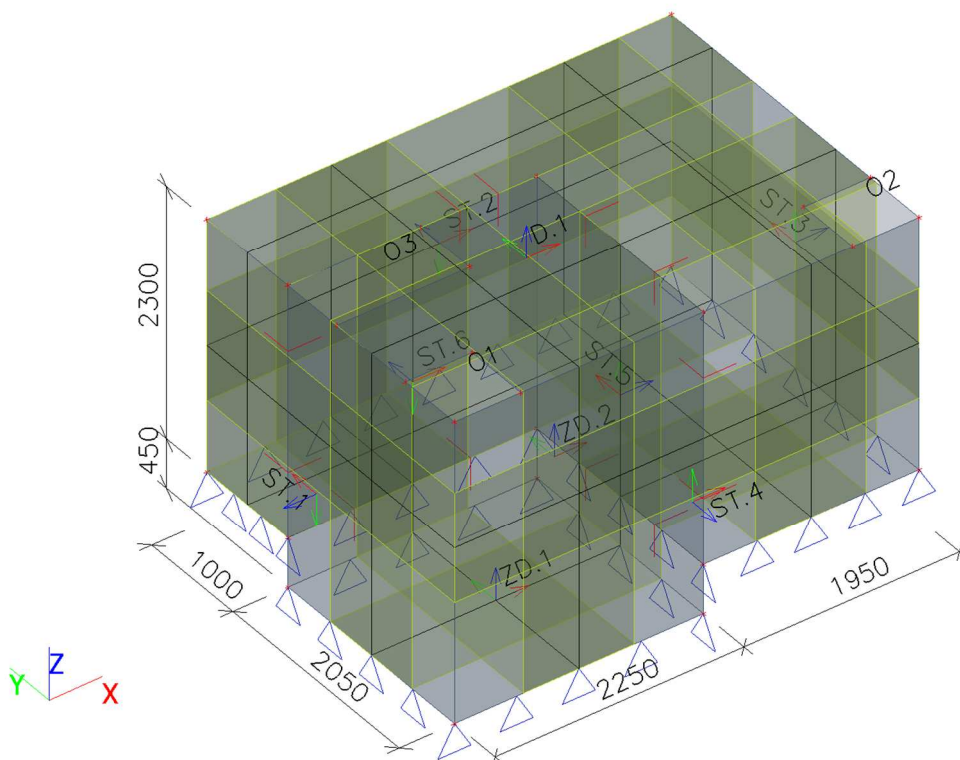
Obr. 4/6b Minimální výztuž pro centrické smrštění (ranný rozvoj trhlin)
Šířka trhliny $w_K = 0,20 \text{ mm}$ (krytí výztuže uvažováno 40 mm)

Minimální výztuž je 12/150 nebo 10/100

3 ODDĚLOVAČ KALU

3.1 Náhled na konstrukci, zatížení, kombinace

3.1.1 Náhled na konstrukci



3.1.2 Plochy

Jméno	Vrstva	Typ	Typ prvku	Materiál	Typ tloušťky	Tl. [mm]
ZD.1	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
ZD.2	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
ST.1	Vrstva1	stěna (80)	Standard	C30/37	konstantní	250
ST.2	Vrstva1	stěna (80)	Standard	C30/37	konstantní	250
ST.3	Vrstva1	stěna (80)	Standard	C30/37	konstantní	250
ST.4	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
ST.5	Vrstva1	stěna (80)	Standard	C30/37	konstantní	250
ST.6	Vrstva1	stěna (80)	Standard	C30/37	konstantní	250
D.1	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250

3.1.3 Podloží

Jméno	C1x [MN/m³]	C1z	C1y [MN/m³]	Tuhost [MN/m³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
jíl středně písčity	3,0000e+00	Pružný	3,0000e+00	3,0000e+00	0,0000e+00	0,0000e+00

3.1.4 Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Rídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
G1	Vlastní tíha	Stálé	G	-Z		
		Vlastní tíha				
G2	zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	Stálé	G			
		Standard				
W	max. tlak vody	Proměnné	W		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
Qd	přetížení dopravou 30 kN/m2	Proměnné	Qd		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				

3.1.5 Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
G	Stálé		
W	Proměnné	Standard	Voda
Qd	Proměnné	Standard	Kat F : vozidlo <30kN

3.1.6 Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Uz	únosnost, max. tlak zeminy a přetížení	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	G1 - Vlastní tíha	1,00
			G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	1,00
			Qd - přetížení dopravou 30 kN/m2	1,00
Pz,kv	použitelnost, kvazistálá, max. tlak zeminy a přetížení	EN-MSP kvazistálá	G1 - Vlastní tíha	1,00
			G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	1,00
			Qd - přetížení dopravou 30 kN/m2	1,00
Uw	únosnost, max. tlak vody	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	G1 - Vlastní tíha	1,00
			W - max. tlak vody	1,00
Pw,kv	použitelnost, kvazistálá, max. tlak vody	EN-MSP kvazistálá	G1 - Vlastní tíha	1,00
			W - max. tlak vody	1,00
U	únosnost	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	G1 - Vlastní tíha	1,00
			G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	1,00
			W - max. tlak vody	1,00
			Qd - přetížení dopravou 30 kN/m2	1,00
Pkv	použitelnost, kvazistálá	EN-MSP kvazistálá	G1 - Vlastní tíha	1,00
			G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	1,00
			W - max. tlak vody	1,00
			Qd - přetížení dopravou 30 kN/m2	1,00

3.1.7 Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	Uz - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
	Uw - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B

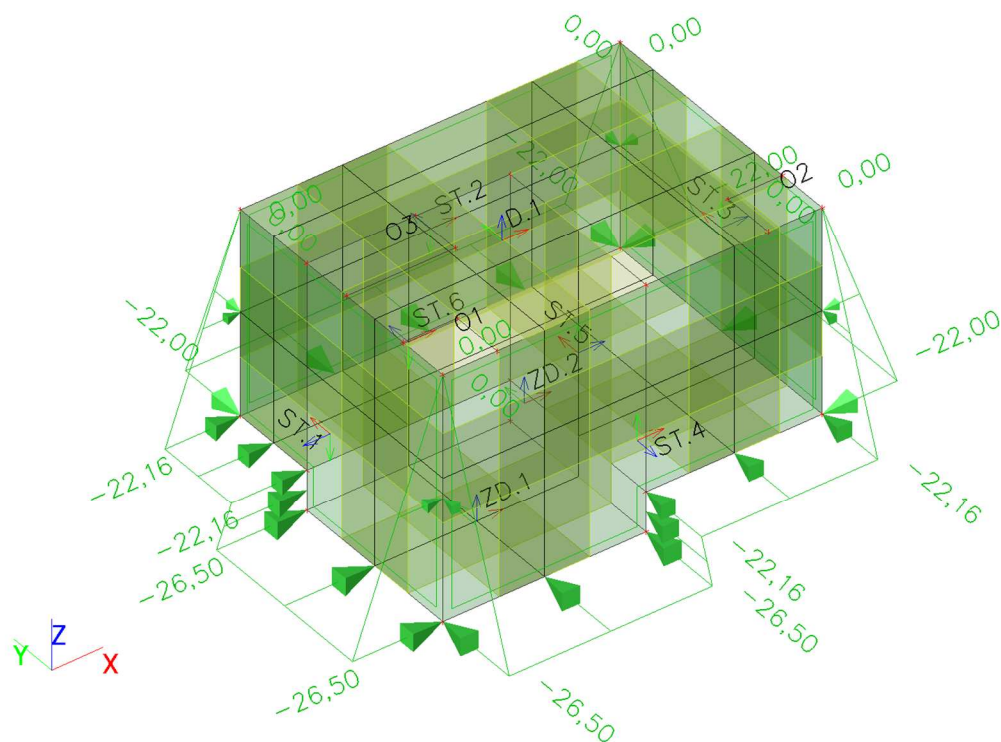
3.1.8 Volné plošné zatížení

Jméno	Zatěžovací stav	Směr	Typ	Rozložení	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	q3 [kN/m ²]	Plat- nost	Vý- běr	Systém	Poloha
FF_G2_1	G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	-26,50	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_G2_2	G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	-22,00	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_G2_3	G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	-22,00	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_G2_4	G2 - zemní tlak v klidu souč=0,5, gama=19kN/m3	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	-26,50	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_W_1	W - max. tlak vody	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	27,50	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_W_2	W - max. tlak vody	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	23,00	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_W_3	W - max. tlak vody	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	-23,00	Z=0	Auto	LSS entit	Délka
FF_W_4	W - max. tlak vody	Z	Síla	3 body	0,00	0,00	27,50	Z=0	Auto	LSS entit	Délka

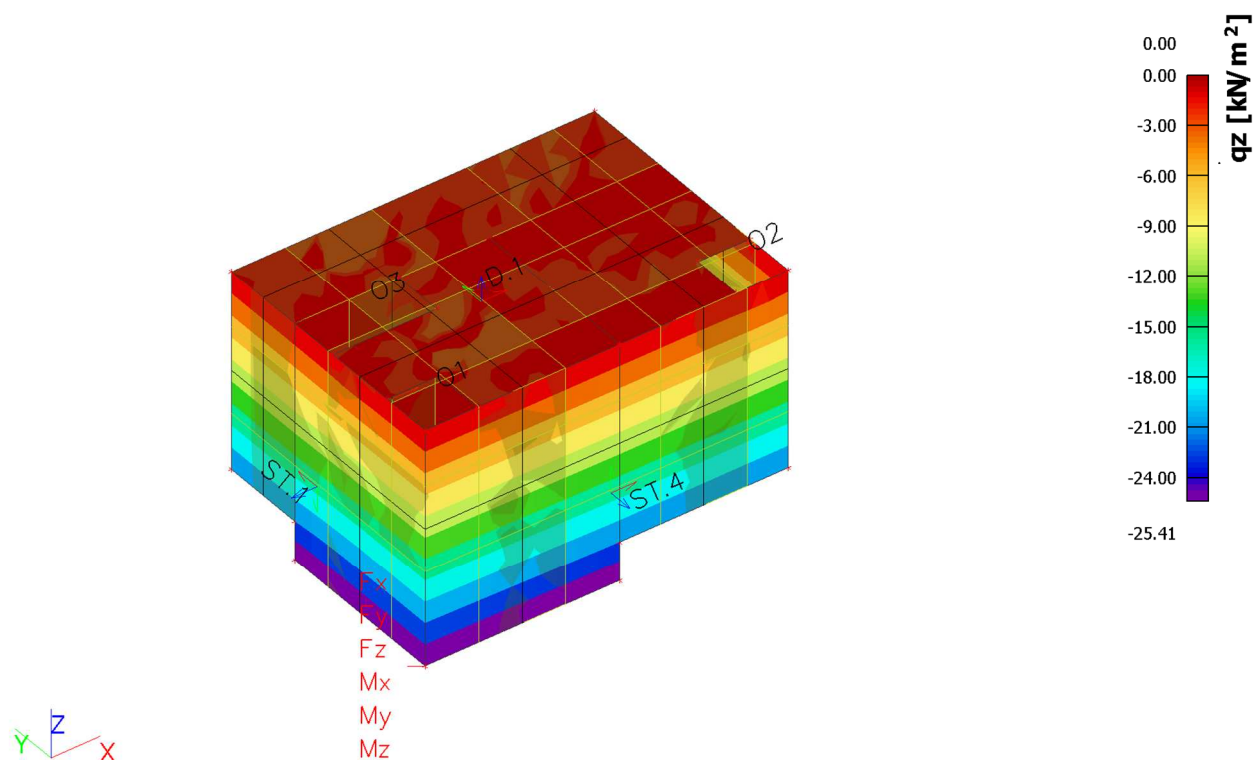
3.1.9 Plošné zatížení

Jméno	Směr	Typ	Hodnota [kN/m ²]	Plocha	Zatěžovací stav	Systém	Poloha
SF_W_1	Z	Síla	-27,50	ZD.1	W - max. tlak vody	GSS	Délka
SF_W_2	Z	Síla	-23,00	ZD.2	W - max. tlak vody	GSS	Délka
SF_QD_1	Z	Síla	-30,00	D.1	Qd - přitížení dopravou 30 kN/m2	GSS	Délka
SF_QD_2	Z	Síla	-15,00	ST.1	Qd - přitížení dopravou 30 kN/m2	LSS	Délka
SF_QD_3	Z	Síla	-15,00	ST.2	Qd - přitížení dopravou 30 kN/m2	LSS	Délka
SF_QD_4	Z	Síla	-15,00	ST.3	Qd - přitížení dopravou 30 kN/m2	LSS	Délka
SF_QD_5	Z	Síla	-15,00	ST.4	Qd - přitížení dopravou 30 kN/m2	LSS	Délka

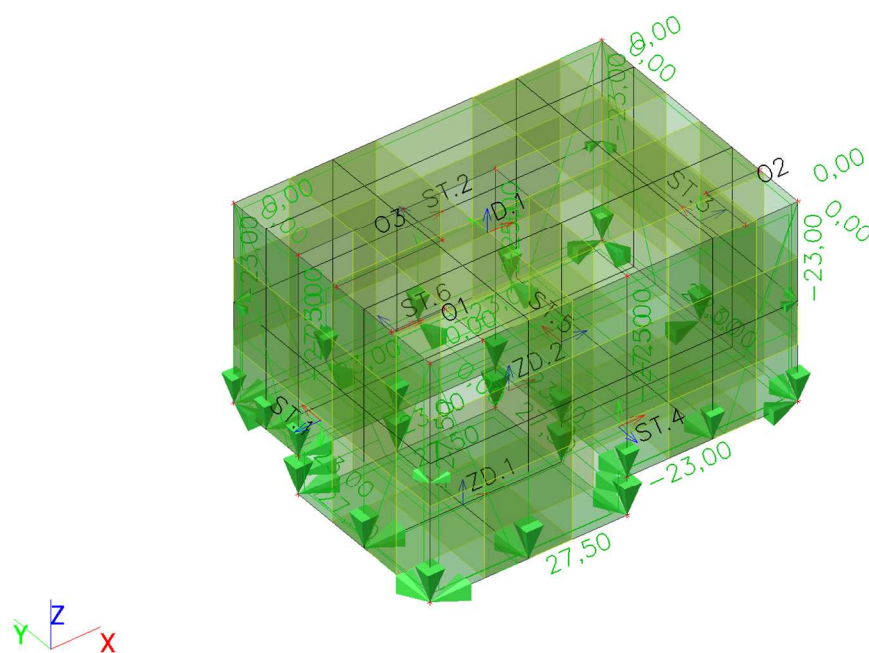
3.1.10 G2 - Zemní tlak v klidu ,součinitel 0,5, objemová hmotnost 19kN/m³



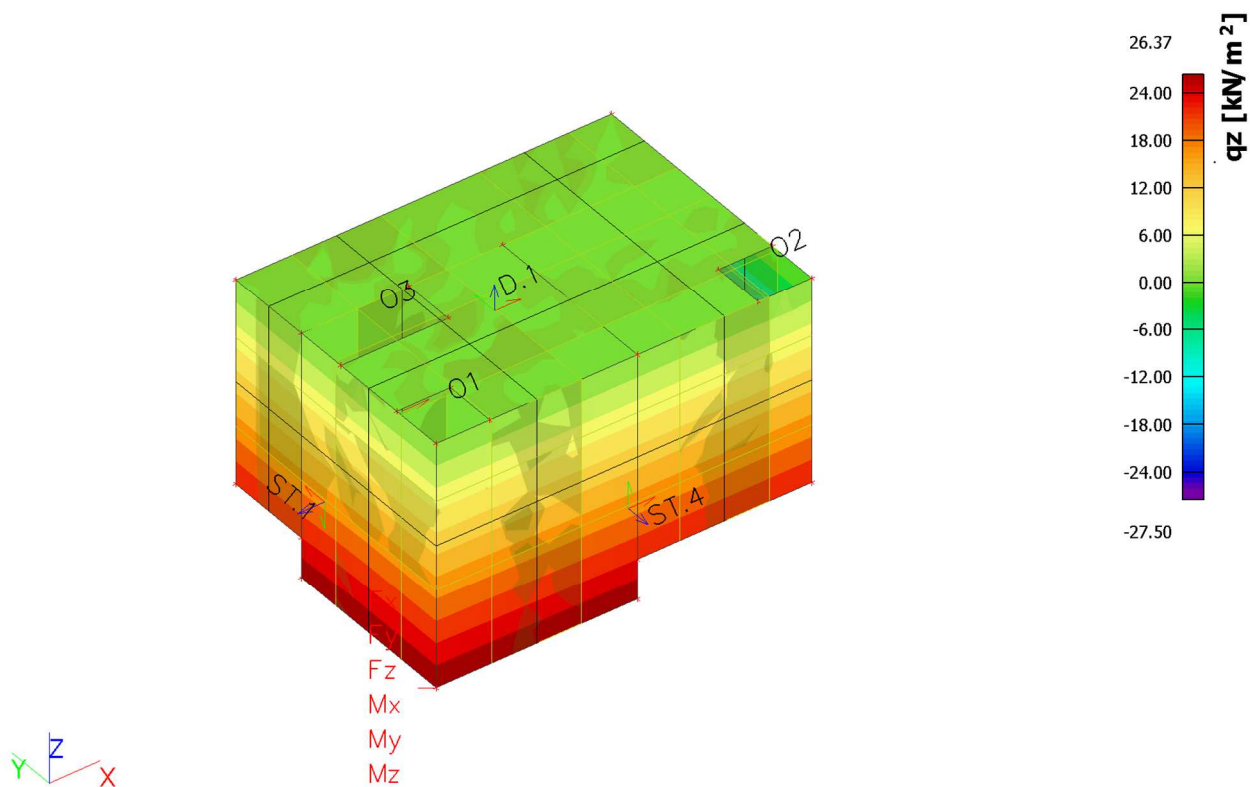
3.1.11 G2 - zemní tlak v klidu, průběh tlaků



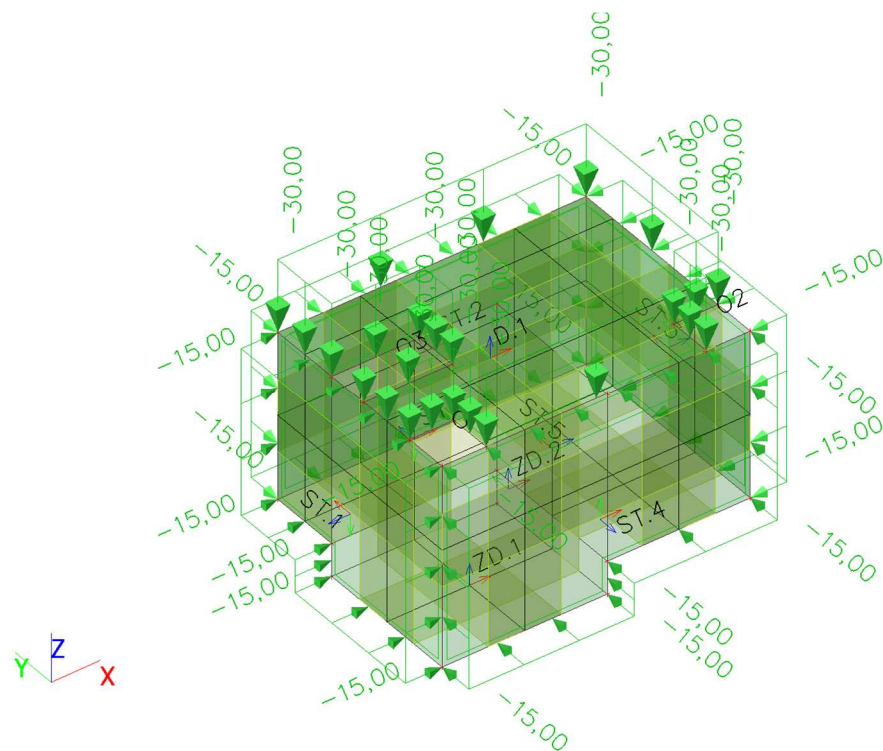
3.1.12 W - max. vodní tlak



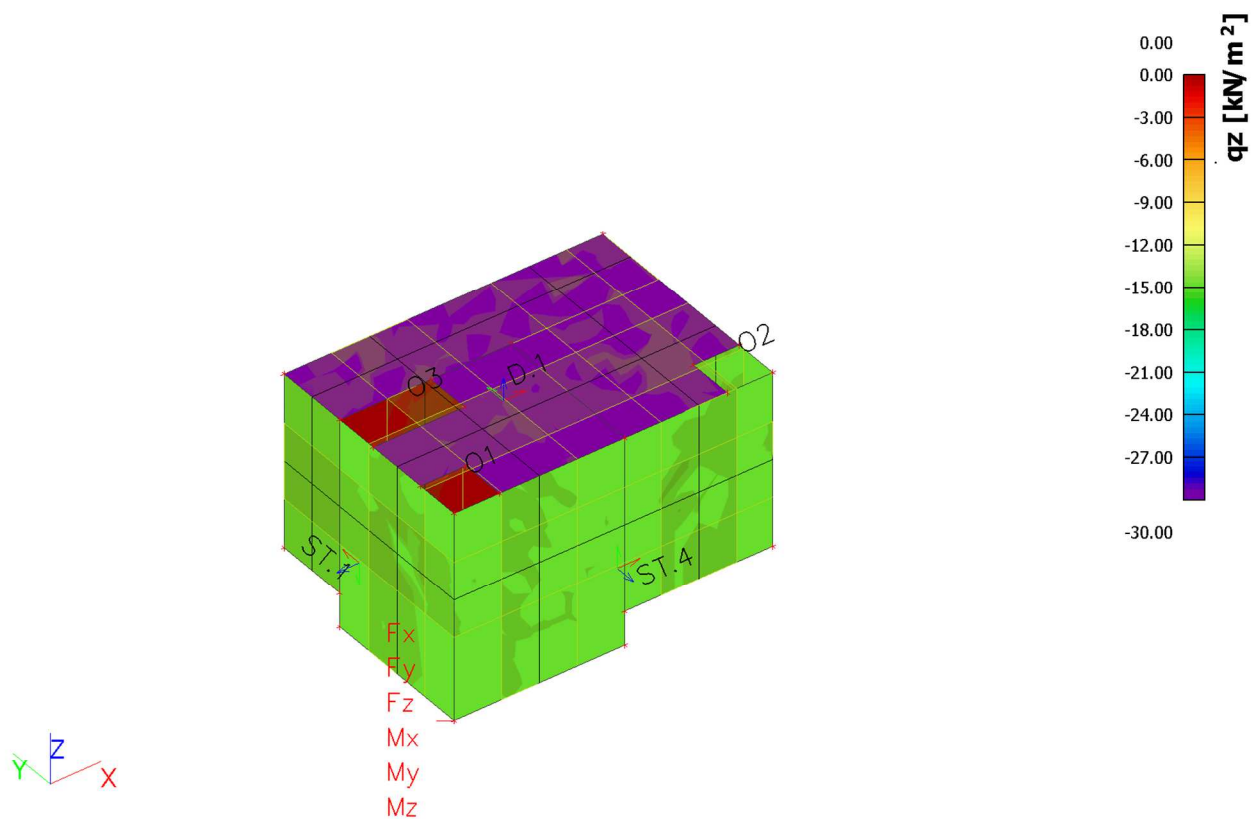
3.1.13 W - max. tlak vody, průběh tlaků



3.1.14 Qd - přetížení dopravou 30 kN/m²

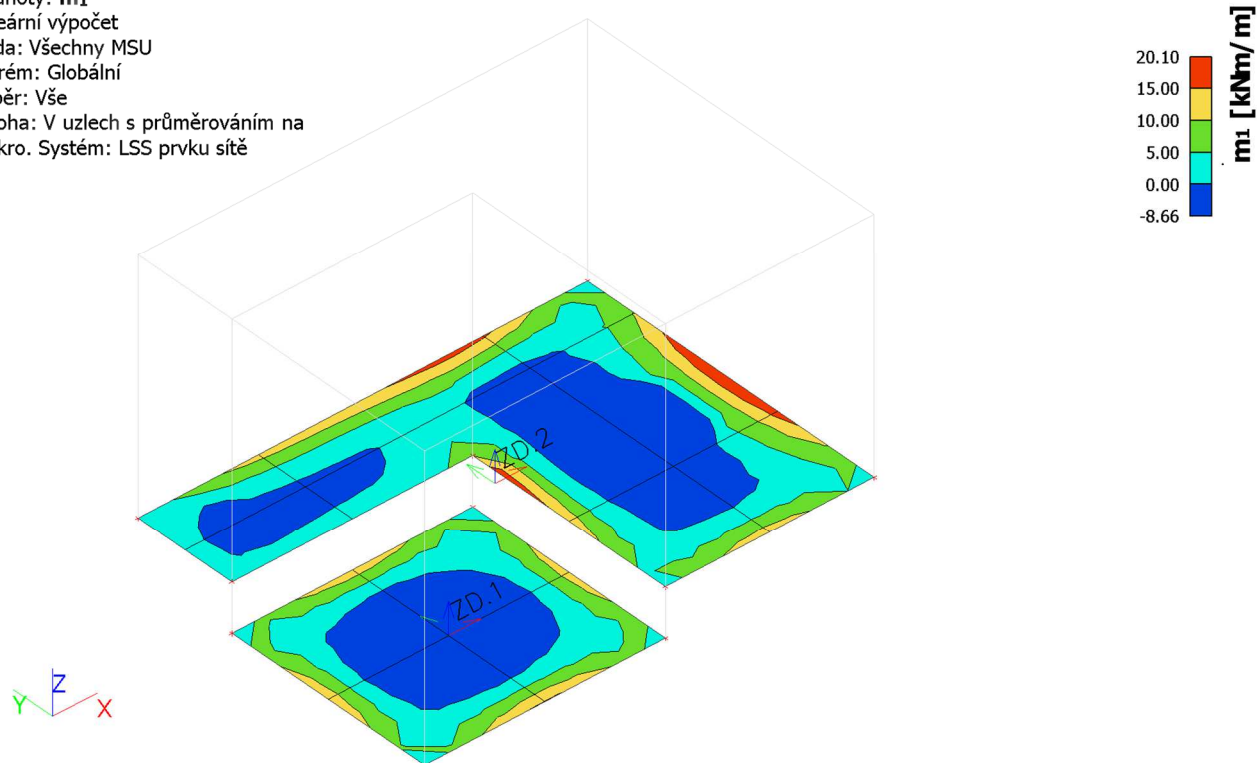


3.1.15 Qd - přetížení dopravou - průběh tlaků



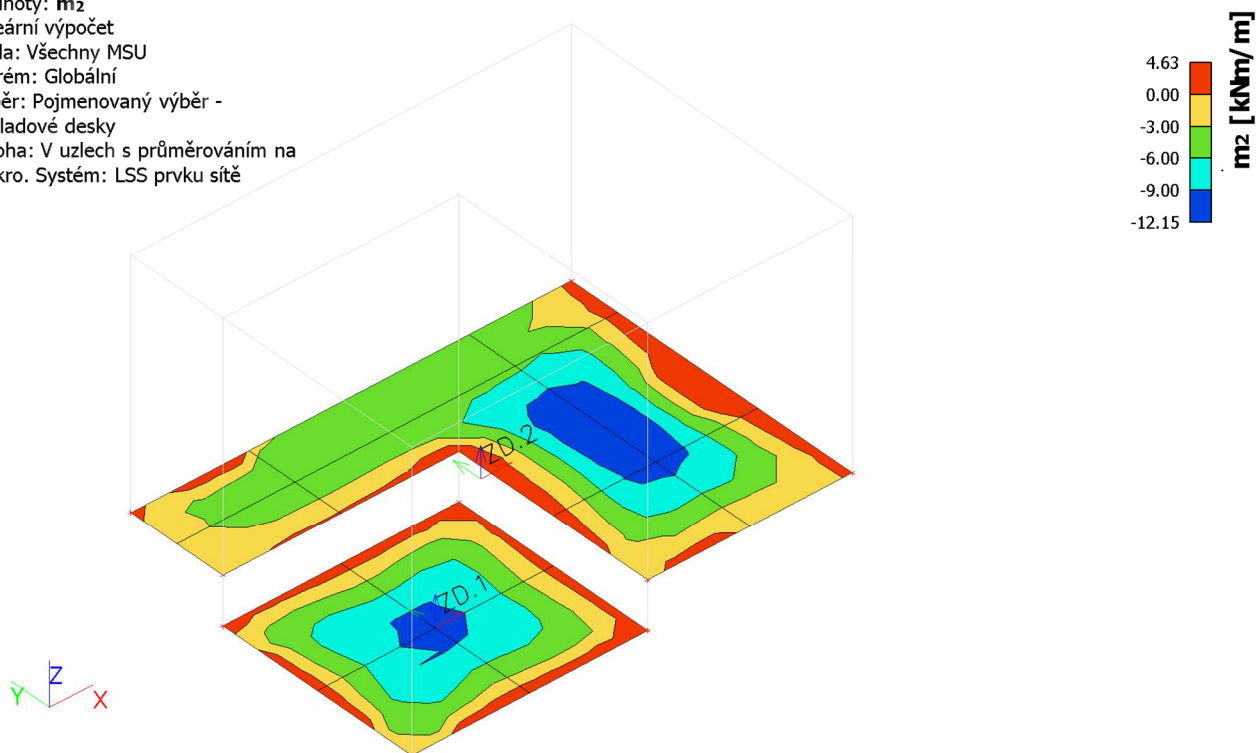
3.1.16 Třída všech MSÚ - hlavní momenty m_1

Hodnoty: m_1
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



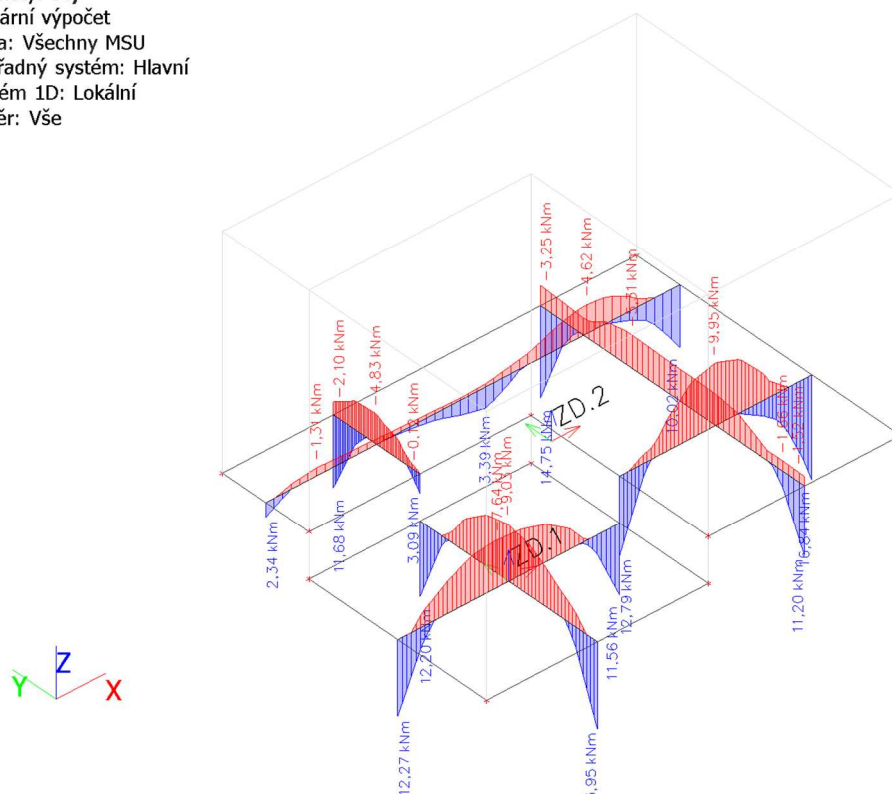
3.1.17 Třída všech MSÚ - hlavní momenty m_2

Hodnoty: m_2
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Extrém: Globální
Výběr: Pojmenovaný výběr -
Základové desky
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



3.1.18 Třída všech MSÚ - momenty na integračních pásech M_y

Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Lokální
Výběr: Vše



3.1.19 Třída všech MSÚ - vnitřní síly

Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Extrém: Dílec
Výběr: Pojmenovaný výběr - Základové desky
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě
Hlavní veličiny

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	m_1 [kNm/m] m_2 [kNm/m]	α_b [deg]	m_{tmaxb} [kNm/m]	q_{maxb} [kN/m]	β_b [deg]	n_1 [kN/m] n_2 [kN/m]	α_m [deg]	q_{maxm} [kN/m]
ZD.1	Prvek: 31 Uzel: 45	1,000 1,025 0,000	U/1	-8,64 -9,93	4,03	0,64	2,99	-168,47	-18,17 -30,54	26,31	6,18
ZD.1	Prvek: 58 Uzel: 75	1,000 1,794 0,000	Uw/2	-0,03 -2,01	-89,78	0,99	24,65	88,10	-3,24 -7,46	-83,28	2,11
ZD.1	Prvek: 4 Uzel: 252	1,000 0,000 0,000	U/3	4,79 0,33	89,18	2,23	33,01	-84,94	18,14 -19,56	51,29	18,85
ZD.1	Prvek: 30 Uzel: 44	0,750 1,025 0,000	Uw/2	-6,18 -6,30	-4,93	0,06	4,26	160,49	5,36 -0,80	19,58	3,08
ZD.1	Prvek: 31 Uzel: 45	1,000 1,025 0,000	U/4	-8,66 -9,73	4,58	0,53	0,90	162,06	-10,53 -23,18	37,44	6,32
ZD.1	Prvek: 4 Uzel: 252	1,000 0,000 0,000	U/1	14,30 1,89	88,67	6,20	64,91	-85,34	-17,91 -49,48	39,16	15,78
ZD.1	Prvek: 37 Uzel: 51	0,250 1,281 0,000	Uz/5	3,15 -2,19	-14,05	2,67	38,27	-179,79	-25,41 -39,18	-84,20	6,89

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	m ₁ [kNm/m] m ₂ [kNm/m]	α _b [deg]	m _{tmaxb} [kNm/m]	q _{maxb} [kN/m]	β _b [deg]	n ₁ [kN/m] n ₂ [kN/m]	α _m [deg]	q _{maxm} [kN/m]
ZD.1	Prvek: 19 Uzel: 31	0,250 0,769 0,000	Uz/5	3,24 -2,27	17,33	2,76	36,58	179,99	-21,36 -42,70	60,95	10,67
ZD.1	Prvek: 28 Uzel: 42	0,000 1,025 0,000	Uz/5	13,95 1,80	0,40	6,07	59,92	179,11	-40,28 -48,58	75,69	4,15
ZD.1	Prvek: 6 Uzel: 646	1,500 0,000 0,000	Uw/2	2,49 -0,86	-60,14	1,68	26,56	-124,00	35,94 -5,70	52,02	20,82
ZD.1	Prvek: 5 Uzel: 261	1,250 0,000 0,000	Uz/5	15,28 2,25	-89,14	6,52	62,19	-92,28	-32,96 -54,28	26,44	10,66
ZD.1	Prvek: 1 Uzel: 1	0,000 0,000 0,000	Uz/5	2,23 1,54	-48,86	0,34	10,49	41,84	6,31 5,62	68,10	0,34
ZD.1	Prvek: 55 Uzel: 72	0,000 1,794 0,000	Uz/5	5,83 1,30	-16,38	2,27	25,00	-148,89	-11,00 -19,44	-88,43	4,22
ZD.1	Prvek: 64 Uzel: 81	0,250 2,050 0,000	Uw/2	3,28 -0,86	-65,81	2,07	24,30	47,15	-7,23 -17,33	87,55	5,05
ZD.1	Prvek: 1 Uzel: 1	0,000 0,000 0,000	Uz/6	0,99 0,72	-49,07	0,14	4,75	43,14	2,60 2,07	58,59	0,26
ZD.1	Prvek: 6 Uzel: 646	1,500 0,000 0,000	U/4	9,45 1,10	-80,28	4,17	49,80	-108,06	10,95 -39,13	44,84	25,04
ZD.2	Prvek: 144 Uzel: 185	3,225 1,786 0,450	Uz/5	-6,23 -11,66	-88,64	2,72	3,01	69,24	-31,02 -43,18	71,65	6,08
ZD.2	Prvek: 152 Uzel: 194	3,225 1,531 0,450	Uz/5	-6,10 -12,15	-89,01	3,02	0,94	-12,36	-32,39 -38,66	86,02	3,13
ZD.2	Prvek: 79 Uzel: 106	1,729 3,050 0,450	Uz/5	13,50 3,18	-89,91	5,16	49,04	86,48	-27,62 -46,37	5,06	9,38
ZD.2	Prvek: 127 Uzel: 167	1,000 2,050 0,450	U/4	2,94 0,13	89,93	1,40	35,11	-89,83	-5,69 -22,16	-2,37	8,23
ZD.2	Prvek: 126 Uzel: 166	0,750 2,050 0,450	Uz/6	0,11 0,08	-78,62	0,02	10,93	-93,06	-2,88 -19,80	-34,94	8,46
ZD.2	Prvek: 156 Uzel: 198	4,200 1,525 0,450	U/1	20,10 3,58	-0,13	8,26	66,49	0,22	-29,95 -62,35	-87,06	16,20
ZD.2	Prvek: 117 Uzel: 156	2,733 2,297 0,450	U/3	-1,84 -2,27	-40,44	0,22	0,18	-96,85	14,95 -13,53	-80,44	14,24
ZD.2	Prvek: 141 Uzel: 181	2,250 1,794 0,450	Uz/5	17,61 4,63	-1,01	6,49	79,67	-177,96	-28,17 -42,49	-36,58	7,16
ZD.2	Prvek: 150 Uzel: 192	2,737 1,534 0,450	Uz/5	-3,56 -5,88	-87,19	1,16	32,23	-179,99	-30,56 -35,05	-19,06	2,24
ZD.2	Prvek: 149 Uzel: 190	2,250 1,537 0,450	Uz/5	16,90 3,03	-1,02	6,94	67,52	179,92	-6,49 -37,87	-44,88	15,69
ZD.2	Prvek: 132 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uw/7	1,88 0,72	-21,33	0,58	31,90	-126,39	72,30 23,90	-82,39	24,20
ZD.2	Prvek: 132 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uz/5	9,72 2,55	-6,64	3,59	76,53	-126,07	-70,49 -99,53	-37,01	14,52
ZD.2	Prvek: 132 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uw/2	1,36 0,53	-28,72	0,42	27,18	-126,35	71,11 24,73	-83,16	23,19
ZD.2	Prvek: 160 Uzel: 203	3,225 1,276	Uw/2	-0,58 -2,28	-81,85	0,85	5,06	4,43	25,53 -14,04	-89,90	19,79

Jméno	Síť	Pozice [m]	Stav	m ₁ [kNm/m] m ₂ [kNm/m]	α _b [deg]	m _t maxb [kNm/m]	q _{maxb} [kN/m]	β _b [deg]	n ₁ [kN/m] n ₂ [kN/m]	α _m [deg]	q _{maxm} [kN/m]
ZD.2	Prvek: 168 Uzel: 212	0,450 3,225 1,021 0,450	U/3	-0,49 -1,73	-69,51	0,62	6,27	6,40	13,59 -25,55	89,82	19,57
ZD.2	Prvek: 85 Uzel: 118	3,212 3,050 0,450	Uw/8	3,74 0,42	85,75	1,66	20,32	99,62	-3,88 -4,09	-63,02	0,11
ZD.2	Prvek: 189 Uzel: 235	2,250 0,256 0,450	Uw/7	0,79 -0,93	35,72	0,86	11,99	138,32	58,97 -15,75	48,04	37,36

Jméno	Klíč kombinace
U/1	1.15*G1 + 1.15*G2 + 0.75*W + 1.50*Qd
Uw/2	G1 + 1.50*W
U/3	G1 + G2 + 1.50*W
U/4	1.15*G1 + 1.15*G2 + 1.50*W + 1.05*Qd
Uz/5	1.15*G1 + 1.15*G2 + 1.50*Qd
Uz/6	G1 + G2
Uw/7	1.15*G1 + 1.50*W
Uw/8	G1

3.1.20 Návrh výztuže 2D (MSÚ)

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Extrém: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Základové desky

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Deska ZD.1

OBDÉL (1000,0; 250,0)

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 1/0 [X=0m, Y=0m, Z=0m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø12,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø12,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 40 mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø12,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

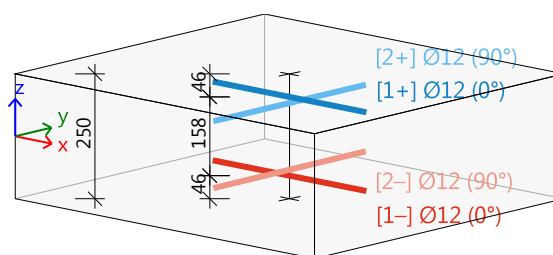
Ø12,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 40 mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída: S2 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí: XC2, XF4, XA1 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

(4.2)

$$= \max(12; 15 + 0 - 0 - 0; 10) = 15 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly

Originální založený na MKP, kritický

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Tabulka vnitřních sil

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Uz/1	4,4	4,6	2,4	5,7	6,2	0,2	7,8	7,0
Uw/2	-1,3	-1,2	3,0	-16,6	-18,7	10,7	16,1	15,0
Uw/3	-1,3	1,3	3,2	-17,3	-19,5	11,1	17,2	16,1
Uz/4	2,0	2,1	1,1	2,2	2,5	0,2	3,5	3,2
Uz/5	4,1	4,3	2,2	5,4	5,9	0,2	7,3	6,5
Uw/6	1,4	1,4	1,6	-4,8	-5,2	2,9	7,4	7,5
U/7	3,9	4,2	2,9	-0,7	-1,1	4,2	11,7	10,4
U/8	4,1	4,5	3,1	-0,2	-0,5	4,1	12,2	10,8

Tabulka kombinací

Stav	Klíč kombinace
Uz/1	1.15*G1+1.15*G2+1.50*Qd
Uw/2	G1+1.50*W
Uw/3	1.15*G1+1.50*W
Uz/4	G1+G2
Uz/5	G1+G2+1.50*Qd
Uw/6	G1
U/7	1.35*G1+1.35*G2+0.75*W+1.05*Qd
U/8	1.15*G1+1.15*G2+0.75*W+1.50*Qd

Návrh podélné výztuže

Statically nutná výztuž

Směr návrhu [$\alpha=0^\circ$]

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = 0.171 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 15.2 \text{ kN/m} \text{ [Uw/3]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 46 \text{ mm} \rightarrow d = 204 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 15 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.007\%$$

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 3.69 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 31.1 \text{ kN/m} \text{ [U/8]}$$

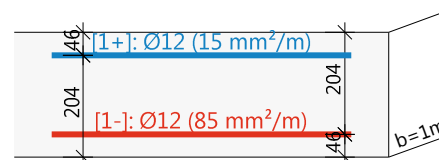
$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 46 \text{ mm} \rightarrow d = 204 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 85 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.042\%$$



Směr návrhu [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

$$m_{Ed} = 0.155 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 11.4 \text{ kN/m} \text{ [Uw/2]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 58 \text{ mm} \rightarrow d = 192 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 10 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.005\%$$

[2-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 4.1 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 30.8 \text{ kN/m} \text{ [U/8]}$$

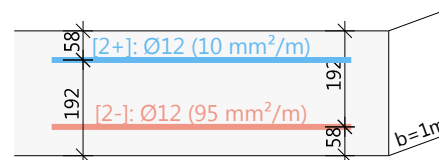
$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 58 \text{ mm} \rightarrow d = 192 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 95 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.050\%$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -43.6 \text{ kN} \text{ [Uw/3]}$$

s tlačnou zónou:

$$x = 2 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = x \cdot b = 1.9 \cdot 1000 = 1877 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{f_{cd}} \cdot f_{cd} = 1877 \cdot 0.85 \cdot 20 = 31.9 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-43.6)}{31.9} = 1.37$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 204}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 204 \right\} = 308 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 192}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 192 \right\} = 290 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 204}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 204 \right\} = 308 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 192}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 192 \right\} = 290 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

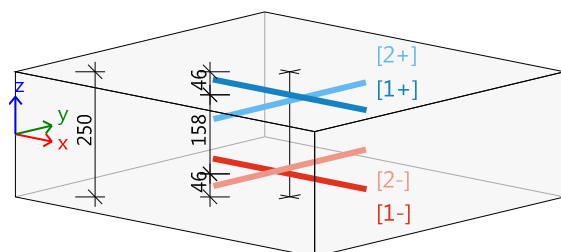
$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

Předpokládaná výztuž

	Základní	Přídavná		$A_{s,prov}$ [mm ² /m]	$A_{s,req}$ [mm ² /m]	$A_{s,add,req}$ [mm ² /m]	$A_{s,min}$ [mm ² /m]	$A_{s,max}$ [mm ² /m]	Stav
		Uživatelské...	Navrženo						
[1+]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (15)	0	377	2308	OK
[2+]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (10)	0	377	2308	OK
[1-]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (85)	0	377	2308	OK
[2-]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (95)	0	377	2308	OK

$A_{s,req}$ - nutná výztuž včetně konstrukčních zásad, $A_{s,prov}$ - předpokládaná výztuž - základní (napříč všemi povrchy) a přídavná (lokální) výztuž včetně uživatelem zadané (modelované) 2D výztuže, $A_{s,min/max}$ - minimální / maximální plochy výztuže z konstrukčních zásad, Stav - posouzení $A_{s,req} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$



[1+] φ12,0/150
[2+] φ12,0/150
[1-] φ12,0/150
[2-] φ12,0/150

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{17.2^2 + 16.1^2} = 23.6 \text{ kN/m [Uw/3]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -3.5 \text{ kNm} \mid n_z = -29 \text{ kN}$$

$$d = 198 \text{ mm} \mid z = 197 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže.

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{754}{1000 \cdot 198} = 0.381 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{754}{1000 \cdot 198} = 0.381 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{3.81 \cdot 10^{-3} \cdot 3.81 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.381 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = -17.3 \text{ kN/m}$ $n_y = -19.5 \text{ kN/m}$ [Uw/3]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-17.3}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.07 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-19.5}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.08 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.07 + 0.08}{2} = 0.07 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{198} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 3.81 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.0735 \right) \cdot 0.198; 0 \right) = 109 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0.0735 \right) \cdot 0.198; 0 \right) = 110 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}, v_{Rdmin}) = \max(109 \text{ kN/m}; 110 \text{ kN/m}) = 110 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250} \right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 45^\circ, \cot(\theta) = 1$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.197 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(45) + \tan(45))} = 1042 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 23.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1042 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 23.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 110 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

Návrhové síly $v_{Ed} = 23,6 \text{ kN}$ [Uw/3]

[Uw/3] : 1.15*G1+1.50*W

Úhel θ [°]	$A_{sl,x}$ [mm ² /m]	$A_{sl,y}$ [mm ² /m]	ρ_l [%]	v_{Ed} [kN/m]	v_{Rdc} [kN/m]	$v_{Rd,max}$ [kN/m]	$A_{sw,req}$ [mm ² /m ²]	Stav
Uživatel (45°)	754	754	0,381	23,6	109,5	1041,6	0 (bez výztuže)	OK

θ - úhel náhradní diagonály, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - střední hodnota poměru podélné výztuže, v_{Rdc} - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

3.1.21 Šířka trhlin (MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Pz,kv

Extrém: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Základové desky

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Deska ZD.1	OBDÉL (1000,0; 250,0)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 1/0 [X=0m, Y=0m, Z=0m]

Nastavení výpočtu:

Norma	ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07
Součinitel pro efektní výšku	$\text{Coeff}_d = 0.9$
Procenta dlouhodobého zatížení	$\text{Coeff}_{long} = 1$
Efektivní součinitel dotvarování	$\varphi_{ef} = 2.35$
Pevnost pro výpočet $f_{ct,eff}$	f_{ctm}
Pevnost pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin	f_{cteff}
Modul pružnosti betonu	E_c
Limitní hodnota šířky trhlin	$w_{max-} = 0.2 \text{ mm}$ $w_{max+} = 0.2 \text{ mm}$

Materiál

Beton: C30/37 $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$	Výztuž B 500B $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$f_{ct,eff} = 2.9 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
$E_c = 32.8 \text{ GPa}$	$\epsilon_{yk} = 2.5 \text{ ‰}$
$\sigma_{cr} = 2.9 \text{ MPa}$	

Vnitřní síly (povrch)

[1-]: $G1+G2+0.60 \cdot Q_d$: $n_{Ed,char} = 3.46 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = 1.43 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 3.46 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = 1.43 \text{ kNm/m}$

[2-]: $G1+G2+0.60 \cdot Q_d$: $n_{Ed,char} = 3.84 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = 1.01 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 3.84 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = 1.01 \text{ kNm/m}$

[1+]: $G1+G2$: $n_{Ed,char} = 2.56 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = 0.721 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 2.56 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = 0.721 \text{ kNm/m}$

[2+]: $G1+G2$: $n_{Ed,char} = 2.12 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = 0.993 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 2.12 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = 0.993 \text{ kNm/m}$

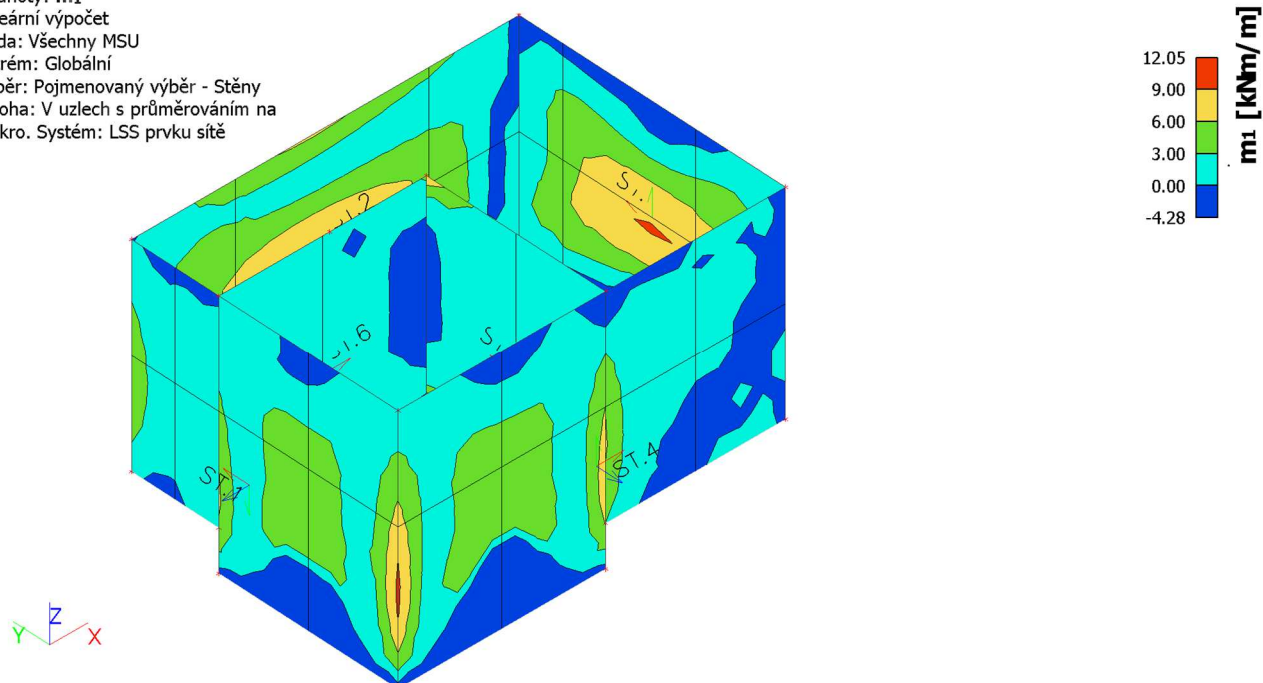
Posudek šířky trhlin

Povrch / Směr	Úhel/ [°]	σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Trhliny	$s_{r,max}$ [mm]	$\epsilon_{sm,cm}$ [‰]	w [mm]	w_{lim} [mm]	Jednotkový posudek[-]	Stav
[1-]	-50.1	0.146	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[2-]	39.9	0.108	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[1+]	42.2	-0.0568	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[2+]	132	-0.0838	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK

3.2 Stěny

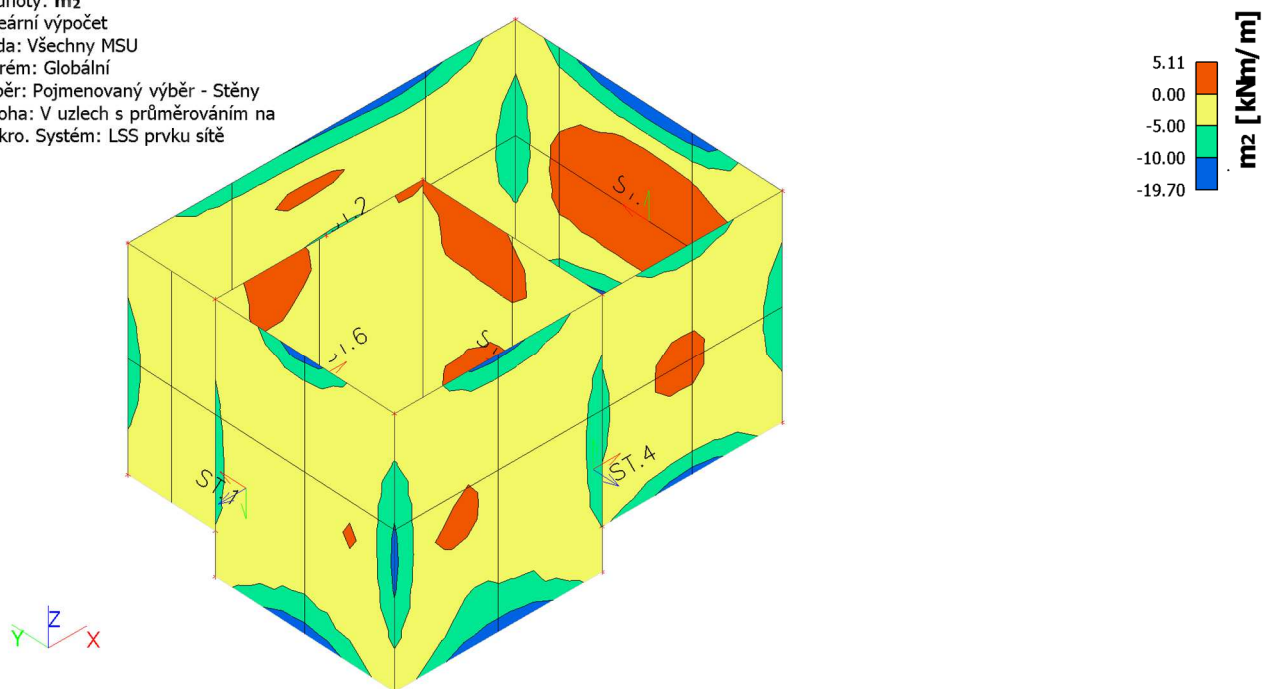
3.2.1 Třída všech MSÚ - hlavní momenty m_1

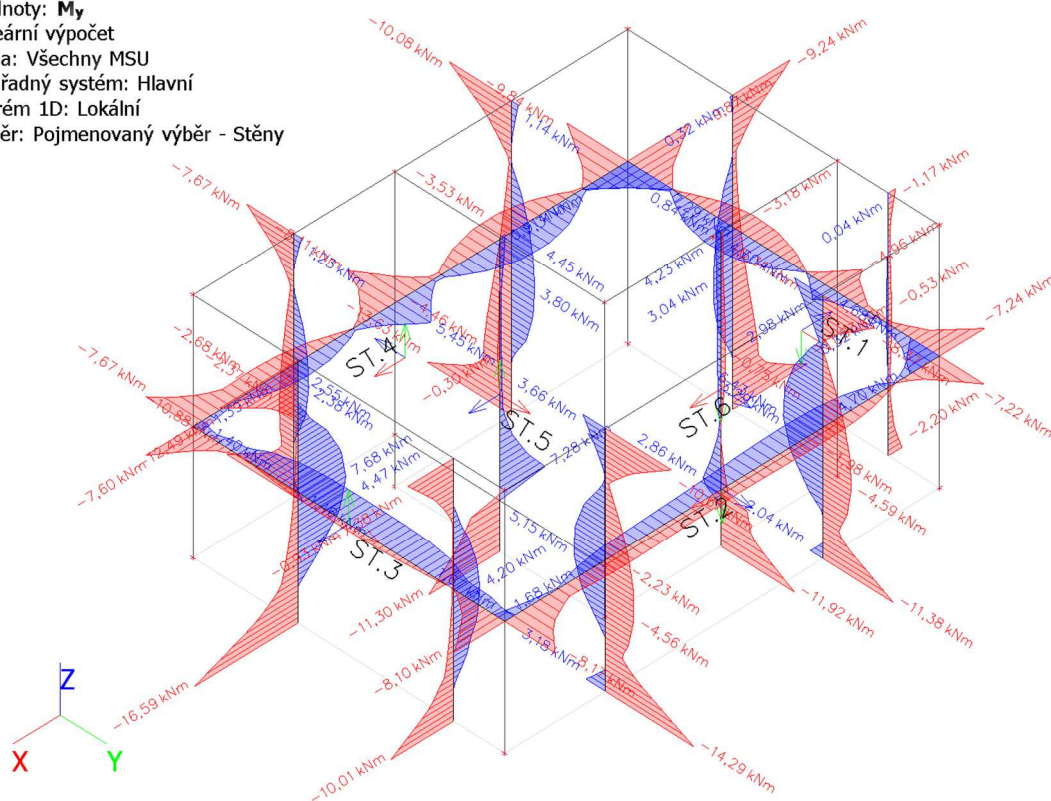
Hodnoty: m_1
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSÚ
Extrém: Globální
Výběr: Pojmenovaný výběr - Stěny
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



3.2.2 Třída všech MSÚ - hlavní momenty m_2

Hodnoty: m_2
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSÚ
Extrém: Globální
Výběr: Pojmenovaný výběr - Stěny
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě





Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	m ₁ [kNm/m] m ₂ [kNm/m]	α _b [deg]	mt _{maxb} [kNm/m]	q _{maxb} [kN/m]	β _b [deg]	n ₁ [kN/m] n ₂ [kN/m]	α _m [deg]	q _{maxm} [kN/m]
ST.4	Prvek: 729 Uzel: 786	1,266 0,000 0,725	Uw/1	-4,28 -4,53	-70,88	0,13	2,73	12,05	22,84 -28,92	-17,67	25,88
ST.3	Prvek: 487 Uzel: 198	4,200 1,525 0,450	U/2	-3,63 -19,70	0,04	8,04	61,19	89,84	-30,67 -68,00	-2,72	18,66
ST.3	Prvek: 523 Uzel: 580	4,200 1,549 1,472	U/3	9,23 5,11	89,33	2,06	1,87	98,53	-3,24 -42,55	-5,11	19,65
ST.5	Prvek: 795 Uzel: 199	2,250 1,281 0,450	Uw/1	0,37 -0,24	-90,00	0,31	1,30	76,76	17,36 -51,15	-9,90	34,25
ST.2	Prvek: 403 Uzel: 460	1,729 3,050 1,728	Uz/4	3,33 1,46	89,99	0,93	2,36	85,15	-7,10 -15,32	9,55	4,11
ST.5	Prvek: 780 Uzel: 822	2,250 1,794 1,472	Uw/5	0,28 0,27	-0,38	0,00	0,58	-96,76	3,49 -42,39	3,72	22,94
ST.5	Prvek: 799 Uzel: 846	2,250 1,281 1,728	Uw/5	0,33 0,16	-67,23	0,08	0,03	-100,91	13,02 -29,85	14,67	21,44

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	m ₁ [kNm/m] m ₂ [kNm/m]	α _b [deg]	m _{t,maxb} [kNm/m]	q _{maxb} [kN/m]	β _b [deg]	n ₁ [kN/m] n ₂ [kN/m]	α _m [deg]	q _{maxm} [kN/m]
ST.3	Prvek: 588 Uzel: 645	4,200 0,300 2,750	U/6	0,65 -0,67	51,91	0,66	11,78	-179,98	1,04 -9,69	-87,29	5,36
ST.2	Prvek: 412 Uzel: 469	3,953 3,050 1,728	Uz/7	0,62 -2,97	81,55	1,79	20,62	179,99	-23,92 -27,20	-54,52	1,64
ST.6	Prvek: 939 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uz/8	4,97 -2,13	81,76	3,55	39,64	115,72	-99,73 -200,98	-33,74	50,63
ST.5	Prvek: 776 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uw/1	1,45 -2,47	3,94	1,96	15,34	-44,71	92,84 23,82	30,64	34,51
ST.5	Prvek: 777 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uz/8	12,05 0,09	87,91	5,98	80,12	-100,23	-92,10 -215,56	26,58	61,73
ST.6	Prvek: 858 Uzel: 6	2,250 2,050 0,450	Uw/1	1,14 -3,38	3,38	2,26	24,71	51,79	38,80 33,85	-34,67	2,48
ST.4	Prvek: 591 Uzel: 663	3,976 0,000 2,232	U/3	-0,76 -2,73	78,91	0,98	9,10	140,32	-7,03 -19,78	-89,97	6,37
ST.4	Prvek: 594 Uzel: 586	4,200 0,000 1,472	Uz/8	-1,27 -7,72	89,93	3,22	30,16	-178,08	-19,40 -32,35	89,71	6,47
ST.1	Prvek: 223 Uzel: 12	0,000 0,000 2,750	Uw/9	0,20 -0,05	-16,92	0,13	1,04	45,85	0,07 -0,01	-82,38	0,04

Jméno	Klíč kombinace
Uw/1	1.15*G1 + 1.50*W
U/2	1.15*G1 + 1.15*G2 + 0.75*W + 1.50*Qd
U/3	1.15*G1 + 1.15*G2 + 1.50*W + 1.05*Qd
Uz/4	1.35*G1 + 1.35*G2
Uw/5	G1 + 1.50*W
U/6	G1 + G2 + 1.50*W
Uz/7	G1 + G2 + 1.50*Qd
Uz/8	1.15*G1 + 1.15*G2 + 1.50*Qd
Uw/9	G1

3.2.5 Návrh výztuže 2D (MSÚ)

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Extrém: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Stěny

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Deska ST.4	OBDÉL (1000,0; 250,0)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 14/0 [X=4.2m, Y=0m, Z=2.75m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø12,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø12,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 40$ mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø12,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

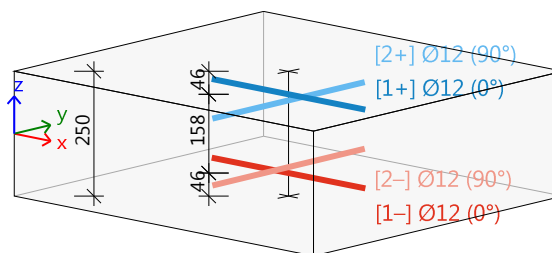
Ø12,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 40$ mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída: S2 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí: XC2, XF4, XA1 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

(4.2)

$$= \max(12; 15 + 0 - 0 - 0; 10) = 15 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly

Originální založený na MKP, kritický

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Tabulka vnitřních sil

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Uw/1	0,2	-0,1	0,2	-5,9	-1,7	-0,5	-1,0	-0,2
U/2	-2,7	-0,9	0,7	19,0	1,1	3,6	-3,3	-2,6
Uz/3	-0,9	-0,2	-0,1	6,3	-0,5	1,3	3,3	1,2
U/4	-2,3	-0,9	0,8	26,9	3,8	6,1	-3,4	-4,3
U/5	-1,1	-0,7	0,6	24,2	4,5	6,3	0,0	-3,3
Uz/6	-2,5	-0,7	-0,8	9,3	-1,4	1,0	-2,1	-0,5
U/7	-2,6	-0,9	0,7	18,4	1,1	3,4	-3,7	-2,7
Uw/8	-0,6	-0,7	0,7	12,8	2,9	4,7	-3,6	-4,4
U/9	-2,4	-0,9	0,8	27,6	3,8	6,3	-3,1	-4,2
Uw/10	0,2	-0,1	0,2	-7,9	-2,3	-0,7	-1,4	-0,3
U/11	-1,2	-0,7	0,6	24,9	4,4	6,4	0,3	-3,1
Uz/12	-0,7	-0,1	-0,1	4,6	-0,4	1,0	2,4	0,9
Uz/13	-2,4	-0,7	-0,8	8,6	-1,3	0,8	-2,5	-0,6
Uw/14	-0,7	-0,7	0,7	13,7	3,2	4,7	-3,5	-4,4

Tabulka kombinací

Stav	Klíč kombinace
Uw/1	G1
U/2	1.15*G1+1.15*G2+0.75*W+1.50*Qd
Uz/3	1.35*G1+1.35*G2
U/4	G1+G2+1.50*W+1.05*Qd
U/5	G1+G2+1.50*W
Uz/6	1.15*G1+1.15*G2+1.50*Qd
U/7	G1+G2+0.75*W+1.50*Qd
Uw/8	1.15*G1+1.50*W
U/9	1.15*G1+1.15*G2+1.50*W+1.05*Qd
Uw/10	1.35*G1
U/11	1.15*G1+1.15*G2+1.50*W
Uz/12	G1+G2
Uz/13	G1+G2+1.50*Qd
Uw/14	G1+1.50*W

Návrh podélné výztuže

Statically nutná výztuž

Směr návrhu $[\alpha=0^\circ]$

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -1.67 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 25.9 \text{ kN/m} \text{ [U/2]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 46 \text{ mm} \rightarrow d = 204 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 54 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.027\%$$

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 0.34 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 20.4 \text{ kN/m} \text{ [Uw/14]}$$

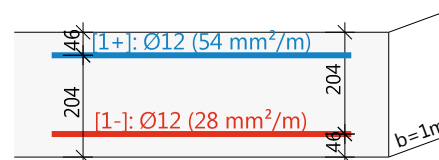
$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 46 \text{ mm} \rightarrow d = 204 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 28 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.014\%$$



Směr návrhu [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -0.667 \text{ kNm/m} \quad | \quad n_{Ed} = 6.4 \text{ kN/m} \quad [U/6]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 58 \text{ mm} \rightarrow d = 192 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 18 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.009\%$$

[2-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 0.012 \text{ kNm/m} \quad | \quad n_{Ed} = 11.4 \text{ kN/m} \quad [U/4]$$

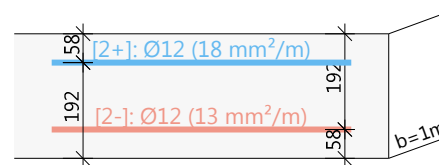
$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 58 \text{ mm} \rightarrow d = 192 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 13 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.007\%$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -13.7 \text{ kN} \quad [U/4]$$

s tlačnou zónou:

$$x = 0.3 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = x \cdot b = 0.27 \cdot 1000 = 273 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 273 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4.64 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-13.7)}{4.64} = 2.96$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 204}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 204 \right\} = 308 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 192}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 192 \right\} = 290 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 204}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 204 \right\} = 308 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 192}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 192 \right\} = 290 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

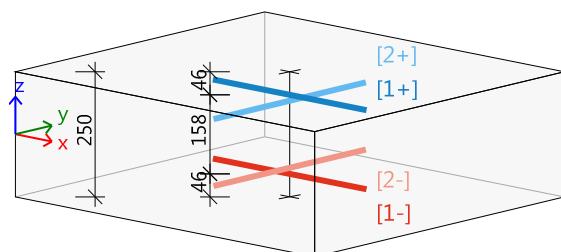
$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

Předpokládaná výztuž

	Základní	Přídavná		$A_{s,prov}$ [mm ² /m]	$A_{s,req}$ [mm ² /m]	$A_{s,add,req}$ [mm ² /m]	$A_{s,min}$ [mm ² /m]	$A_{s,max}$ [mm ² /m]	Stav
		Uživatelské...	Navrženo						
[1+]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (54)	0	377	2308	OK
[2+]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (18)	0	377	2308	OK
[1-]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (28)	0	377	2308	OK
[2-]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (13)	0	377	2308	OK

$A_{s,req}$ - nutná výztuž včetně konstrukčních zásad, $A_{s,prov}$ - předpokládaná výztuž - základní (napříč všemi povrchy) a přídavná (lokální) výztuž včetně uživatelem zadané (modelované) 2D výztuže, $A_{s,min/max}$ - minimální / maximální plochy výztuže z konstrukčních zásad, Stav - posouzení $A_{s,req} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$



[1+] φ12,0/150
[2+] φ12,0/150
[1-] φ12,0/150
[2-] φ12,0/150

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{-3.6^2 + -4.4^2} = 5.7 \text{ kN/m [Uw/8]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -1.3 \text{ kNm} \mid n_z = 5 \text{ kN}$$

$$d = 198 \text{ mm} \mid z = 198 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže.

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{754}{1000 \cdot 198} = 0.381 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{754}{1000 \cdot 198} = 0.381 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{3.81 \cdot 10^{-3} \cdot 3.81 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.381 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 12.8 \text{ kN/m}$ $n_y = 2.9 \text{ kN/m}$ [Uw/8]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-12.8}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = -0.05 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-2.9}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = -0.01 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{-0.05 + -0.01}{2} = -0.03 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{198} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 3.81 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot -0.0314 \right) \cdot 0.198; 0 \right) = 106 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot -0.0314 \right) \cdot 0.198; 0 \right) = 106 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}, v_{Rdcmin}) = \max(106 \text{ kN/m}; 106 \text{ kN/m}) = 106 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250} \right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 45^\circ, \cot(\theta) = 1$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.198 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(45) + \tan(45))} = 1045 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 5.71 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1045 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 5.71 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 106 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

Návrhové síly $v_{Ed} = 5,7 \text{ kN} \text{ [Uw/8]}$

[Uw/8] : 1.15*G1+1.50*W

Úhel θ [°]	$A_{sl,x}$ [mm ² /m]	$A_{sl,y}$ [mm ² /m]	ρ_l [%]	v_{Ed} [kN/m]	v_{Rdc} [kN/m]	$v_{Rd,max}$ [kN/m]	$A_{sw,req}$ [mm ² /m ²]	Stav
Uživatel (45°)	754	754	0,381	5,7	106,4	1044,8	0 (bez výztuže)	OK

θ - úhel náhradní diagonály, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - střední hodnota poměru podélné výztuže, v_{Rdc} - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

3.2.6 Šířka trhlin (MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Pz,kv

Extrém: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Stěny

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Stěna ST.1	OBDÉL (1000,0; 250,0)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 52/0 [X=0m, Y=1.28m, Z=0m]

Nastavení výpočtu:

Norma	ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07
Součinitel pro efektní výšku	Coeff _d = 0.9
Procenta dlouhodobého zatížení	Coeff _{long} = 1
Efektivní součinitel dotvarování	φ _{ef} = 2.35
Pevnost pro výpočet f _{ct,eff}	f _{ctm}
Pevnost pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin	f _{cteff}
Modul pružnosti betonu	E _c
Limitní hodnota šířky trhlin	w _{max-} = 0.2 mm w _{max+} = 0.2 mm

Materiál

Beton: C30/37 f _{ctm} = 2.9 MPa	Výztuž B 500B f _{yk} = 500 MPa
f _{ct,eff} = 2.9 MPa	E _s = 200 GPa
E _c = 32.8 GPa	ε _{yk} = 2.5 ‰
σ _{cr} = 2.9 MPa	

Vnitřní síly (povrch)

[1-]: G1+G2 : n _{Ed,char} = -16.4 kN/m, m _{Ed,char} = -0.927 kNm/m, n _{Ed,qp} = -16.4kN/m, m _{Ed,qp} = -0.927kNm/m
[2-]: G1+G2 : n _{Ed,char} = -27 kN/m, m _{Ed,char} = -5.51 kNm/m, n _{Ed,qp} = -27kN/m, m _{Ed,qp} = -5.51kNm/m
[1+]: G1+G2+0.60*Qd : n _{Ed,char} = -38.8 kN/m, m _{Ed,char} = -8.04 kNm/m, n _{Ed,qp} = -38.8kN/m, m _{Ed,qp} = -8.04kNm/m
[2+]: G1+G2+0.60*Qd : n _{Ed,char} = -24.7 kN/m, m _{Ed,char} = -1.3 kNm/m, n _{Ed,qp} = -24.7kN/m, m _{Ed,qp} = -1.3kNm/m

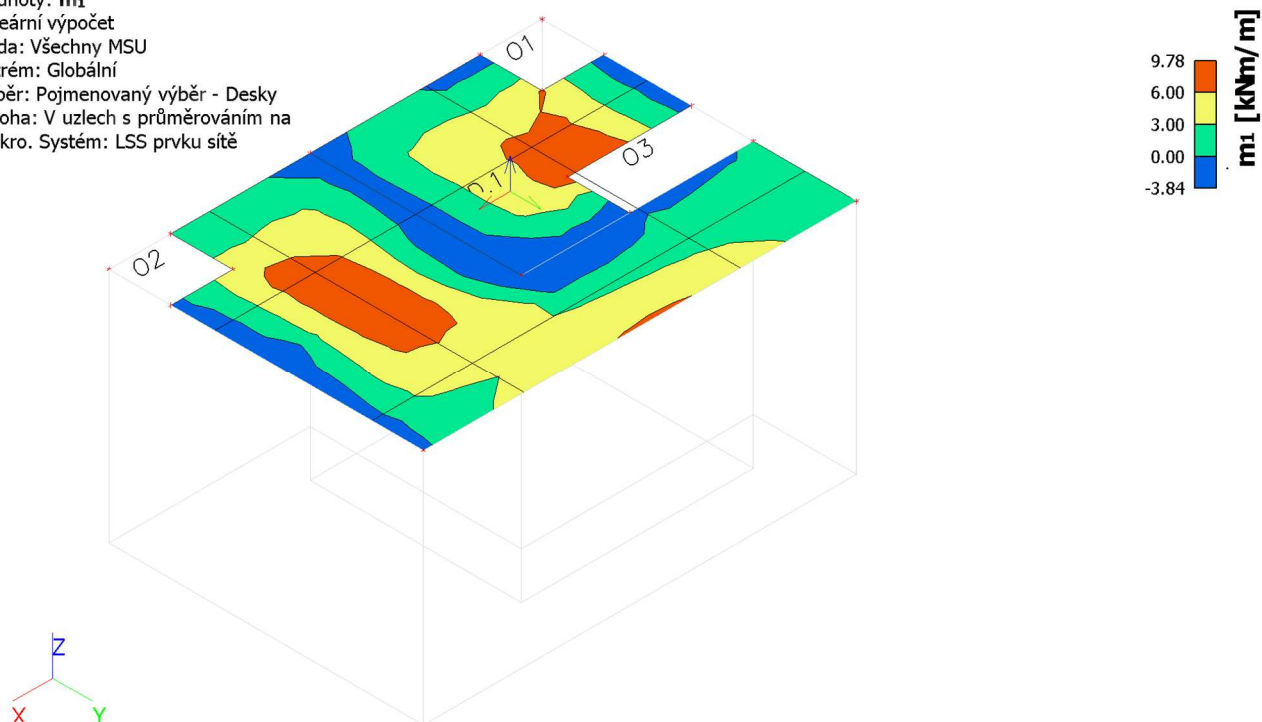
Posudek šířky trhlin

Povrch / Směr	Úhel/ [°]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Trhliny	s _{r,max} [mm]	ε _{sm,cm} [‰]	w [mm]	w _{lim} [mm]	Jednotkový posudek[-]	Stav
[1-]	1.9	-0.148	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[2-]	91.9	-0.617	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[1+]	-90.3	0.598	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[2+]	-0.299	0.0238	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK

3.3 Deska D.1

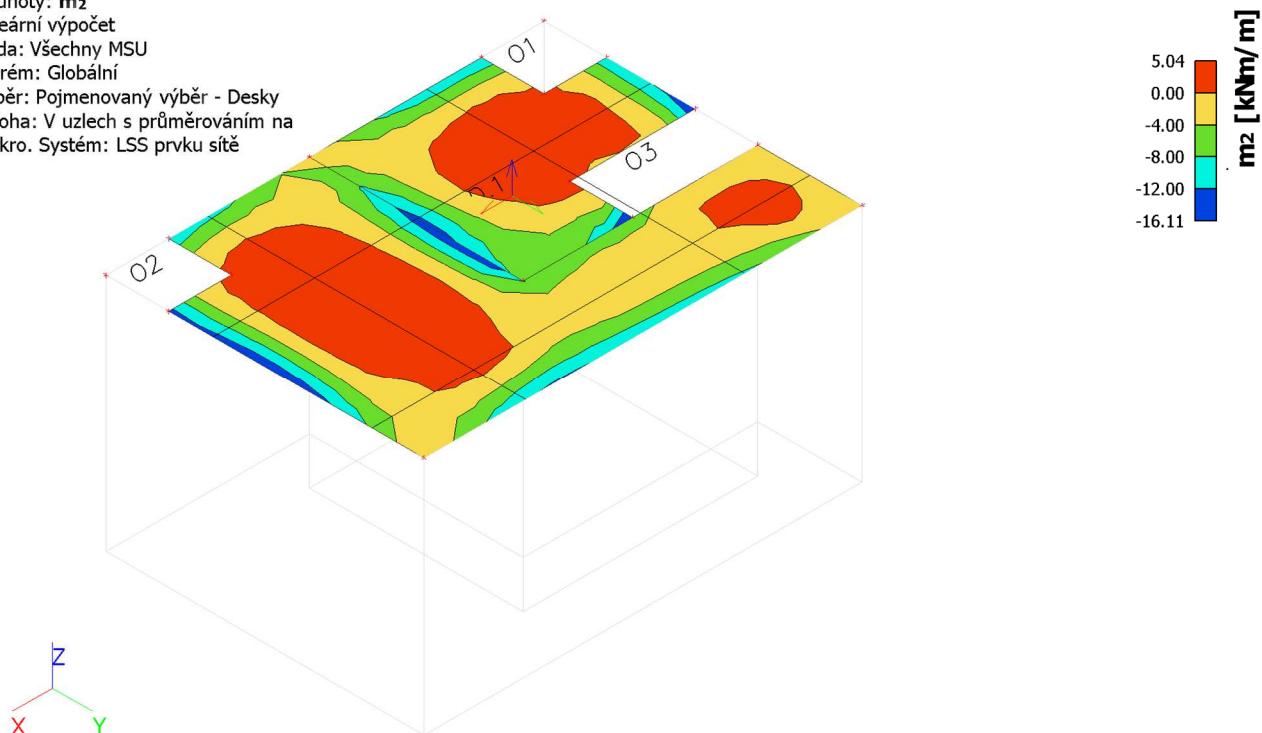
3.3.1 Třída všech MSÚ - hlavní momenty m_1

Hodnoty: m_1
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSÚ
Extrém: Globální
Výběr: Pojmenovaný výběr - Desky
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



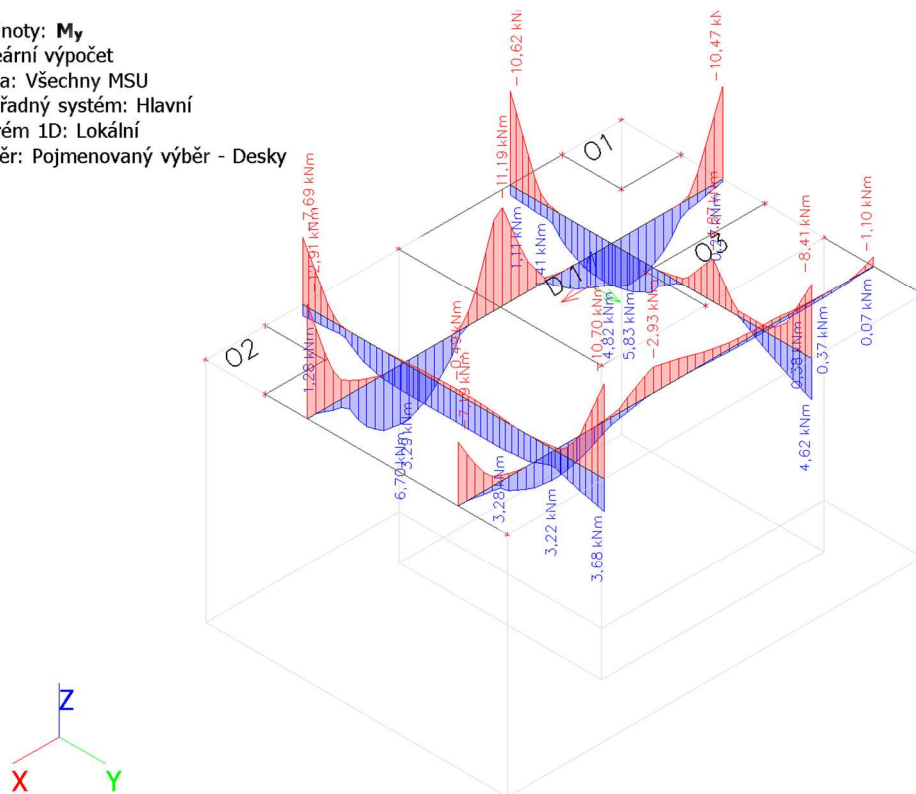
3.3.2 Třída všech MSÚ - hlavní momenty m_2

Hodnoty: m_2
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSÚ
Extrém: Globální
Výběr: Pojmenovaný výběr - Desky
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



3.3.3 Třída všech MSÚ - momenty na integračních pásech M_y

Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Lokální
Výběr: Pojmenovaný výběr - Desky



3.3.4 Třída všech MSÚ - vnitřní síly

Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Extrém: Dílec
Výběr: Pojmenovaný výběr - Desky
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvků sítě
Hlavní veličiny

Jméno	Síť	Pozice [m]	Stav	m_1 [kNm/m] m_2 [kNm/m]	α_b [deg]	$m_{t,maxb}$ [kNm/m]	q_{maxb} [kN/m]	β_b [deg]	n_1 [kN/m] n_2 [kN/m]	α_m [deg]	q_{maxm} [kN/m]
D.1	Prvek: 966 Uzel: 969	0,960 1,450 2,750	U/1	9,78 -0,74	16,62	5,26	32,88	-167,24	4,71 -19,40	-78,54	12,06
D.1	Prvek: 964 Uzel: 22	1,200 2,050 2,750	U/1	-3,84 -16,11	3,08	6,14	86,18	-80,84	-11,85 -55,75	30,00	21,95
D.1	Prvek: 993 Uzel: 1014	1,028 0,763 2,750	U/1	5,33 5,04	7,77	0,14	8,41	88,22	-19,03 -25,35	-73,24	3,16
D.1	Prvek: 970 Uzel: 257	0,000 1,167 2,750	Uz/2	-1,81 -12,16	-89,98	5,17	41,05	-5,10	-20,05 -46,84	48,05	13,40
D.1	Prvek: 1016 Uzel: 640	4,200 1,580 2,750	Uz/3	-0,40 -2,02	89,98	0,81	6,28	179,14	-4,36 -6,82	68,04	1,23
D.1	Prvek: 1022 Uzel: 13	4,200 3,050 2,750	Uw/4	0,12 0,08	-9,82	0,02	3,15	42,36	0,17 -4,00	48,80	2,08
D.1	Prvek: 970 Uzel: 24	0,000 1,450 2,750	Uz/5	-1,37 -15,60	87,64	7,11	68,05	3,13	-20,02 -80,30	46,36	30,14

Jméno	Síť	Pozice [m]	Stav	m ₁ [kNm/m] m ₂ [kNm/m]	α _b [deg]	m _{t,maxb} [kNm/m]	q _{maxb} [kN/m]	β _b [deg]	n ₁ [kN/m] n ₂ [kN/m]	α _m [deg]	q _{maxm} [kN/m]
D.1	Prvek: 1108 Uzel: 1117	3,212 1,291 2,750	Uz/6	0,99 0,41	-5,16	0,29	0,08	51,41	-3,78 -4,96	68,24	0,59
D.1	Prvek: 1055 Uzel: 1075	3,701 1,558 2,750	U/1	2,95 1,94	-6,43	0,50	24,28	-179,95	-17,35 -38,13	82,44	10,39
D.1	Prvek: 1054 Uzel: 1074	3,696 1,313 2,750	U/1	3,20 1,85	18,09	0,68	23,78	179,99	-17,65 -37,49	-89,39	9,92
D.1	Prvek: 1016 Uzel: 640	4,200 1,580 2,750	U/7	-2,43 -13,60	89,77	5,59	41,47	-179,47	-29,00 -41,06	72,06	6,03
D.1	Prvek: 964 Uzel: 22	1,200 2,050 2,750	Uw/ 8	-0,77 -4,65	3,25	1,94	15,95	-87,12	75,17 16,18	-60,21	29,49
D.1	Prvek: 970 Uzel: 24	0,000 1,450 2,750	Uz/2	-1,35 -15,34	87,61	6,99	67,09	3,07	-20,03 -80,53	46,43	30,25
D.1	Prvek: 1036 Uzel: 22	1,200 2,050 2,750	Uw/ 9	-0,38 -2,87	13,57	1,25	11,03	99,76	28,18 19,61	-44,59	4,29
D.1	Prvek: 1015 Uzel: 1030	3,946 1,324 2,750	Uz/2	0,40 -2,69	84,00	1,55	35,39	-179,18	-16,95 -32,45	-90,00	7,75
D.1	Prvek: 1030 Uzel: 383	0,000 2,550 2,750	Uw/ 10	0,10 -0,14	-73,21	0,12	2,38	-22,16	1,86 0,17	89,98	0,84
D.1	Prvek: 1082 Uzel: 1096	2,729 1,534 2,750	Uz/3	0,17 0,04	-25,19	0,06	2,78	-4,59	-2,80 -3,03	5,03	0,12
D.1	Prvek: 964 Uzel: 967	1,200 1,750 2,750	Uz/5	1,80 -1,54	-36,52	1,67	64,01	-86,56	4,34 -58,20	0,19	31,27

Jméno	Klíč kombinace
U/1	1.15*G1 + 1.15*G2 + 0.75*W + 1.50*Qd
Uz/2	G1 + G2 + 1.50*Qd
Uz/3	G1 + G2
Uw/4	1.35*G1
Uz/5	1.15*G1 + 1.15*G2 + 1.50*Qd
Uz/6	1.35*G1 + 1.35*G2
U/7	1.15*G1 + 1.15*G2 + 1.50*W + 1.05*Qd
Uw/8	1.15*G1 + 1.50*W
Uw/9	1.35*G1 + 0.75*W
Uw/10	G1

3.3.5 Návrh výztuže 2D (MSÚ)

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Extrém: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Desky

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Deska D.1	OBDÉL (1000.0; 250,0)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 727/9 [X=1.31m, Y=0m, Z=2.75m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø12,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø12,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 40 \text{ mm}$

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø12,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

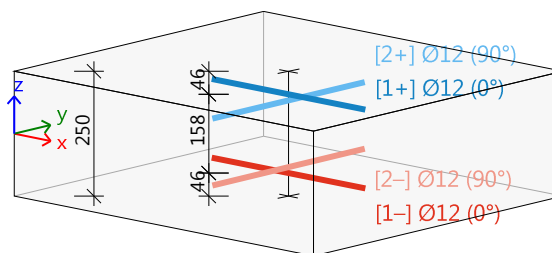
Ø12,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 40 \text{ mm}$

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída: S2 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí: XC2, XF4, XA1 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

(4.2)

$$= \max(12; 15 + 0 - 0 - 0; 10) = 15 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly

Originální založený na MKP, kritický

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Tabulka vnitřních sil

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Uz/1	0,6	1,6	0,4	6,9	8,2	-2,0	3,1	0,9
U/2	-1,6	-11,2	1,0	-23,0	-32,7	1,1	6,1	44,0
Uw/3	-1,3	-9,9	1,0	-21,2	-27,6	-0,2	6,9	41,6
Uz/4	-0,5	-2,5	0,1	-0,3	-7,9	0,7	0,6	8,0
Uw/5	-1,4	-10,2	1,0	-21,2	-28,5	-0,1	7,0	42,5
Uz/6	-0,3	-1,9	0,1	-0,2	-5,8	0,5	0,5	5,9
U/7	0,7	1,5	0,4	7,4	8,2	-2,0	3,3	1,5
U/8	1,1	-6,3	0,8	-12,6	-15,6	-1,5	6,0	29,0

Tabulka kombinací

Stav	Klíč kombinace
Uz/1	G1+1.50*W
U/2	1.15*G1+1.15*G2+1.50*Qd
Uw/3	G1+G2+0.75*W+1.50*Qd
Uz/4	1.35*G1+1.35*G2
Uw/5	1.15*G1+1.15*G2+0.75*W+1.50*Qd
Uz/6	G1+G2
U/7	1.15*G1+1.50*W
U/8	G1+G2+1.50*W+1.05*Qd

Návrh podélné výztuže

Statically nutná výztuž

Směr návrhu [$\alpha=0^\circ$]

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = 0.172 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 11.7 \text{ kN/m} \text{ [U/7]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 46 \text{ mm} \rightarrow d = 204 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 11 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.005\%$$

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 0.172 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 11.7 \text{ kN/m} \text{ [U/7]}$$

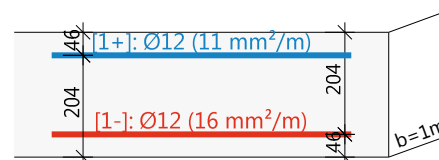
$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} : d_1 = 46 \text{ mm} \rightarrow d = 204 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 16 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho = 0.008\%$$



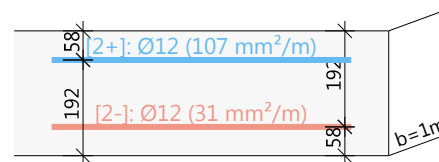
Směr návrhu [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

$$\begin{aligned} m_{Ed} &= -11.7 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = -22.9 \text{ kN/m} \quad [U/2] \\ f_{cd} &= 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1) \\ f_{yd} &= 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15) \\ \varnothing 12 \text{ mm} : d_1 &= 58 \text{ mm} \rightarrow d = 192 \text{ mm} \\ A_{s,req} &= \mathbf{107 \text{ mm}^2/\text{m}} \text{ (tahové)} \\ \rho &= 0.056\% \end{aligned}$$

[2-]: spodní povrch

$$\begin{aligned} m_{Ed} &= 1.04 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 12.3 \text{ kN/m} \quad [Uz/1] \\ f_{cd} &= 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1) \\ f_{yd} &= 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15) \\ \varnothing 12 \text{ mm} : d_1 &= 58 \text{ mm} \rightarrow d = 192 \text{ mm} \\ A_{s,req} &= \mathbf{31 \text{ mm}^2/\text{m}} \text{ (tahové)} \\ \rho &= 0.016\% \end{aligned}$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=45^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -6.22 \text{ kN} \quad [U/7]$$

s tlačnou zónou:

$$x = 0.4 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = x \cdot b = 0.4 \cdot 1000 = 395 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 395 \cdot 0.85 \cdot 20 = 6.72 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-6.22)}{6.72} = 0.926$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 204}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 204 \right\} = 308 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 192}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 192 \right\} = 290 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 204}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 204 \right\} = 308 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 192}{500}, 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 192 \right\} = 290 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 12; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

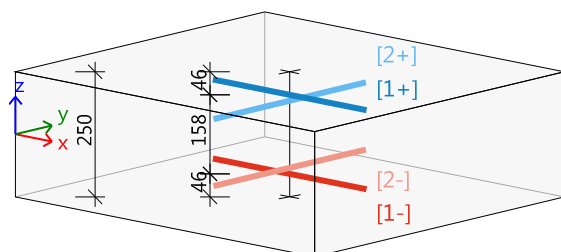
$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{12 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 = 2308 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

Předpokládaná výztuž

	Základní	Přídavná		$A_{s,prov}$ [mm ² /m]	$A_{s,req}$ [mm ² /m]	$A_{s,add,req}$ [mm ² /m]	$A_{s,min}$ [mm ² /m]	$A_{s,max}$ [mm ² /m]	Stav
		Uživatelské...	Navrženo						
[1+]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (11)	0	377	2308	OK
[2+]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (107)	0	377	2308	OK
[1-]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (16)	0	377	2308	OK
[2-]	φ12,0/150 (754)	bez výztuže	bez výztuže	754	377 (31)	0	377	2308	OK

$A_{s,req}$ - nutná výztuž včetně konstrukčních zásad, $A_{s,prov}$ - předpokládaná výztuž - základní (napříč všemi povrchy) a přídavná (lokální) výztuž včetně uživatelem zadané (modelované) 2D výztuže, $A_{s,min/max}$ - minimální / maximální plochy výztuže z konstrukčních zásad, Stav - posouzení $A_{s,req} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$



[1+] φ12,0/150
[2+] φ12,0/150
[1-] φ12,0/150
[2-] φ12,0/150

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$V_{Ed} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{6.1^2 + 44.0^2} = 44.4 \text{ kN/m [U/2]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -11 \text{ kNm} \mid n_z = -33 \text{ kN}$$

$$d = 198 \text{ mm} \mid z = 196 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže.

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{754}{1000 \cdot 198} = 0.381 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{754}{1000 \cdot 198} = 0.381 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{3.81 \cdot 10^{-3} \cdot 3.81 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.381 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = -23.0 \text{ kN/m}$ $n_y = -32.7 \text{ kN/m}$ [U/2]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-23.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.09 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-32.7}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.13 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.09 + 0.13}{2} = 0.11 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{198} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 3.81 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.112 \right) \cdot 0.198; 0 \right) = 110 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0.112 \right) \cdot 0.198; 0 \right) = 111 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}, v_{Rdcmin}) = \max(110 \text{ kN/m}; 111 \text{ kN/m}) = 111 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250} \right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 45^\circ, \cot(\theta) = 1$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.196 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(45) + \tan(45))} = 1036 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 44.4 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1036 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 44.4 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 111 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

Návrhové síly $v_{Ed} = 44.4 \text{ kN [U/2]}$

[U/2] : 1.15*G1+1.15*G2+1.50*Qd

Úhel θ [°]	$A_{sl,x}$ [mm ² /m]	$A_{sl,y}$ [mm ² /m]	ρ_l [%]	v_{Ed} [kN/m]	v_{Rdc} [kN/m]	$v_{Rd,max}$ [kN/m]	$A_{sw,req}$ [mm ² /m ²]	Stav
Uživatel (45°)	754	754	0,381	44,4	110,7	1035,9	0 (bez výztuže)	OK

θ - úhel náhradní diagonály, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - střední hodnota poměru podélné výztuže, v_{Rdc} - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

3.3.6 Šířka trhlin (MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Pz,kv

Extrém: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Desky

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Deska D.1	OBDÉL (1000,0; 250,0)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 18/0 [X=0.6m, Y=0m, Z=2.75m]

Nastavení výpočtu:

Norma	ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07
Součinitel pro efektní výšku	$\text{Coeff}_d = 0.9$
Procenta dlouhodobého zatížení	$\text{Coeff}_{long} = 1$
Efektivní součinitel dotvarování	$\varphi_{ef} = 2.35$
Pevnost pro výpočet $f_{ct,eff}$	f_{ctm}
Pevnost pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin	f_{cteff}
Modul pružnosti betonu	E_c
Limitní hodnota šířky trhlin	$w_{max-} = 0.2 \text{ mm}$ $w_{max+} = 0.2 \text{ mm}$

Materiál

Beton: C30/37	$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$	Výztuž B 500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
	$f_{ct,eff} = 2.9 \text{ MPa}$		$E_s = 200 \text{ GPa}$
	$E_c = 32.8 \text{ GPa}$		$\epsilon_{yk} = 2.5 \text{ ‰}$
	$\sigma_{cr} = 2.9 \text{ MPa}$		

Vnitřní síly (povrch)

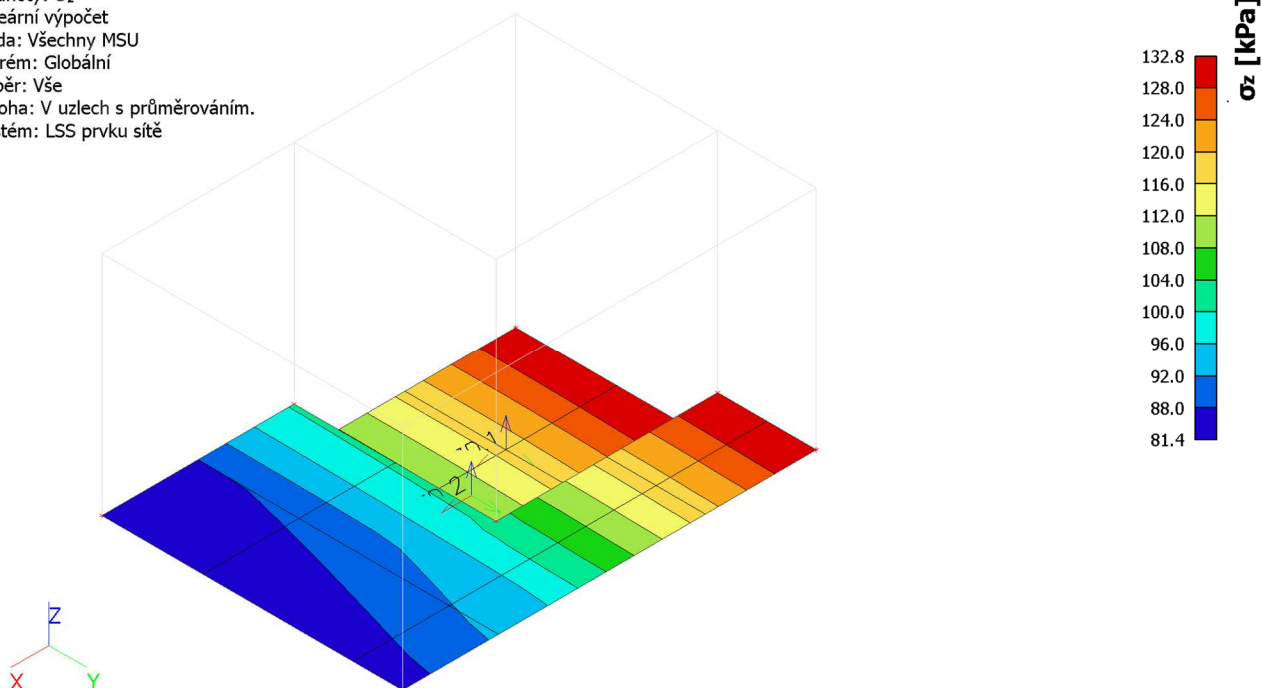
[1-]: G1+G2 :	$n_{Ed,char} = 1.24 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = -0.138 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 1.24 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = -0.138 \text{ kNm/m}$
[2-]: G1+G2 :	$n_{Ed,char} = 1.12 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = -1.7 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 1.12 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = -1.7 \text{ kNm/m}$
[1+]: G1+G2+0.60*Qd :	$n_{Ed,char} = 0.0303 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = -5.63 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = 0.0303 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = -5.63 \text{ kNm/m}$
[2+]: G1+G2+0.60*Qd :	$n_{Ed,char} = -4.89 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,char} = -0.558 \text{ kNm/m}$, $n_{Ed,qp} = -4.89 \text{ kN/m}$, $m_{Ed,qp} = -0.558 \text{ kNm/m}$

Posudek šířky trhlin

Povrch / Směr	Úhel/ [°]	σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Trhliny	$s_{r,max}$ [mm]	$\epsilon_{sm,cm}$ [‰]	w [mm]	w_{lim} [mm]	Jednotkový posudek[-]	Stav
[1-]	0.875	$-7.88 \cdot 10^{-3}$	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[2-]	90.9	-0.154	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[1+]	-90.1	0.524	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK
[2+]	-0.0537	0.0325	2.9	NE	0	0	0	0.2	0	OK

3.4 Třída všech MSÚ - maximální výpočtové kontaktní napětí

Hodnoty: σ_z
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním.
Systém: LSS prvku sítě



3.4.1 2D kontaktní napětí

Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Extrém: Globální
Výběr: Pojmenovaný výběr - Základové desky
Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	T_{zx} [kPa]	T_{yz} [kPa]	σ_z [kPa]
ZD.2	Uzel: 8	0,000 3,050 0,450	Uz/1	-5,2	-6,7	83,2
ZD.2	Uzel: 8	0,000 3,050 0,450	Uw/2	24,5	3,8	105,0
ZD.2	Uzel: 7	0,000 2,050 0,450	Uz/1	-4,3	-6,7	81,1
ZD.2	Uzel: 8	0,000 3,050 0,450	Uw/3	24,5	3,8	99,4
ZD.2	Uzel: 9	4,200 3,050 0,450	Uz/4	-2,1	-0,9	28,8
ZD.2	Uzel: 8	0,000 3,050 0,450	U/5	19,8	-1,8	132,8

Jméno	Klíč kombinace
Uz/1	1,15*G1 + 1,15*G2 + 1,50*Qd
Uw/2	1,15*G1 + 1,50*W
Uw/3	G1 + 1,50*W
Uz/4	G1 + G2
U/5	1,15*G1 + 1,15*G2 + 1,50*W + 1,05*Qd