

I/43 BUKOVICE - OPRAVA MOSTU 43-078

INVESTOR:



ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

Na Pankráci 56, 145 05 Praha 4

Stavbu zajišťuje Správa Olomouc

Wolkerova 24a, 779 11 Olomouc

GENERÁLNÍ PROJEKTANT:

PONVIA CONSTRUCT s.r.o.

Krapkova 1159/3, Nová Ulice, 779 00 Olomouc



PDPS

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

C

S0 201

VEDOUCÍ PROJEKTANT	ING. RONALD LOYDL			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. RONALD LOYDL			
VYPRACOVAL	ING. PETR ŠEDIVÝ			
KONTROLOVAL	ING. ALEŠ SEMOTAM			
KRAJ: OLOMOUCKÝ	OBEC: PÍSAŘOV	KÚ: BUKOVICE U PÍSAŘOVA	DATUM	02/2019
OBJEKT: MOST EV. Č. 43-078			FORMÁT	
			MĚŘÍTKO	
			ÚČEL	PDPS
			ČÍS. ZAKÁZKY	1725
			ARCHIVNÍ ČÍS.	1725
PŘÍLOHA: TECHNICKÁ ZPRÁVA - PŘÍLOHY			ČÍS. SOUPRAVY	PŘÍLOHA 201.001p

I/43 BUKOVICE - OPRAVA MOSTU 43-078

**STUPEŇ PROJEKTU:
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY (PDPS)**

**OBJEKT SO 201
MOST EV. Č. 43-078**

TECHNICKÁ ZPRÁVA - PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH:

1) Hydrotechnický výpočet

vypracoval: Ing. Jarmila Najmanová, IČ 87646137, 11/2017

2) Statický výpočet

vypracoval: Ing. Petr Šedivý, PONVIA CONSTRUCT s.r.o., IČ 04381823, 11/2018

3) Statický výpočet založení

vypracoval: Ing. Pavel Marek, Ph.D., autorizovaný inženýr pro geotechniku - evidenční číslo
autorizované osoby ČKAIT 1201530, MK statika a projekce s.r.o., IČ 06959831, 08/2018

HYDROTECHNICKÝ VÝPOČET
REKONSTRUKCE MOSTU
- BUKOVICE

LISTOPAD 2017

Ing. Jarmila Najmanová
Zvole 292, 789 01 Zábřeh
IČ: 876 46 137

1. ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

PROJEKT : **REKONSTRUKCE MOSTU
- BUKOVICE**

ROZSAH : **HYDROTECHNICKÝ VÝPOČET**

ZADAVATEL : **PONVIA CONSTRUCT s.r.o.
Krapkova 1159/3
779 00 Olomouc**

ZPRACOVATEL : **Ing. Jarmila Najmanová
Zvole 292, 789 01 Zábřeh
Tel. +420 737 722 315
jarmila.najmanova@email.cz
IČ: 876 46 137**

DATUM: **11/2017**

MOSTNÍ OBJEKT

Hydrologické údaje vodního toku Čistá v zájmovém profilu:

číslo hydrologického pořadí: **4-10-02-0380**

plocha odvodňovaného povodí k zájmovému profilu: **4,06 km²**

Tabulka průtoků dle ČHMÚ v zájmovém profilu - křížení se silnicí I/43 u autobusové zastávky Písařov - Bukovice:

N	1	2	5	10	20	50	100
N-leté průtoky Q_N (m ³ /s)	2,75	4,11	6,20	7,97	9,90	12,7	15,0

Návrhový průtok Q_{100} $Q_n = 15$ m³/s

Propustek je umístěn na silnici I.třídy, kontrolní návrhový průtok byl určen dle ČSN736201 Tab. 12.1.

2. kategorie mostu podle dopravního významu

Kontrolní návrhový průtok $KNP = 1,20 * Q_{100}$ $KNP = 18$ m³/s

Kontrolní návrhová hladina $KNH = 1,5$ m

Vstupní data pro výpočet:

sklon dolního koryta toku 1,0 ‰

koryto nad propustkem (horní koryto) – kapacita koryta při $h_d = 1,5$ m je 16,42 m³

výška pravého břehu 1,85 m, výška levého břehu 1,68 m (výška nezpevněné komunikace nad niveletou koryta 1,78 m)

omočený obvod $O = 8,2$ m

plocha při výšce $h_d = 1,5$ m, $S = 7,25$ m²

stupeň drsnosti koryta $n = 0,04$

Frouddovo číslo $Fr = 0,73 < 1,0$ proudění v korytě je říční

Posouzení vzduť hladiny vlivem mostní konstrukce:

mostní objekt $B = 6,5$ m, světlá výška 2 m

upravené koryto $b = 5,24$ m, $KNH = h_d = h_6 = 1,5$ m, sklon svahu 1:2

$KNP = 18$ m³/s

$g = 9,81$ m/s²

$\alpha = 1,0$

$\varphi = 0,94$

$\kappa = 0,75$

první přiblížení : $A_6 = 7,86$ m³

$E = 1,8$

ověření předpokladu zatopeného vtoku dolní vodou : $h_d = 1,5$ m $> \kappa * E = 1,35$ vyhovuje

1. iterace : $A_0 = 15,9$ m³

$h_1 = E = 1,8$ m

$v_0 = 1,13$ m/s

2. iterace : $A_0 = 15,9$ m³

$h_2 = 1,735$ m

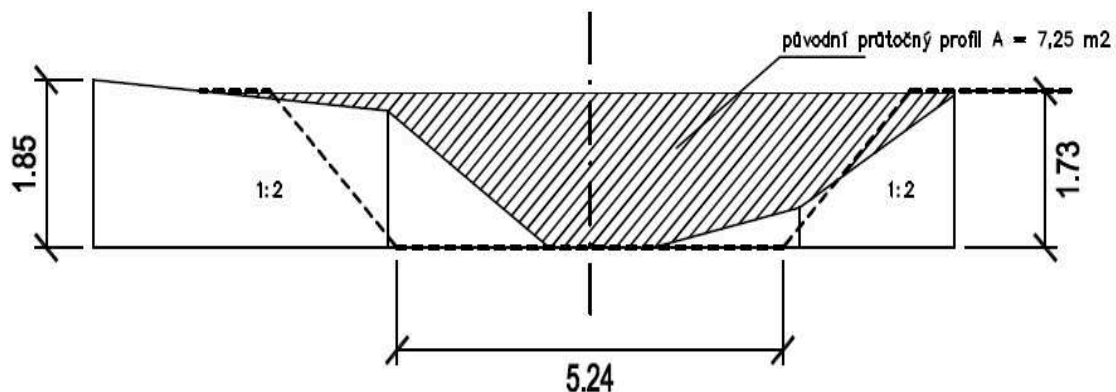
$v_0 = 1,19$ m/s

3. iterace : $h_3 = 1,73 \text{ m}$
 $\Delta H = h_3 - h_d = 1,73 - 1,5 = 0,23 \text{ m}$

Most vzduje vodu o 23 cm.

Při průtoku $KNP = 0,2 * Q_{100}$ dojde ke vzdutí hladiny před mostem do výšky 1,73 m. Dle geodetického zaměření je výška pravého břehu 1,85 m, výška levého břehu 1,68 m (výška nezpevněné komunikace nad niveletou koryta 1,78 m). Převýšení vůči silnici I.třídy je 2,42 m.

Stávající koryto je třeba v rámci výstavby nového mostu upravit před a za mostem do průtočného profilu $b = 5,24 \text{ m}$, sklon svahu 1:2, min. Minimální výška svahu 1,73 m.



I/43 BUKOVICE - OPRAVA MOSTU 43-078

**STUPEŇ PROJEKTU:
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY (PDPS)**

**OBJEKT SO 201
MOST EV. Č. 43-078**

STATICKÝ VÝPOČET

OBSAH

1.	TECHNICKÁ ZPRÁVA STATICKÉHO VÝPOČTU	4
1.1.	CHARAKTERISTIKA MOSTU.....	4
1.1.1.	Identifikační údaje	4
1.1.2.	Základní údaje o mostě	6
1.1.3.	Popis konstrukce mostu	7
1.1.4.	Charakter přemostované překážky a převáděné komunikace	7
1.1.5.	Materiály konstrukčních celků	8
1.2.	POPIS STATICKÉHO VÝPOČTU	8
1.2.1.	Odezva konstrukce na zatížení	8
1.2.2.	Prvky počítané a posuzované ve statickém výpočtu	8
1.2.3.	Posouzení dle ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí	9
1.3.	POUŽITÉ PODKLADY, LITERATURA A SOFTWARE	9
2.	PŘEHLEDNÉ SCHÉMATA.....	10
2.1.	PŮDORYS.....	10
2.2.	PODÉLNÝ ŘEZ.....	11
2.3.	PŘÍČNÝ ŘEZ.....	12
3.	ZATÍŽENÍ	13
3.1.	STÁLÁ ZATÍŽENÍ A VLIVY	13
3.1.1.	Vlastní tíha konstrukce (g_0)	13
3.1.2.	Ostatní stálé zatížení (g_1)	13
3.1.3.	Dotvarování a smršťování	14
3.1.4.	Zemní tlak.....	15
3.1.5.	Poklesy podpěr.....	16
3.2.	PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ.....	16
3.2.1.	Zatížení silniční dopravou	16
3.2.2.	Zatížení teplotou.....	19
3.3.	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	21
3.3.1.	Kombinační pravidla	21
3.3.2.	Součinitelé zatížení	22
3.3.3.	Mezní stavy únosnosti.....	23
3.3.4.	Mezní stavy použitelnosti	23
4.	VÝPOČTOVÉ MODELY.....	24
4.1.	GLOBÁLNÍ DESKOVÝ MODEL.....	24
4.1.1.	Popis výpočtového modelu	24
4.1.2.	Geometrie modelu.....	24
4.1.3.	Použité materiály.....	26
4.1.4.	Tuhosti pilot.....	26
5.	PILOTOVÉ ZALOŽENÍ	27
5.1.	SÍLY V HLAVĚ PILOTY	27
5.2.	POSOUZENÍ PILOT	27
6.	NOSNÁ KONSTRUKCE	28
6.1.	PŘEDPOKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ.....	28
6.2.	PODÉLNÁ VÝZTUŽ NOSNÉ KONSTRUKCE	29

6.2.1.	Navržená výztuž.....	29
6.2.2.	Mezní stav únosnosti - návrhová kombinace.....	30
6.2.3.	Mezní stav použitelnosti - omezení napětí - charakteristická kombinace	39
6.2.4.	Mezní stav použitelnosti - omezení trhlin - kvazistálá kombinace	48
6.3.	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE NA SMYK.....	60
6.3.1.	Navržená výztuž.....	60
6.3.2.	Výpočet smykové únosnosti	60
6.3.3.	Vykrytí smykových sil.....	62
7.	NAVRŽENÁ VÝZTUŽ	65
7.1.	PŘEHLED NAVRŽENÉ VÝZTUŽE.....	65
7.2.	POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH ZÁSAD	66
8.	DEFORMACE KONSTRUKCE	69
9.	ZÁVĚR	71

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA STATICKÉHO VÝPOČTU

1.1. CHARAKTERISTIKA MOSTU

1.1.1. Identifikační údaje

1.1.1.1. Stavba a objekt číslo

Stavba : I/43 Bukovice – oprava mostu 43-078
Objekt : **SO 201 – Most ev. č. 43-078**

1.1.1.2. Název mostu

Most přes místní potok v obci Bukovice

1.1.1.3. Evidenční číslo mostu

43 - 078

1.1.1.4. Katastrální území, obec, kraj

Katastrální území : Bukovice u Písařova [720640]
Obec : Písařov
Okres: Šumperk
Kraj : Olomoucký

1.1.1.5. Stavebník/objednatel stavby, jeho sídlo nebo místo podnikání

Ředitelství silnic a dálnic ČR
Na Pankráci 546/56, 140 00 Praha 4
IČ: 65993390

1.1.1.6. Uvažovaný správce mostu, nadřízený orgán

Ředitelství silnic a dálnic ČR
Správa Olomouc
Wolkerova 24a, 779 11 Olomouc

1.1.1.7. Projektant, jeho sídlo nebo místo podnikání, údaje o živnostenském oprávnění a autorizaci osob, hlavní inženýr projektu, zodpovědný projektant, IČ a jeho podzhotovitelé s identifikačními údaji

Zhotovitelé dokumentace :

Generální projektant : PONVIA CONSTRUCT s.r.o.
Krapkova 1159/3, 779 00 Olomouc
IČ: 04381823
hlavní inženýr projektu: Ing. Ronald Loydl
autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské konstrukce
- evidenční číslo autorizované osoby ČKAIT 1201677

Projektant objektu : PONVIA CONSTRUCT s.r.o.
Krapkova 1159/3, 779 00 Olomouc
IČ: 04381823
zodpovědný projektant: Ing. Ronald Loydl
autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské konstrukce
- evidenční číslo autorizované osoby ČKAIT 1201677

1.1.1.8. Pozemní komunikace (návrhová kategorie nebo typ příčného uspořádání místní komunikace, evidenční číslo)

Silnice I/43 - okolí mostu se jedná o dvoupruhovou směrově nerozdělenou komunikaci šířky cca 5,5-6,0 m (šířka jízdních pruhů, kategorie přibližně S 6,5).

Šířka průjezdního prostoru na mostě navržena na základě požadavků investora 7,5 m, což odpovídá kategorii S 7,5.

1.1.1.9. Bod křížení (všechna křížení na délce mostu)

Bod křížení mostu s vodním tokem Čistá (S-JTSK):

$$Y = 575\,888.938\text{ m}$$
$$X = 1\,074\,842.479\text{ m}$$

1.1.1.10. Staničení začátku úpravy, všechny podpěry, křížení a konec úpravy

Staničení mostu dle údajů v evidenci (bms.clevera.cz):

- na úseku: 1,738 km
- liniové/provozní: 104,855 km

1.1.1.11. Staničení přemostňované překážky (plavební km, drážní km, km PK apod.)

Neznámé.

1.1.1.12. Úhel křížení (všech překážek)

Úhel křížení s vodním tokem Čistá - 64,0° (71,2g)

1.1.1.13. Volná výška (podjezdu, podchodu, plavební výška)

1,95 m nade dnem vodního toku.

1.1.2. Základní údaje o mostě

Účelem výstavby nového mostu je nahrazení starého nevyhovujícího mostu novým mostem s jednostranným chodníkem a tím tedy převedení silnice I/43 přes vodní tok Čistá.

a) charakteristika mostu:

podle druhu převáděné komunikace	- most pozemní komunikace
podle překračované překážky	- most přes vodní tok
podle počtu mostních otvorů	- o jednom otvoru
podle počtu úrovní mostovek	- most s mostovkou v jedné úrovni
podle výškové polohy mostovky	- s horní mostovkou
podle přesypávky	- most bez přesypávky
podle měnitelnosti základní polohy	- nepohyblivý
podle plánované doby trvání	- trvalý
podle průběhu trasy na mostě	- v přímé a ve výškovém oblouku
podle úhlu křížení	- šikmý
podle materiálu	- most ze železobetonu
podle statické funkce hlavní NK	- polorám
podle omezení volné výšky	- s neomezenou volnou výškou
podle konstr. uspořádání příč. řezu	- otevřeně uspořádaný most

b) délka přemostění:	7,225 m šikmo / 6,50 m kolmo
c) délka mostu:	14,475 m
d) délka nosné konstrukce:	8,558 m šikmá / 7,70 m kolmá
e) rozpětí pole:	7,891 m šikmé / 7,10 m kolmé
f) šikmost mostu:	64,0° (71,2g)
g) volná šířka mostu:	9,25 m
h) šířka mezi zvýšenými obrubami:	7,50 m
i) šířka průchozího prostoru:	1,25 m
j) šířka mostu:	9,85 m
k) výška mostu:	2,72 m nad dnem koryta
l) stavební výška:	0,71 m
m) plocha nosné konstrukce mostu:	$9,3 \cdot 8,56 = 79,6 \text{ m}^2$
n) zatížení a zatížitelnost mostu:	Skupina pozemních komunikací 1 dle ČSN EN 1991-2

1.1.3. Popis konstrukce mostu

1.1.3.1. Založení mostu

Most bude mít hlubinné založení na velkopřůměrových pilotách. Pro založení mostu jsou navrženy vrtané velkopřůměrové piloty Ø 600 mm. Piloty jsou vetknuty do podložních silně zvětralých křídových jílovců.

Piloty budou prováděny pod ochranou ocelové výpažnice, která nebude ve vrtu ponechána. Pod každou z opěr bude 7 ks pilot Ø 600 mm. Délka všech pilot je 9,0 m. Hlavy pilot budou o 0,5 m přebetonovány. U každé piloty bude provedena zkouška integrity. Piloty budou vetknuty do základů.

1.1.3.2. Spodní stavba mostu

Spodní stavba je integrovaná spolu s nosnou konstrukcí a tvoří ji rámové stěnové stojky (opěry) a zavěšená svahová rovnoběžná křídla. Další součástí spodní stavby jsou železobetonové základy do kterých jsou vetknuty hlavy pilot a paty rámových stojek.

Základy jsou masivní monolitické železobetonové tloušťky 0,90 m, výšky 0,75 m a délky 10,56 m, pod základy je podkladní beton tl. 0,15 m.

Tloušťka opěr je 0,6 m, výška je u opěry OP1 2,35 m a u opěry OP2 2,22 m a délka 10,34 m. Rámové stojky (opěry) jsou masivní monolitické železobetonové vetknuté do základů. Do opěr je potom vetknuta příčel nosné konstrukce). Křídla jsou zavěšená svahová rovnoběžná tloušťky 0,55 m. Křídla pod chodníkem jsou v hlavě rozšířená na 1,25 m. Délka křídel je 3,53 m, 3,53 m, 1,73 m a 3,03 m.

1.1.3.3. Nosná konstrukce mostu

Nosnou konstrukci mostu tvoří železobetonový monolitický šikmý deskový polorám s náběhovanou příčlí. Kolmé rozpětí je 7,10 m (šikmé 7,891 m) a kolmá délka přemostění 6,50 m (šikmá 7,225 m). Příčel mostu je navržena s dolními lineárními náběhy. Výška nosné konstrukce (vzhledem k příčnému sklonu vozovky) je uprostřed rozpětí 0,54 – 0,63 m a ve vetknutí do opěr 0,74 – 0,83 m. Šířka nosné konstrukce je konstantní 9,30 m. Podélný sklon NK sleduje sklon nivelety 1,37 – 2,04 %. Příčný sklon povrchu NK je oboustranný střechovitý 2,5 % s protispádem pod římsami 4,0 %. Celý rám (stojky i příčel) je betonován na pevné skruži naráz, v jednom betonážním taktu bez pracovních spár.

1.1.4. Charakter přemostované překážky a převáděné komunikace

1.1.4.1. Přemostovaná překážka

Most šikmo překračuje vodní tok Čistá. Ten je tvořen starým regulovaným lichoběžníkovým korytem, které je směrově před mostem v levotočivém oblouku, pod mostem v přímé a za mostem následuje pravotočivý oblouk. Koryto pod mostem a před a za mostem bude zpevněno lomovým kamenem do betonu. Zpevnění bude na začátku i na konci zakončeno příčným betonovým prahem.

1.1.4.2. Převáděná komunikace

Převáděnou komunikací je silnice I/43 (Lanškroun – Králíky) vedená v intravilánu obce Písařov, místní část Bukovice. Silnice je vedena v mírném násypu. Stávající komunikace není v oblasti mostu vybavena žádným chodníkem. Šířka zpevněné části komunikace je v místě mostu 5,5-6,0 m

(kategorie přibližně S 6,5). Šířka průjezdního prostoru na mostě navržena na základě požadavků investora 7,5 m, což odpovídá kategorii S 7,5. Na mostě je nově navržen jednostranný chodník šířky 1,25 m. Komunikace je na mostě vedena směrově v přímé, výškově směrem od Králíků klesá ve spádu 1,37 % a za mostem klesá směrem k Lanškrounu ve spádu 2,04%, na mostě je vržen vypuklý zakružovací oblouk. Silnice na mostě má střešovitý sklon 2,5 %. Zábradlí při okrajích mostu bude pouze na mostě a v silniční části nebude pokračovat.

1.1.5. Materiály konstrukčních celků

Ve statickém výpočtu byly uvažované následující materiály.

1.1.5.1. Použité třídy betonů dle ČSN EN 206-1

Piloty	C30/37
Základy rámových stojek	C30/37
Rámová nosná konstrukce včetně křídel	C30/37

1.1.5.2. Betonářská výztuž

Ve všech částech konstrukce mostu bude použita betonářská výztuž **B500B**.

1.2. POPIS STATICKÉHO VÝPOČTU

Cílem tohoto statického výpočtu je ověření dimenzí všech rozhodujících prvků mostu a návrh betonářské výztuže v nich.

Ve statickém výpočtu jsou pro svoji obsáhlost uvedeny pouze základní vstupy a výsledky z výpočetních programů. Všechny podklady a podrobné vstupy a výsledky jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

1.2.1. Odezva konstrukce na zatížení

Zatížení na konstrukci mostu bylo uvažováno dle příslušných částí normy ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí a zatížení zemním tlakem dle ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce.

Odezva konstrukce na zatížení byla určena pomocí výpočtového MKP modelu vytvořeného v programu MIDAS/Civil.

1.2.2. Prvky počítané a posuzované ve statickém výpočtu

V rámci statického výpočtu počítány a posuzovány následující prvky:

- pilotové založení
- nosná konstrukce (příčel, stojky)
- deformace konstrukce

Posouzení železobetonových a předpjatých průřezů bylo provedeno dle ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí.

1.2.3. Posouzení dle ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí

Mezní stavy únosnosti

- moment na mezi únosnosti
- únosnost ve smyku (průřez bez smykové výztuže, průřez se smykovou výztuží)

Mezní stavy použitelnosti

- omezení napětí betonu v tlaku
- omezení napětí v betonářské výztuži
- omezení trhlin

Konstrukční uspořádání prvků

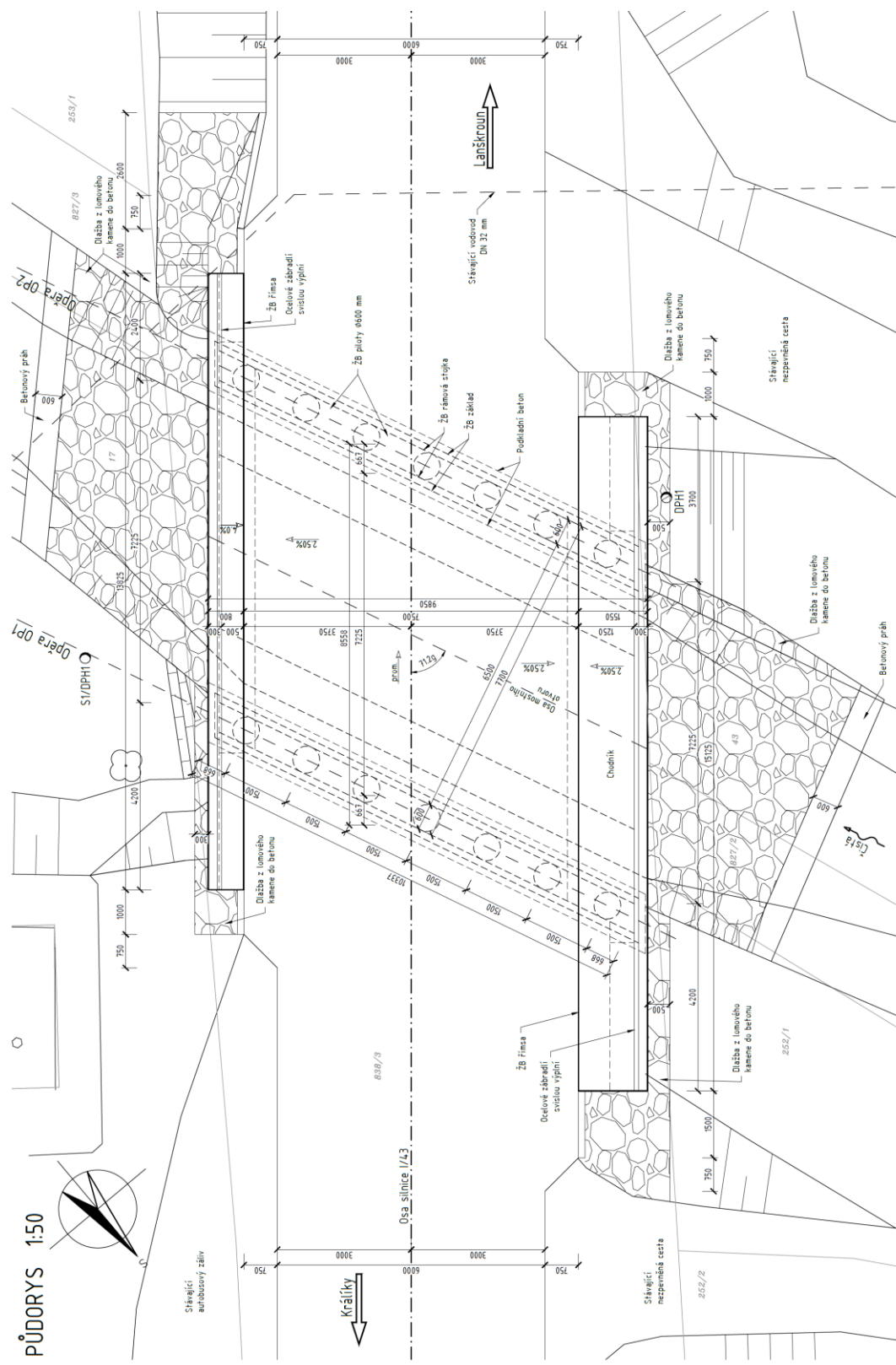
- posouzení minimální plochy výztuže
- posouzení maximální plochy výztuže

1.3. POUŽITÉ PODKLADY, LITERATURA A SOFTWARE

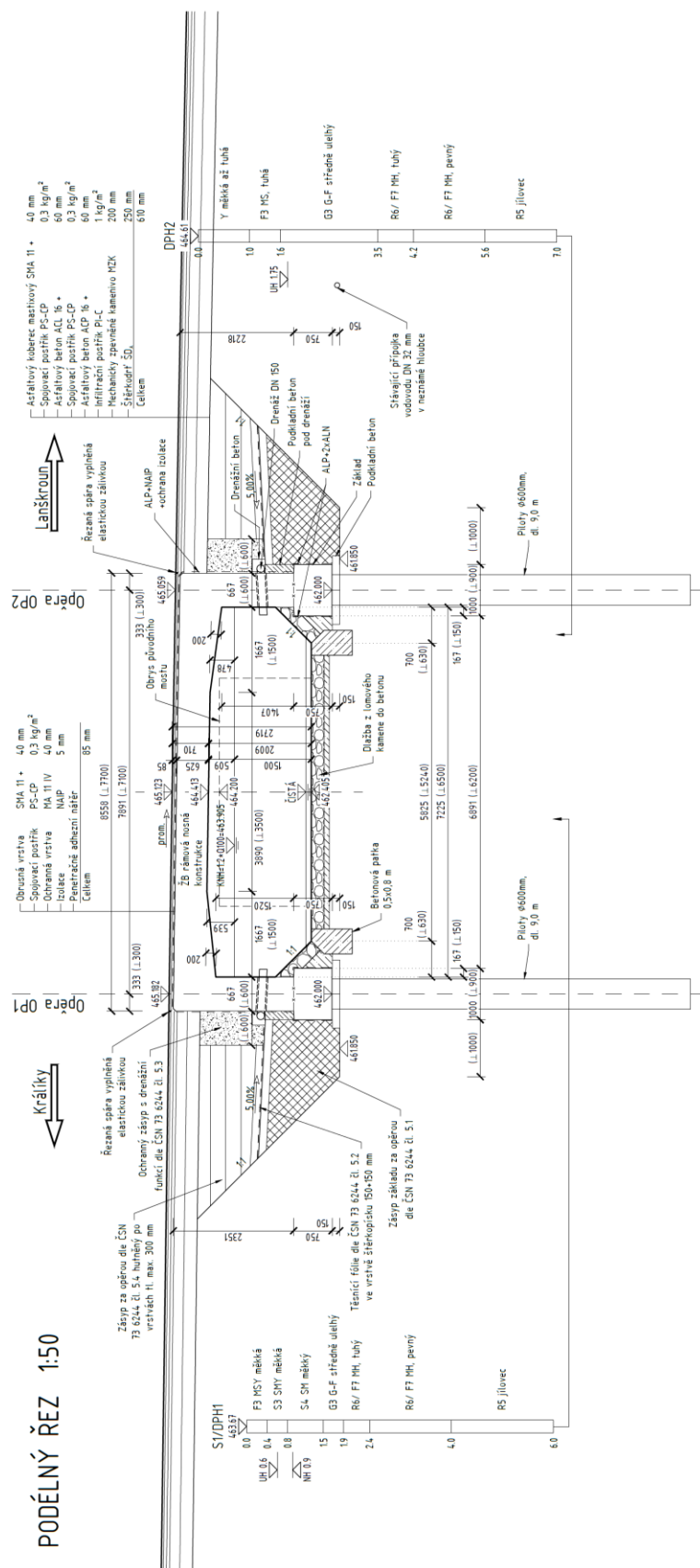
- 1) Podrobný geotechnický průzkum – 2G geolog s.r.o., Mgr. Vladimír Kolařík, 11/2017
- 2) ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- 3) ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí
- 4) ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí
- 5) ČSN EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí
- 6) ČSN EN 206 Beton
- 7) ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
- 8) ČSN 73 6244 Přechody mostů pozemních komunikací
- 9) FIP Recommendations 1996, Practical Design of Structural Concrete
- 10) Designer's guide to EN 1992-2, Eurocode 2: Design of concrete structures, Part 2: Concrete Bridges, London, 2007
- 11) Betónové konštrukcie, Bilčík, Fillo, Benko, Halvonik, ES STU Bratislava, 2008
- 12) Navrhování betonových konstrukcí, Procházka a kol., ČBS, Praha 2005
- 13) program MIDAS/Civil firmy MIDAS Information Technology Co.,Ltd

2. PŘEHLEDNÉ SCHÉMATA

2.1. PŮDORYS

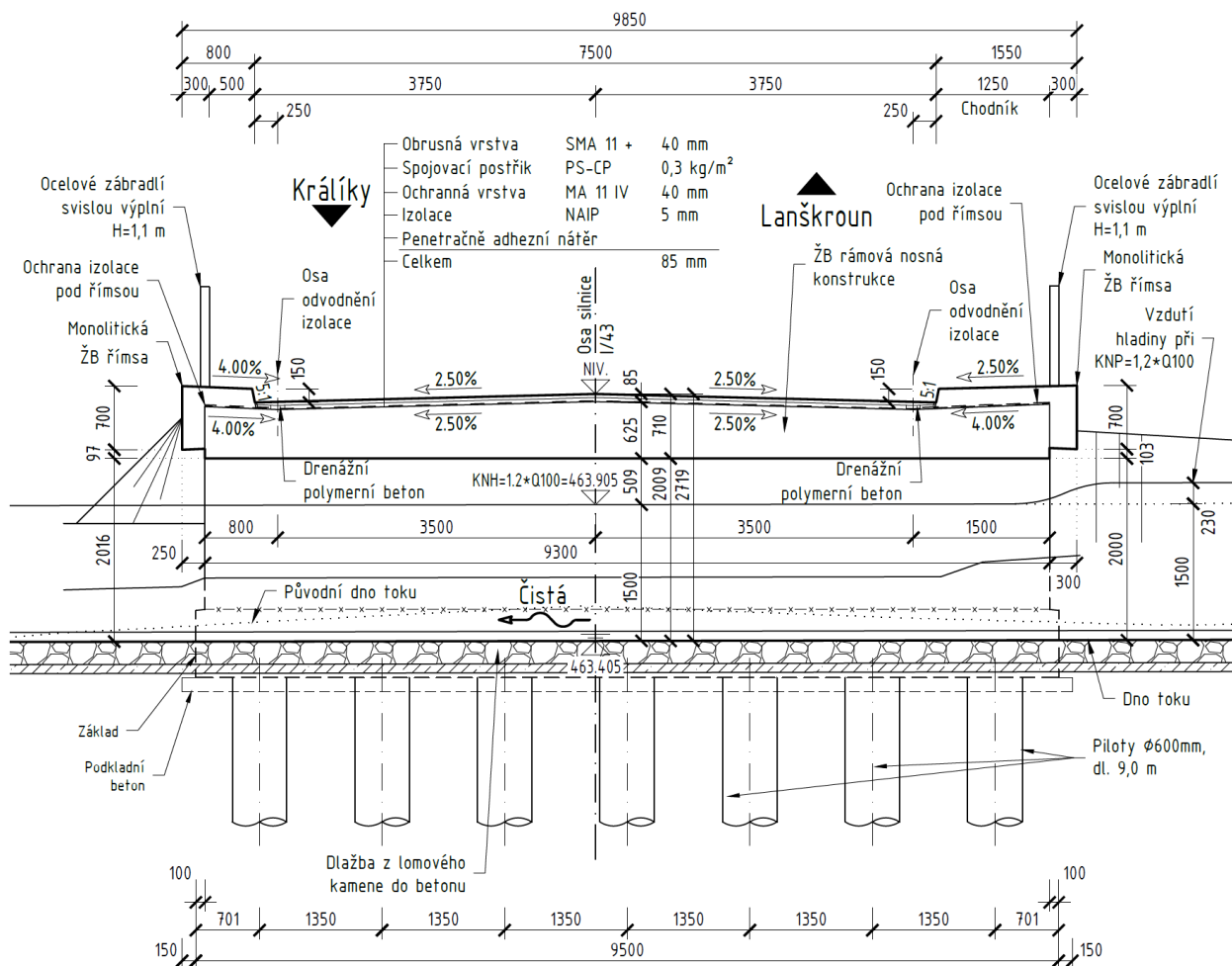


2.2. PODÉLNÝ ŘEZ



2.3. PŘÍČNÝ ŘEZ

Kolmo na osu silnice I/43



3. ZATÍŽENÍ

Zatížení na konstrukci mostu bylo uvažováno dle příslušných částí normy ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí a zatížení zemním tlakem dle ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce.

3.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ A VLIVY

3.1.1. Vlastní tíha konstrukce (g_0)

Vlastní tíha konstrukce je automaticky generována programem MIDAS/Civil, ve kterém je vytvořen výpočetní model konstrukce. Program počítá vlastní tíhu automaticky ze zadaných průřezových ploch, popřípadě z tloušťek desek.

Objemová tíha $\gamma_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Tíha křídel

křídlo	délka [m]	šířka [m]	plocha [m ²]	konzola [m ²]	$G_{0,\text{křídlo}}$ [kN]	$G_{0,\text{kon}}$ [kN]	G_0 [kN]	n_{node} [-]	G_{node} [kN]
1L	3.400	0.550	5.2814	0.0000	72.62	0.00	72.62	8	9.077
1P	3.667	0.550	5.8526	0.3423	80.47	31.38	111.85	8	13.982
2L	1.876	0.550	2.8305	0.0000	38.92	0.00	38.92	8	4.865
2P	2.900	0.550	4.4602	0.3423	61.33	24.82	86.14	8	10.768

3.1.2. Ostatní stálé zatížení (g_1)

Tíha vozovky

Popis zatížení	a [m]	b [m]	A [m ²]	γ [kN/m ³]	$g_{1,k}$ [kN/m]
Vozovka (nominální)	0.085	1.000	0.0850	24.0	2.04

Dodatečně prováděné vrstvy nejsou zahrnuty v nominální hodnotě tloušťky vozovky:

dolní hodnota $g_{1,k,\text{inf}} = 0.8 \cdot g_{1,k}$

horní hodnota $g_{1,k,\text{sup}} = 1.4 \cdot g_{1,k}$

Ostatní zatížení

Popis zatížení		a [m]	b [m]	A [m ²]	γ [kN/m ³]	$g_{1,k}$ [kN/m]	$\Sigma g_{1,k}$ [kN/m]
L	Římsa - rovnoměrné	0.220	1.000	0.2200	25.0	5.50	4.88
	Římsa - doplněk	0.700	0.250	0.1750	25.0	4.38	
	Zábradlí	1.000	1.000	1.0000	0.5	0.50	
P	Římsa - rovnoměrné	0.210	1.000	0.2100	25.0	5.25	5.75
	Římsa - doplněk	0.700	0.300	0.2100	25.0	5.25	
	Zábradlí	1.000	1.000	1.0000	0.5	0.50	

Ostatní stálé zatížení na křídlech

křídlo	délka [m]	šířka [m]	zatížení [kN/m]	G_1 [kN]	n_{node} [-]	G_{node} [kN]
1L	3.400	0.550	7.90	26.86	8	3.358
1P	3.667	1.250	11.75	43.09	8	5.386
2L	1.876	0.550	8.64	16.20	8	2.025
2P	2.900	1.250	12.31	35.71	8	4.463

3.1.3. Dotvarování a smršťování

Dotvarování a smršťování jsou uvažovány dle ČSN EN 1992-1-1.

Vstupní údaje

Třída betonu	<input type="text" value="C30/37"/>	
Charakteristická hodnota válcové pevnosti v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku ve stáří 28 dní	$f_{cm} =$	38 MPa
Sečnová hodnota modulu pružnosti	$E_{cm} =$	33 GPa
Třída cementu	<input type="text" value="N - normální a rychle tuhnoucí"/>	
Relativní vlhkost okolního prostředí	$RH =$	70 %
Plocha průřezu	$A_c =$	0.5000 m ²
Obvod prvku vystavený okolnímu prostředí	$u =$	2.0000 m
Náhradní rozměr průřezu	$h_0 =$	0.500 m

Dotvarování

Dotvarování nebylo vzhledem k tomu, že se jedná o železobetonovou konstrukci, uvažováno.

Smršťování

Doba ošetřování betonu	$t_s =$	3 dny
Stáří betonu v uvažovaném okamžiku	$t =$	36500 dny

Smršťování vysycháním

Součinitele, které závisí na druhu cementu	$\alpha_{ds1} =$	4
	$\alpha_{ds2} =$	0.12
	$\beta_{RH} =$	1.018
Základní poměrné přetvoření od smršťování vysycháním	$\epsilon_{cd,0} =$	-0.36 mm/m
Součinitel závisící na náhradní tloušťce h_0	$k_h =$	0.700
	$\beta_{ds}(t, t_s) =$	0.988
Poměrné smrštění od vysychání v čase t	$\epsilon_{cd}(t) =$	-0.250 mm/m

Autogenní smršťování

Poměrné autogenní smrštění v čase ∞	$\epsilon_{ca}(\infty) =$	-0.05 mm/m
	$\beta_{as}(t) =$	1.000
Poměrné autogenní smrštění v čase t	$\epsilon_{ca}(t) =$	-0.050 mm/m

Celkové smršťování

Celkové poměrné smrštění v čase t	$\epsilon_{ca}(t) =$	-0.300 mm/m
-------------------------------------	----------------------	--------------------

Náhradní teplotní zatížení

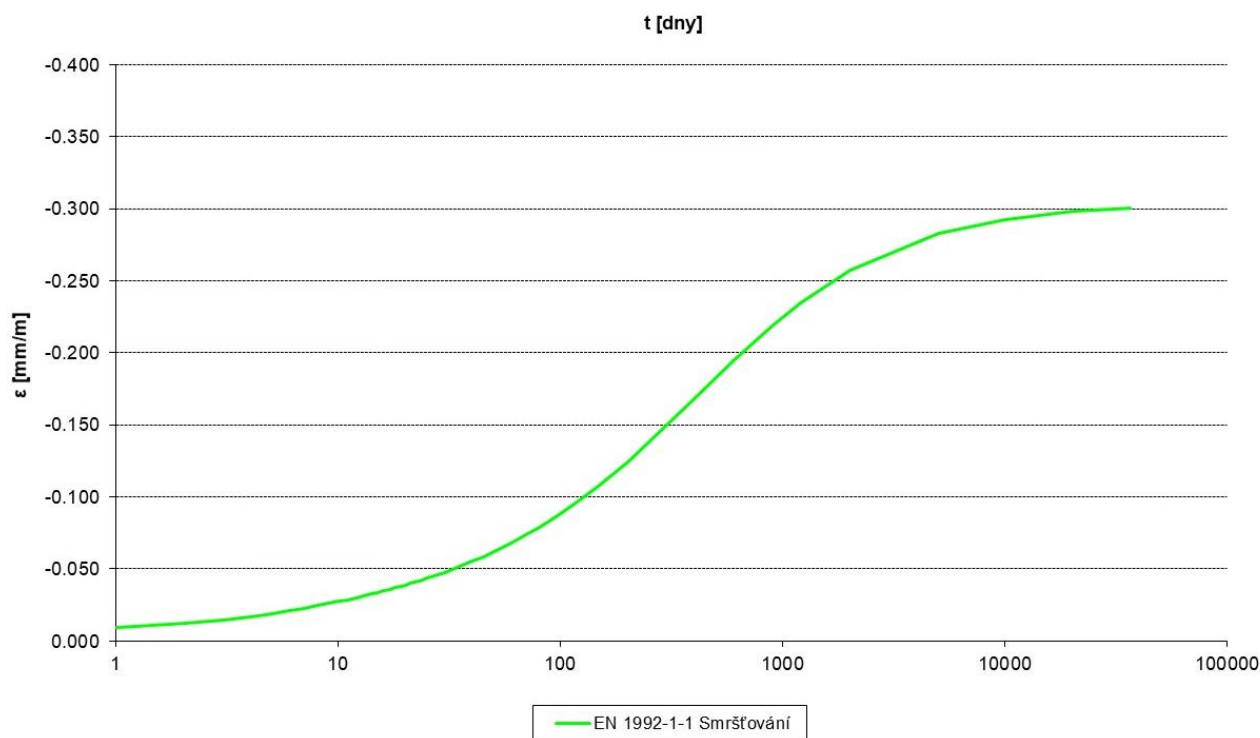
$$\begin{aligned} t_0 &= 3 \text{ dní} & e_{sh}(t_0) &= 0 \text{ mm/m} \\ t_1 &= 36500 \text{ dní} & e_{sh}(t_1) &= -0.300 \text{ mm/m} \end{aligned}$$

$$e_{sh}(t_1 - t_0) = -0.3 \text{ mm/m}$$

$$\alpha_T = 1.0E-05$$

$$\Delta T_{smr} = -30.0 \text{ °C} \quad - \text{ náhradní teplotní zatížení}$$

$\gamma_{lt} = 1,2$ – součinitel bezpečnosti pro extrapolaci zpožděného poměrného přetvoření na dlouhodobé období (dle čl. B.105 z ČSN EN 1992-2)



obr. 1 Průběh poměrného přetvoření od smršťování

3.1.4. Zemní tlak

- uvažován stálý zemní tlak od aktivního po klidový
- uvažován pasivní odpor na rubu opěr

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_{ef} = 30.0 \text{ °}$$

$$c_{ef} = 0.0 \text{ kPa}$$

$$\delta = 0.0 \text{ °}$$

nesoudržná

Zemní tlaky

	Aktivní	Klidový	Delta	
K =	0.33	0.50		
b =	1.000	1.000	1.000	m
h ₁ =	0.45	0.45	0.45	m
h ₂ =	3.16	3.16	3.16	m
Δh =	2.71	2.71	2.71	m
σ ₁ =	2.98	4.48		kN/m ²
σ ₂ =	21.07	31.60		kN/m ²
f ₁ =	2.98	4.48	1.49	kN/m
f ₂ =	21.07	31.60	10.53	kN/m
F _h =	32.6	48.9	16.3	kN

3.1.5. Poklesy podpěr

Uvažována libovolná kombinace 5 mm poklesů jednotlivých podpěr.

3.2. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ**3.2.1. Zatížení silniční dopravou**

Zatížení silniční dopravou bylo uvažováno podle ČSN EN 1991-2, kap. 4. S ohledem na to, že se jedná o silnici I. třídy, byla komunikace z hlediska zatížení zařazena do skupiny 1 pozemních komunikací a bylo uvažováno s výskytem zvláštního vozidla s označením 1800/200 na mostě (model LM3 a sestava gr5).

Roznos zatížení ve vozovkových vrstvách a v nosné konstrukci byl uvažován pod úhlem 45° od svislice. Zatížení bylo umístěno na nosnou konstrukci do nejúčinnějších poloh pro vyvození extrémních účinků.

3.2.1.1. Svislé zatížení

LM1

pruhy á 3m + zbytek pro rovnoměrné
dvojnáprava

$\alpha_Q Q_k$ na nápravu

rovnoměrné zatížení

$\alpha_q q_k$

kontaktní plocha

$0.4 \times 0.4 = 0.16 \text{ m}^2$

vzdálenost kol

2.0 m

vzdálenost náprav

1.2 m

šířka vozovky

$w = 6.5 \text{ m}$

počet zat. pruhů

2

šířka zat. pruhu

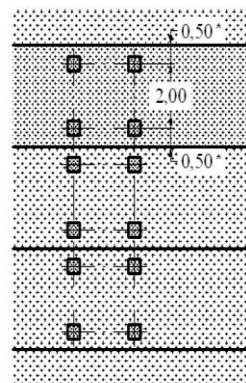
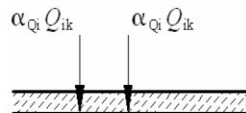
3 m

šířka zbývajících částí

0.5 m

skupina komunikací (NA 2.12)

1



liniové zatížení LM1

pruh	α_Q	$\alpha_Q Q_k$ (kN)	α_q	$\alpha_q q_k$ (kN/m ²)	$\alpha_q q_k$ (kN/m)
1	1	300	1	9	27
2	1	200	2.4	6	18
3	1	0	2.4	6	18
x	-	0	2.4	6	-18
zbytek	-	0	1.2	3	1.50
suma		500			46.5

LM2 pro mosty 3-7m délky a příčný směr

jedna náprava

$\beta_Q Q_{ak}$

zatížení

$Q_{ak} = 400 \text{ kN}$

$\beta_Q = 0.8$

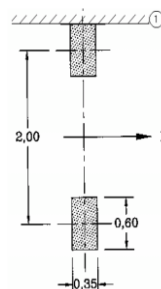
kontaktní plocha

$0.6 \times 0.35 = 0.21 \text{ m}^2$

vzdálenost kol

2.0 m

přídavný dynamický součinitel (u MZ) stejně jako u FLM3



LM3 zvláštní souprava

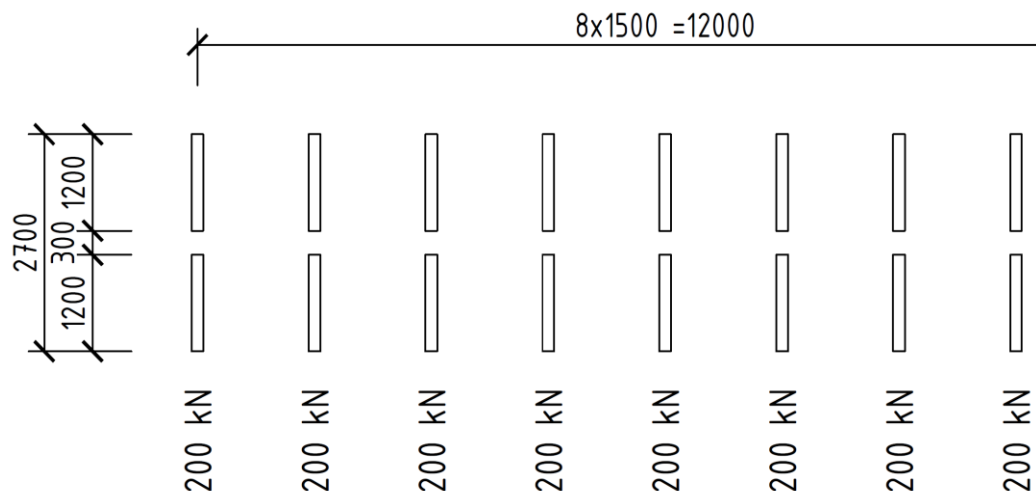
uvažováno speciální vozidlo

1800 / 200

délka vozidla

$8 \times 1.5 = 12 \text{ m}$

$\phi = 1.25$



3.2.1.2. Vodorovné zatížení

brzděné a rozjezdové síly (kap. 4.4.1)

délka mostu 9 m
 $Q_{lk} = 0.6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2Q_{1k}) + 0.1 \cdot \alpha_{Q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$ $Q_{lk} = 384 \text{ kN}$ $180 \alpha_{Q1} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$

odstředivé a jiné příčné síly (kap. 4.4.2)

- působíště v povrchu vozovky

poloměr mostu 0 m (0 pro přímý most)
 odstředivá síla $Q_{tk} = 0 \text{ kN}$
 příčná brzděná síla $Q_{trk} = 0.25Q_{lk} = 96 \text{ kN}$
 $\max Q_{tk} = 100 \text{ kN}$ působí současně s Q_{lk}

Příčná síla působí jako soustředěné zatížení v kterémkoliv řezu na mostě.

brzděné a rozjezdové síly pro LM3 (NA 2.18)

$Q_{lk} = 0.6 \cdot Q_{LM3}$ $Q_{lk} = 600 \text{ kN}$
 redukce vlivem délky mostu $red = 0.75$
 $Q_{lk,red} = 450 \text{ kN}$

odstředivé a jiné příčné síly pro LM3 (NA 2.20)

- působíště v povrchu vozovky

poloměr mostu 0 m (0 pro přímý most)
 odstředivá síla $Q_{tk} = 0 \text{ kN}$
 příčná brzděná síla $Q_{trk} = 0.25Q_{lk} = 113 \text{ kN}$
 $\max Q_{tk} = 113 \text{ kN}$ působí současně s Q_{lk}

Příčná síla působí jako soustředěné zatížení v kterémkoliv řezu na mostě.

3.2.1.3. Zvětšení zemního tlaku od zatížení silniční dopravou

Zvětšení zemního tlaku od zatížení silniční dopravou bylo uvažováno hodnotou zemního tlaku v klidu. Výpočet součinitele zemního tlaku viz kapitolu 3.1.4. Byl uvažovaný zemní tlak od modelu zatížení LM1 a LM3. Plocha zatížena byla uvažována dle ČSN EN 1991-2, tabulka NA.6.

- uvažován stálý klidový zemní tlak

$K = 0.50$

Model		LM1	LM1-dop	LM3
Q	[kN]	600	0	1800
a	[m]	3.000	3.000	3.000
b	[m]	4.500	4.500	13.000
q	[kN/m ²]	9.0	9.0	0.0
Q/ab+q	[kN/m ²]	53.44	9.00	46.15
σ_x	[kN/m ²]	26.72	4.50	23.08

3.2.1.4. Sestavy zatížení silniční dopravou

Pro výpočet byly uvažovány skupiny gr1a, gr1b, gr2 a gr5 z následující tabulky z normy.

Tabulka 4.4a – Stanovení sestav zatížení dopravou (charakteristické hodnoty vicesložkových zatížení)^{NP21)}

		VOZOVKA					CHODNÍKY A CYKLISTICKÉ PRUHY	
Typ zatížení		Svislé síly			Vodorovné síly		Pouze svislé zatížení	
Odkaz		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2.1
Zatěžovací systém		LM1 (dvojnáprava a rovnoměrné zatížení)	LM2 (jednotlivá náprava)	LM3 (zvláštní vozidla)	LM4 (zatížení davem lidí)	brzdné a rozjezdové síly ^a	odstředivé síly a příčné síly ^a	rovnoměrné zatížení
Sestavy zatížení	gr1a	charakteristické hodnoty				NP21)	NP21)	kombinační hodnota ^b
	gr1b		charakteristická hodnota					
	gr2	časté hodnoty				charakteristická hodnota	charakteristická hodnota	
	gr3 ^d							charakteristická hodnota ^c
	gr4				charakteristická hodnota			charakteristická hodnota
	gr5	viz příloha A ^{NP16)}		charakteristická hodnota ^{NP16)}		NP18)	NP20)	
Hlavní složka zatížení (označená jako složka příslušející k sestavě)								
^a Lze definovat v národní příloze (pro uvedené případy).								
^b Lze definovat v národní příloze. Doporučená hodnota je 3 kN/m ² . ^{NP21)}								
^c Viz 5.3.2.1(2). Pokud je účinek od zatížení pouze jednoho chodníku nepříznivější než při zatížení obou dvou, má se uvažovat zatížení pouze na jednom chodníku.								
^d Tato sestava nemá praktický význam, pokud se uvažuje sestava gr4.								

3.2.2. Zatížení teplotou

Zatížení teplotou bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-5, čl. 6.

6.1.1 Typy nosných konstrukcí mostů

3. typ: betonová nosná konstrukce

6.1.3 Rovnoměrná složka teploty

Minimální teploty vzduchu ve stínu

-28,1 až -30 °C

$T_{\min} = -30.0 \text{ °C}$

Maximální teploty vzduchu ve stínu

34,1 až 36 °C

$T_{\max} = 36.0 \text{ °C}$

Minimální rovnoměrná složka teploty

$T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -22.0 \text{ °C}$

Minimální rovnoměrná složka teploty

$T_{e,\max} = T_{\max} + 1.5 = 37.5 \text{ °C}$

Výchozí teplota mostu

$T_0 = 10.0 \text{ °C}$

Rozsah rovnoměrných složek teplot pro výpočet mostu

Charakteristická hodnota pro výpočet zkrácení mostu

$\Delta T_{N,\text{con}} = -(T_0 - T_{e,\min}) = -32.0 \text{ °C}$

Charakteristická hodnota pro výpočet prodloužení mostu

$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 27.5 \text{ °C}$

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty mostu

$\Delta T_N = 59.5 \text{ °C}$

6.1.4 Rozdílové složky teploty

6.1.4.1 Svislá lineární složka (postup 1)

Typ konstrukce

3. typ: betonová nosná konstrukce – betonová deska

Tloušťka mostního svršku

100 mm

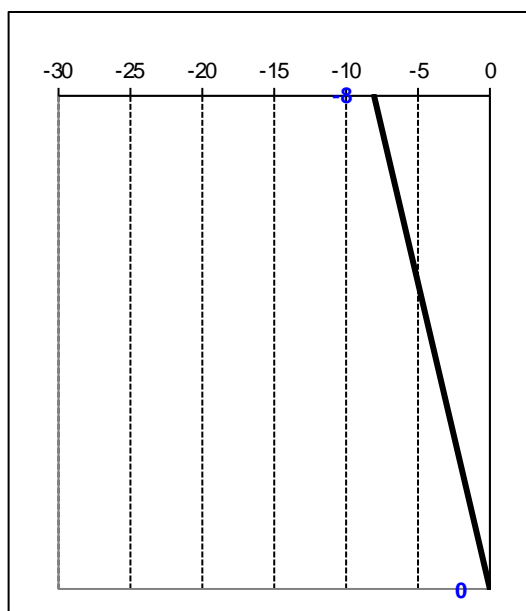
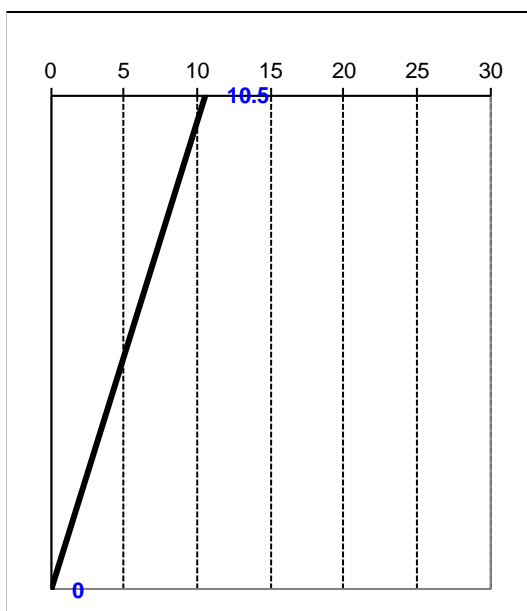
Lineární rozdílové složky:

Horní povrch teplejší než dolní

$$\Delta T_{M, \text{heat}} = 0.7 \cdot 15 = 10.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Dolní povrch teplejší než horní

$$\Delta T_{M, \text{cool}} = 1.0 \cdot -8 = -8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



6.1.5 Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty

Rozdílová složka teploty

ΔT

Rovnoměrná složka teploty

ΔT_N

Kombinace složek

$\Delta T + 0.35\Delta T_N$

$0.75\Delta T + \Delta T_N$

Rozhoduje nejnepříznivější účinek.

3.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatížení byly uvažovány dle ČSN EN 1990.

3.3.1. Kombinační pravidla

Podle ČSN EN 1990, čl. A2.2.2

(2) Model zatížení 2 (nebo sestava zatížení gr1b) a osamělá síla $Q_{rw,k}$ (viz 5.3.2.2 v EN 1991-2) na lávkách pro chodce se nemusí kombinovat s dalším proměnným zatížením.

(3) Zatížení sněhem nebo větrem se nemusí kombinovat s:

- brzdnými a rozjezdovými silami nebo odstředivými silami nebo sestavou zatížení gr2;
- zatíženími na lávkách a cyklistických stezkách nebo sestavou zatížení gr3;
- zatížením davem lidí (model zatížení 4) nebo sestavou zatížení gr4.

POZNÁMKA Vhodná kombinační pravidla pro zvláštní vozidla (viz EN 1991-2, příloha A (informativní)), běžnou dopravu (zahnutou v modelech zatížení 1 a 2) a jiná proměnná zatížení mohou být doporučena v národní příloze nebo schválena pro konkrétní projekt. ^{NP11)}

(4) Zatížení sněhem se nemusí kombinovat s modelem zatížení 1 a 2 nebo se sestavami zatížení gr1 a gr2, pokud není stanoveno jinak s ohledem na zvláštní zeměpisné oblasti.

POZNÁMKA Zeměpisné oblasti, ve kterých může být potřebné v kombinacích zatížení uvažovat zatížení sněhem se sestavami zatížení gr1 a gr2, lze uvést v národní příloze. ^{NP12)}

(5) S modelem zatížení 1 (LM1) nebo sestavou zatížení gr1a se nemá kombinovat zatížení větrem vyšší, než je nižší z hodnot F_w nebo $\psi_0 F_{w,k}$.

POZNÁMKA Zatížení větrem viz EN 1991-1-4.

(6) Zatížení větrem a zatížení teplotou se nemusí uvažovat společně, pokud pro místní klimatické podmínky není stanoveno jinak.

POZNÁMKA V národní příloze nebo pro konkrétní projekt lze aplikovat různá pravidla pro uvažování současného působení zatížení větrem a zatížení teplotou v závislosti na klimatických podmínkách. ^{NP13)}

NA2.4 Článek A2.2.2 Kombinační pravidla pro mosty pozemních komunikací, odstavec (3)

Kombinační pravidla pro zvláštní vozidla vycházejí ze zatěžovacích modelů, které jsou uvedeny v ČSN EN 1991-2, NA2.16.

NA2.5 Článek A2.2.2 Kombinační pravidla pro mosty pozemních komunikací, odstavec (4)

S výjimkou zastřešených mostů pozemních komunikací se zatížení sněhem se sestavami zatížení gr1 a gr2 na území ČR nekombinuje.

NA2.6 Článek A2.2.2 Kombinační pravidla pro mosty pozemních komunikací, odstavec (6)

V ČR se současné působení zatížení větrem a zatížení teplotou neuvažuje, pokud to není v konkrétním projektu nezbytné.

3.3.2. Součinitelé zatížení

Podle ČSN EN 1990, tab. A2.1

Zatížení	Značka		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou (viz EN 1991-2, Tabulka 4.4)	gr1a (LM1+ zatížení chodci nebo cyklisty) ¹⁾	TS (dvojnápravy)	0,75	0,75	0
		UDL (rovnomměrné zatížení)	0,40	0,40	0
		Zatížení chodci + zatížení cyklisty ²⁾	0,40	0,40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0,75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatížení chodci)		0	0,40	0
	gr4 (LM4 (zatížení davem lidí))		0	–	0
	gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))		0	–	0
Zatížení větrem	$F_{w,k}$				
	– Trvalé návrhové situace		0,6	0,2	0
	– Provádění		0,8	–	0
	F_w^*		1,0	–	–
Zatížení teplotou	T_k		0,6 ³⁾	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{sn,k}$ (během provádění)		0,8	–	–
Staveništní zatížení	Q_c		1,0	–	1,0

1) Doporučené hodnoty součinitelů ψ_0 , ψ_1 a ψ_2 pro gr1a a gr1b jsou uvedeny pro zatížení silniční dopravou, která odpovídá regulačním součinitelům $\alpha_{Q,i}$, $\alpha_{Q,j}$, $\alpha_{Q,r}$ a β_Q rovným 1. Ty, které se vztahují k UDL (rovnomměrné zatížení), odpovídají běžným scénářům dopravy, ve kterých se může zřídkakdy vyskytnout kumulace nákladních vozidel. Jiné hodnoty lze předpokládat pro jiné třídy komunikací nebo očekávanou dopravu, které se vztahují k výběru odpovídajících součinitelů α . Např. hodnota ψ_2 jiná než nula se může předpokládat pouze pro rovnomměrné zatížení (UDL) modelu zatížení 1 (LM1) pro mosty převádějící silnou nepřetržitou dopravu. Viz také EN 1998.

2) Kombinační hodnota zatížení od chodců a cyklistů, zmíněná v tabulce 4.4 EN 1991-2, je redukována hodnota. Součinitele ψ_0 a ψ_1 odpovídají této hodnotě.

3) Doporučenou hodnotu ψ_0 pro zatížení teplotou lze ve většině případů snížit až na nulu pro mezní stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Viz také Eurokódy pro navrhování.

POZNÁMKA 2 Pokud se pro některé mezní stavy použitelnosti betonových mostů národní příloha odkazuje na občasné kombinace zatížení, lze v ní definovat hodnoty $\psi_{1,infq}$. Doporučené hodnoty součinitelů $\psi_{1,infq}$ jsou:^{NP20)}

- 0,80 pro gr1a (LM1), gr1b (LM2), gr3 (zatížení chodci), gr4 (LM4, zatížení davem lidí) a T (zatížení teplotou);
- 0,60 pro $F_{w,k}$ v trvalých návrhových situacích;
- 1,00 v ostatních případech (tj. charakteristická hodnota se použije jako občasná hodnota).

3.3.3. Mezní stavy únosnosti

3.3.3.1. Trvalé a dočasné návrhové situace

Podle ČSN EN 1990, tab. A2.4 (B)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz (6.10a))	$\gamma G_{j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma G_{j,inf} G_{k,j,inf}$	γP		$\gamma Q_{1,\psi 0,1} Q_{k,1}$	$\gamma Q_{i,\psi 0,i} Q_{k,i}$
(Výraz (6.10b))	$\xi \gamma G_{j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma G_{j,inf} G_{k,j,inf}$	γP	$\gamma Q_{1} Q_{k,1}$		$\gamma Q_{i,\psi 0,i} Q_{k,i}$

(*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrnuje pouze stálá zatížení.^{NP27)}

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů γ a ξ lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů γ a ξ následující:^{NP20)}

$\gamma_{G,sup} = 1,35$ ¹⁾

$\gamma_{G,inf} = 1,00$

$\gamma_Q = 1,35$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,45$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26³⁾ a 27³⁾), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravou; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,20$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,50$ pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení;²⁾

$\xi = 0,85$ (takže $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$).

$\gamma_{Gset} = 1,20$ v případě pružné lineární analýzy a $\gamma_{Gset} = 1,35$ v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty γ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

γ_P = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

¹⁾ Tyto hodnoty zahrnují: vlastní tíhu nosných a nenosných částí, kolejové lože, zeminu, podzemní vodu a volně tekoucí vodu, odstranitelné zatížení, apod.

²⁾ Tyto hodnoty zahrnují: proměnný vodorovný zemní tlak, podzemní vodu, volně tekoucí vodu a kolejové lože, zvýšení složky zemního tlaku od dopravy, aerodynamická zatížení od dopravy, zatížení větrem, teplotou apod.

³⁾ Pro zatížení železniční dopravou u sestav zatížení 26 a 27 lze součinitel $\gamma_Q = 1,20$ použít pro jednotlivé složky zatížení dopravou související s SW/2 a součinitel $\gamma_Q = 1,45$ lze použít pro jednotlivé složky zatížení dopravou související s modely zatížení 71, SW/0 a HSLM, apod.

POZNÁMKA 3 Charakteristické hodnoty všech stálých zatížení z jednoho zdroje se násobí součinitelem $\gamma_{G,sup}$, pokud celkový výsledný účinek je nepříznivý a součinitelem $\gamma_{G,inf}$, pokud celkový výsledný účinek je příznivý. Např. všechna zatížení mající původ od vlastní tíhy konstrukce lze uvažovat jako pocházející z jednoho zdroje; toto lze použít i v případě, kdy se jedná o různé materiály. Nicméně viz A2.3.1(2).

POZNÁMKA 4 Pro zvláštní ověření lze hodnoty γ_Q a γ_Q rozdělit na γ_{Q1} a γ_{Q2} a na součinitel γ_{Qd} zahrnující nejistoty modelování. Hodnota γ_{Qd} je v oboru 1,0 – 1,15 a lze ji použít v nejobecnějších případech a také ji lze upravit v národní příloze.^{NP27)}

POZNÁMKA 5 Tam, kde zatížení vodou nejsou zahrnuta v EN 1997 (např. proudící voda), lze pro konkrétní projekt stanovit kombinace zatížení, které se mají použít.

3.3.3.2. Mimořádně návrhové situace

Mimořádně návrhové situace nebyly ve výpočtu uvažovány.

3.3.4. Mezní stavy použitelnosti

Podle ČSN EN 1990, tab. A2.6

Kombinace	Stálá zatížení G_d		Předpětí	Proměnná zatížení Q_d	
	Nepříznivá	Příznivá		Hlavní	Ostatní
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

4. VÝPOČTOVÉ MODEL Y

4.1. GLOBÁLNÍ DESKOVÝ MODEL

4.1.1. Popis výpočtového modelu

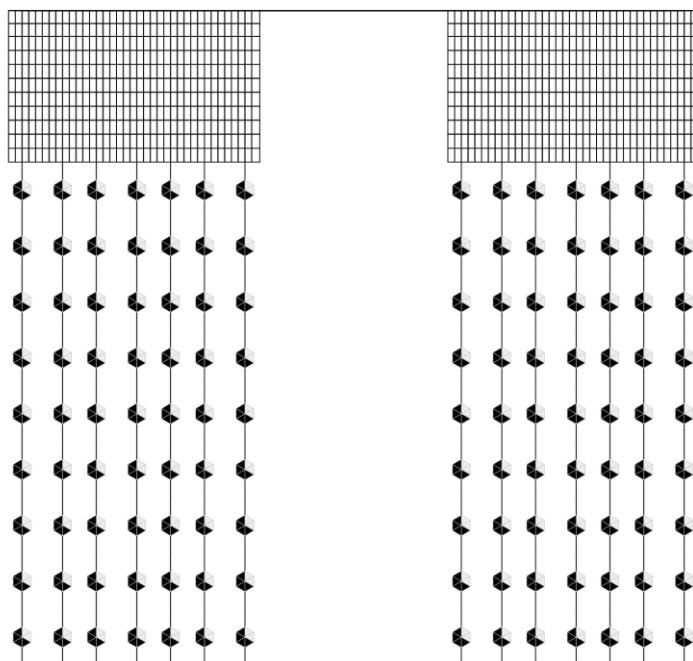
Odezva konstrukce na zatížení byla určena pomocí výpočtového MKP modelu vytvořeného v programu MIDAS/Civil. Most byl modelován jako 3D desková konstrukce s finálním statickým systémem. Geometrie modelu respektuje půdorysné vedení konstrukce. Na rubu rámových stěn jsou modelovány vodorovné pružné podpory $5,0 \text{ MN/m}^3$, které působí pouze na tlak (tj. pouze při pohybu konstrukce směrem do zemního tělesa).

Konstrukce je modelována včetně pilot, které jsou modelovány jako prutové prvky rámově spojené s deskovými prvky základů stojek. Piloty byly po výšce podepřeny vodorovnými pružnými podporami se skutečnými tuhostmi. Ve svislém směru byly piloty v patách uloženy na pružných podporách pomocí s tuhostí 400 MN/m .

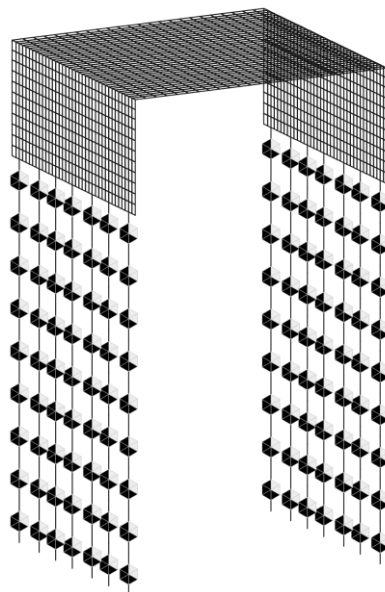
Proměnné pohyblivé zatížení dopravou je na tento model je aplikováno pomocí modulu Moving Load Analysis programu MIDAS/Civil.

Výpočtový model byl použit po určení vnitřních sil v rozhodující průřezech konstrukce.

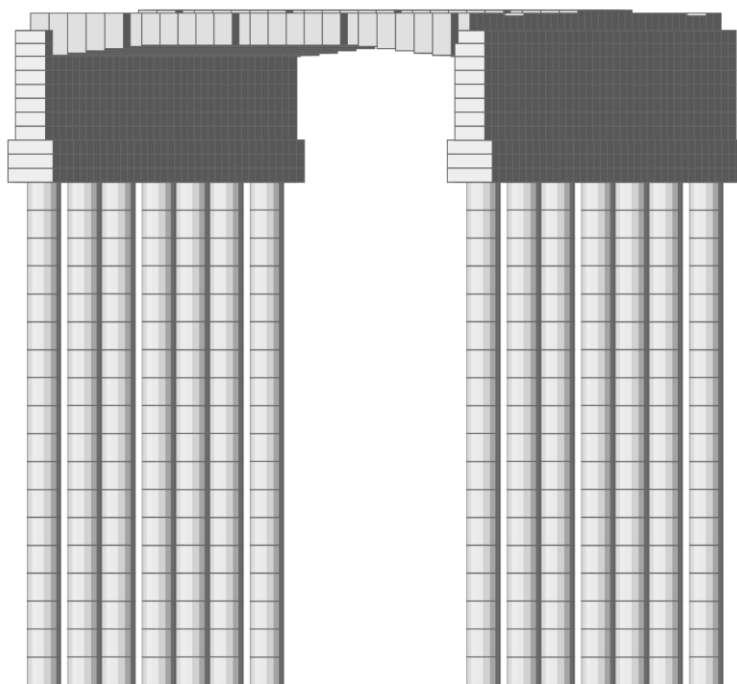
4.1.2. Geometrie modelu



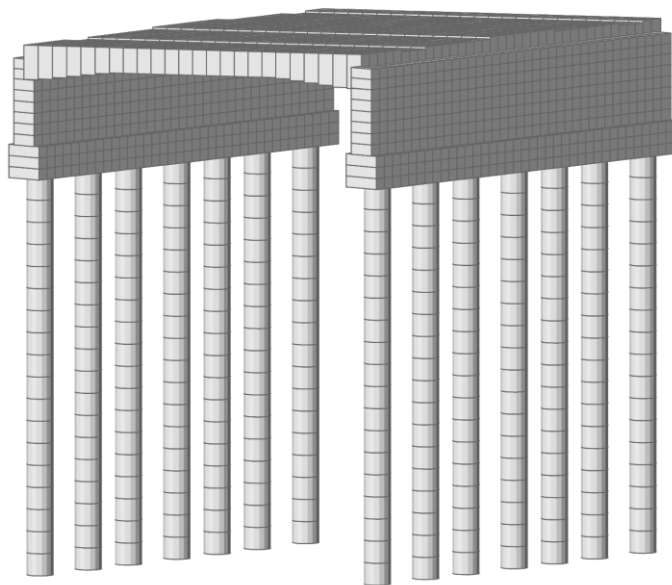
obr. 2 Globální deskový model – drátový – pohled z boku



obr. 3 Globální deskový model – drátový – axonometrie



obr. 4 Globální deskový model - renderovaný – pohled z boku



obr. 5 Globální deskový model - renderovaný – axonometrie

4.1.3. Použité materiály

ID	Name	Type	Standard	Elasticity [kN/m ²]	Poisson	Thermal [1/[C]]	Density [kN/m ³]	Material Type
1	C30/37 pil-nehmt	Concrete	None	3.28E+07	0.20	1.00E-05	0.00E+00	Isotropic
2	C30/37 základ	Concrete	EN04(RC)	3.28E+07	0.20	1.00E-05	2.50E+01	Isotropic
3	C30/37 stojky	Concrete	EN04(RC)	3.28E+07	0.20	1.00E-05	2.50E+01	Isotropic
4	C30/37 pricel	Concrete	EN04(RC)	3.28E+07	0.20	1.00E-05	2.50E+01	Isotropic

4.1.4. Tuhosti pilot

Pilota byla rozdělena na úseky s výškou 1,0 m, ve středu těchto úseků byly namodelovány pružné podpory, jejichž tuhost byla uvažována na základě průběhu modulu k_h po výšce piloty. Ve svislém směru byly piloty v patách uloženy na pružných podporách s tuhostí 400 MN / m.

Číslo	pilota			
	d	$h \cdot k_h$	$d \cdot h \cdot k_h$	$d \cdot h \cdot k_h$
	[m]	[MN/m ²]	[MN/m]	[kN/m]
1	0.600	24.4299	14.66	14658
2	0.600	5.1551	3.09	3093
3	0.600	8.1438	4.89	4886
4	0.600	44.4440	26.67	26666
5	0.600	44.4440	26.67	26666
6	0.600	44.4440	26.67	26666
7	0.600	44.4440	26.67	26666
8	0.600	44.4440	26.67	26666
9	0.600	44.4440	26.67	26666

5. PILOTOVÉ ZALOŽENÍ

5.1. SÍLY V HLAVĚ PILOTY

S ohledem na téměř shodné extrémní hodnoty sil v hlavách pilot na opěře OP1 a opěře OP2 byly piloty na obou opěřích posouzeny na stejné zatěžovací účinky, které jsou obálkou z účinků na jednotlivých opěřích a jsou uvedeny v následující tabulce.

Síly v hlavě piloty		N	M _x	M _y	H _x	H _y
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Návrhová kombinace	min N	1	58	-114	-71	-53
	max N	726	-37	135	80	-28
	min H _y	321	98	-116	-65	-158
	max H _y	299	-94	109	61	152
	max H _x	104	-94	250	236	48
	min H _x	165	89	-242	-230	-41
	max M _y	644	-90	254	209	7
	min M _y	174	91	-242	-219	-43
	max M _x	324	131	-201	-90	-156
	min M _x	195	-132	228	148	142
Charakteristická kombinace	min N	58	42	-81	-48	-39
	max N	579	-32	114	66	-24
	min H _y	293	68	-78	-44	-114
	max H _y	259	-66	74	41	110
	max H _x	110	-65	182	175	28
	min H _x	171	61	-176	-171	-23
	max M _y	516	-67	195	156	-1
	min M _y	515	65	-186	-148	0
	max M _x	293	94	-143	-62	-112
	min M _x	181	-95	164	105	102

5.2. POSOUZENÍ PILOT

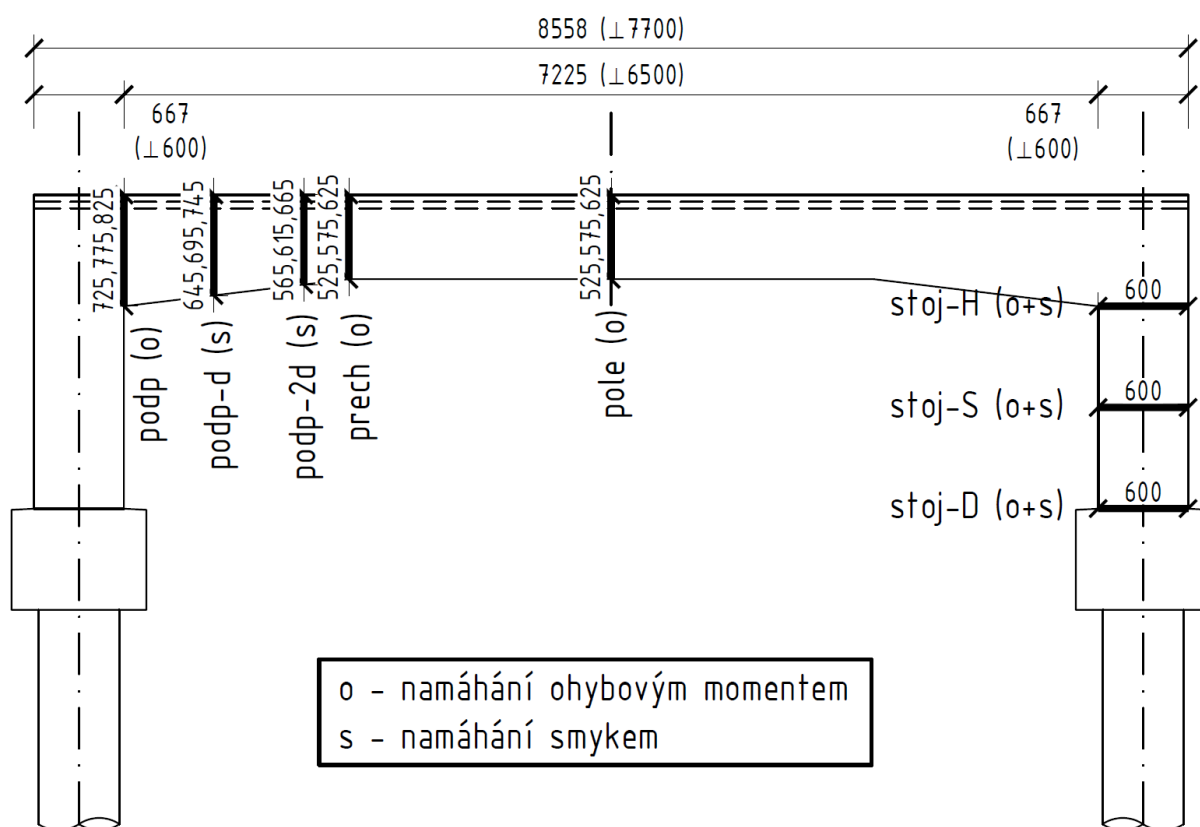
Posouzení odezvy pilot na účinky zatížení od konstrukce mostu bylo provedeno Ing. Pavlem Markem, Ph.D., autorizovaným inženýrem pro geotechniku - evidenční číslo autorizované osoby ČKAIT 1201530, MK statika a projekce s.r.o., IČ 06959831, 08/2018, kterému byly předány svislé reakce v hlavách pilot (viz výše). Toto posouzení s tvoří samostatnou přílohu technické zprávy (příloha Statický výpočet založení).

6. NOSNÁ KONSTRUKCE

6.1. PŘEDPOKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ

Nosná konstrukce mostu byla posouzena na namáhání ohybovým momentem a na namáhání smykem, vše podle ČSN EN 1992.

Nosná konstrukce byla posouzena v následujících nejvíce namáhaných řezech:



obr. 6 Řezy pro posouzení

6.2. PODÉLNÁ VÝZTUŽ NOSNÉ KONSTRUKCE

6.2.1. Navržená výztuž

V jednotlivých průřezích rozhodujících pro výpočet byla navržena podélná výztuž a určeny maximální ohybové momenty, které jsou takto vyztužené průřezy schopné přenést v jednotlivých mezních stavech. Poté bylo ověřeno, zda jsou tyto maximální momenty větší než vnitřní síly získané z deskového modelu. Vnitřní síly z deskového modelu byly uvažovány ve dvou souřadných systémech - kolmém a rovnoběžném se šikmým čelem (platí pouze pro řezy v příčli). Přehled posuzovaných průřezů a výztuž navržená v nich jsou uvedeny v následující tabulce.

Řez			pole-dol	pole-dol	pole-dol	podp-hor	podp-hor	podp-hor	podp-dol	podp-dol	podp-dol
Průřez	beton	[-]	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
	b	[mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	h	[mm]	525	575	625	725	775	825	725	775	825
	c	[mm]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	d ₁	[mm]	87.5	87.5	87.5	86	86	86	85	85	85
	d	[mm]	437.5	487.5	537.5	639	689	739	640	690	740
Výztuž	Ø	[mm]	25	25	25	22	22	22	20	20	20
	s	[mm]	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	n	[ks]	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
	A _s	[mm ²]	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094

Řez			prech-hor	prech-hor	prech-hor	prech-dol	prech-dol	prech-dol
Průřez	beton	[-]	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
	b	[mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	h	[mm]	525	575	625	525	575	625
	c	[mm]	75	75	75	75	75	75
	d ₁	[mm]	83	83	83	85	85	85
	d	[mm]	442	492	542	440	490	540
Výztuž	Ø	[mm]	16	16	16	20	20	20
	s	[mm]	150	150	150	150	150	150
	n	[ks]	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
	A _s	[mm ²]	1340	1340	1340	2094	2094	2094

Řez			stoj-H-out	stoj-H-in	stoj-S-out	stoj-S-in	stoj-D-out	stoj-D-in
Průřez	beton	[-]	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
	b	[mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	h	[mm]	600	600	600	600	600	600
	c	[mm]	75	75	75	75	75	75
	d ₁	[mm]	87.5	85	85	85	85	85
	d	[mm]	512.5	515	515	515	515	515
Výztuž	Ø	[mm]	25	20	20	20	20	20
	s	[mm]	167	167	167	167	167	167
	n	[ks]	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988
	A _s	[mm ²]	2939	1881	1881	1881	1881	1881

6.2.2. Mezní stav únosnosti - návrhová kombinace

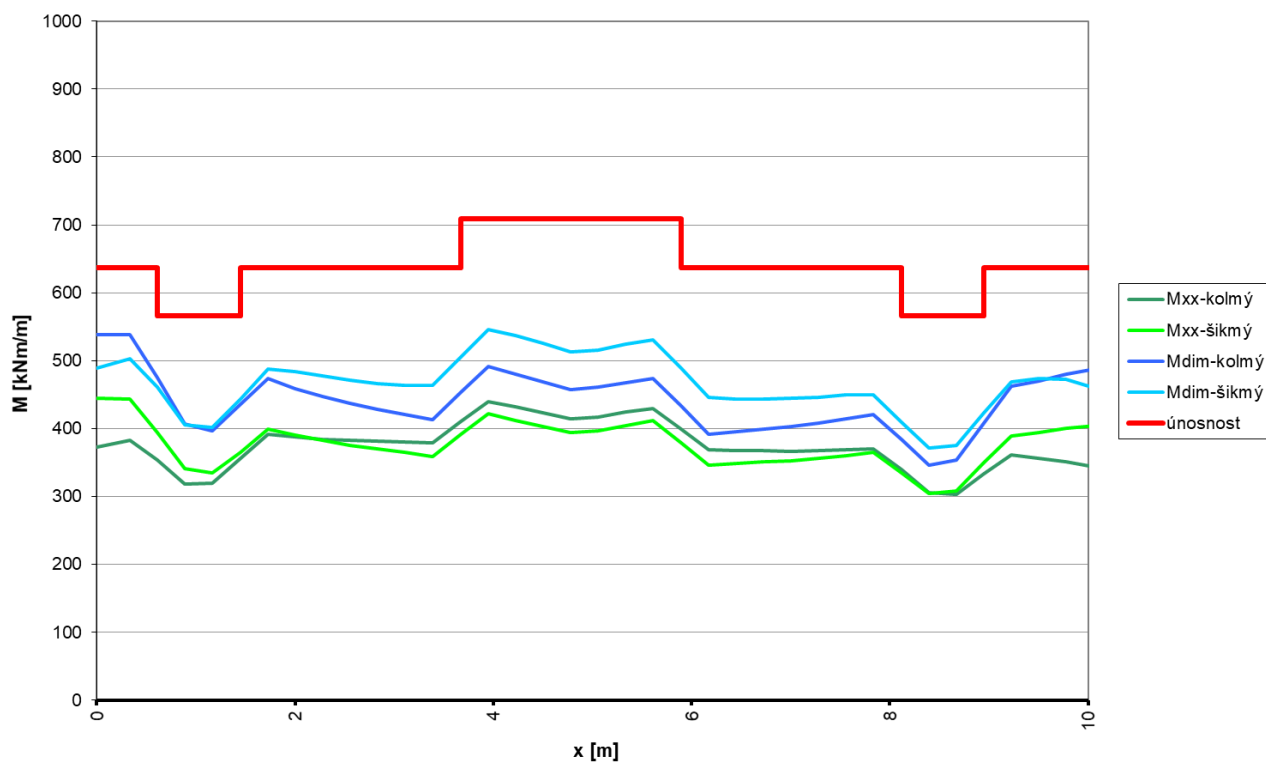
6.2.2.1. Výpočet maximálních ohybových momentů

Řez		pole-dol	pole-dol	pole-dol	podp-hor	podp-hor	podp-hor	podp-dol	podp-dol	podp-dol
Zatížení		MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ
Zatížení										
N _{Ed}	kN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M _{Ed}	kNm	566	637	709	670	725	781	560	605	651
Geometrie										
b _w	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	575	625	725	775	825	725	775	825
Materiály a součinitele										
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f _{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α _{cc}	-	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
f _{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500	500	500	500
γ _c		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
γ _s		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
f _{cd}	MPa	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
f _{yd}	MPa	435	435	435	435	435	435	435	435	435
λ	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
η	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
β	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ε _{cu3}	-	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Předpínací a betonářská výztuž										
A _s	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
d _s	mm	438	488	538	639	689	739	640	690	740
Ohybová únosnost										
x	mm	99	99	99	77	77	77	63	63	63
ε _s	‰	12.0	13.8	15.5	25.7	28.0	30.3	31.9	34.7	37.5
kontrola ε _s		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
M _{Rd}	kNm	566	637	709	670	725	781	560	605	651
M _{Ed} ≤ M _{Rd}		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
M _E /M _{Rd}		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

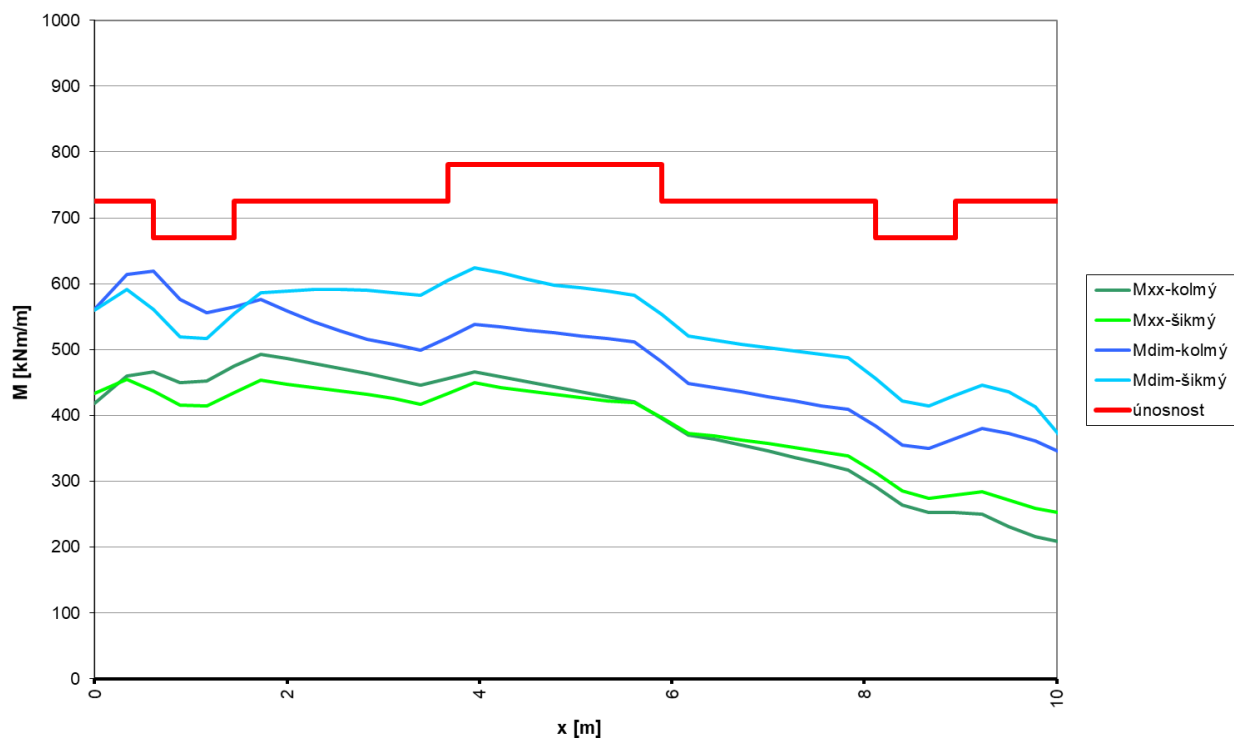
Řez		prech-hor	prech-hor	prech-hor	prech-dol	prech-dol	prech-dol
Zatížení		MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ
Zatížení							
N_{Ed}	kN	0	0	0	0	0	0
M_{Ed}	kNm	248	277	306	378	423	469
Geometrie							
b_w	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	575	625	525	575	625
Materiály a součinitele							
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f_{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30
α_{cc}	-	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
f_{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500
γ_c		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
γ_s		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
f_{cd}	MPa	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
f_{yd}	MPa	435	435	435	435	435	435
λ	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
η	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
β	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ϵ_{cu3}	-	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Předpínací a betonářská výztuž							
A_s	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
d_s	mm	442	492	542	440	490	540
Ohybová únosnost							
x	mm	40	40	40	63	63	63
ϵ_s	‰	34.7	39.0	43.4	20.9	23.6	26.4
kontrola ϵ_s		OK	OK	OK	OK	OK	OK
M_{Rd}	kNm	248	277	306	378	423	469
$M_{Ed} \leq M_{Rd}$		OK	OK	OK	OK	OK	OK
M_E/M_{Rd}		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Řez		stoj-H-out	stoj-H-in	stoj-S-out	stoj-S-in	stoj-D-out	stoj-D-in
Zatížení		MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ
Zatížení							
N_{Ed}	kN	0	0	0	0	0	0
M_{Ed}	kNm	610	403	403	403	403	403
Geometrie							
b_w	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	600	600	600	600	600	600
Materiály a součinitele							
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f_{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30
α_{cc}	-	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
f_{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500
γ_c		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
γ_s		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
f_{cd}	MPa	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
f_{yd}	MPa	435	435	435	435	435	435
λ	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
η	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
β	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ϵ_{cu3}	-	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Předpínací a betonářská výztuž							
A_s	mm ²	2939	1881	1881	1881	1881	1881
d_s	mm	513	515	515	515	515	515
Ohybová únosnost							
x	mm	89	57	57	57	57	57
ϵ_s	‰	16.7	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2
kontrola ϵ_s		OK	OK	OK	OK	OK	OK
M_{Rd}	kNm	610	403	403	403	403	403
$M_{Ed} \leq M_{Rd}$		OK	OK	OK	OK	OK	OK
M_E/M_{Rd}		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

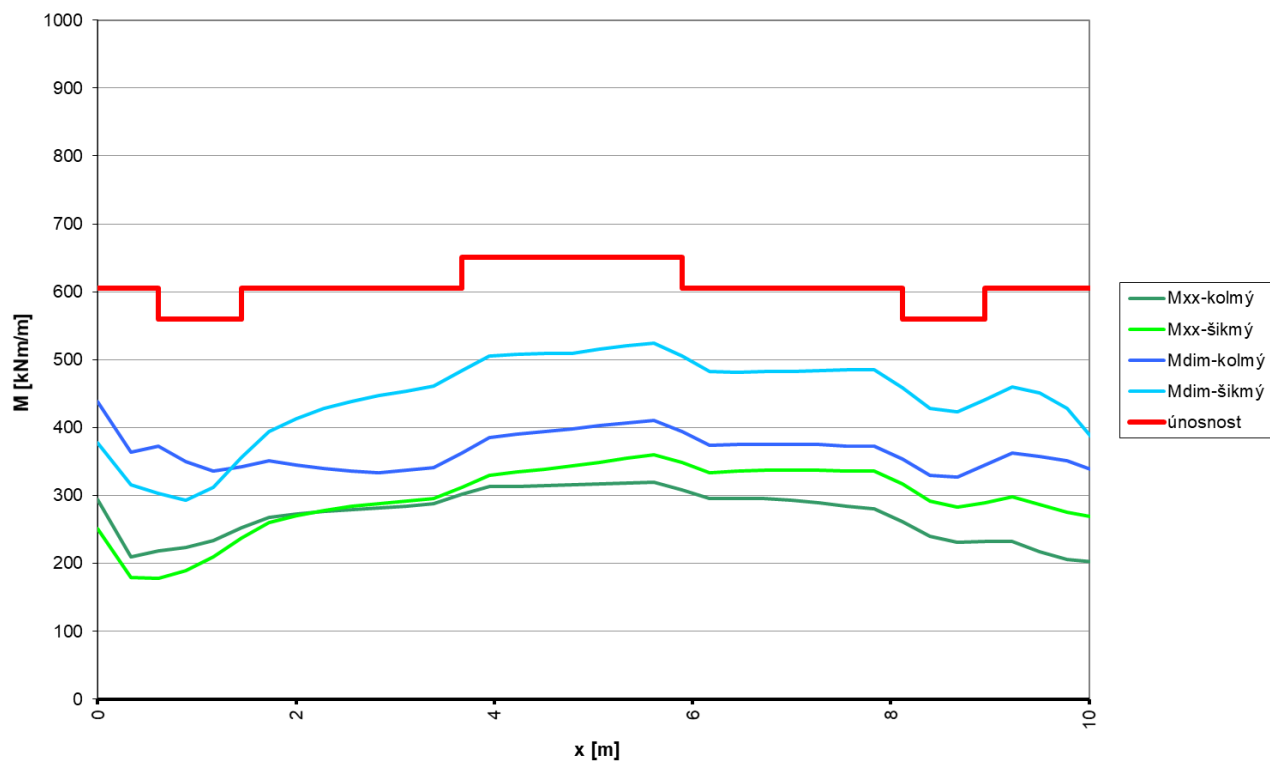
6.2.2.2. Vykrytí ohybových momentů



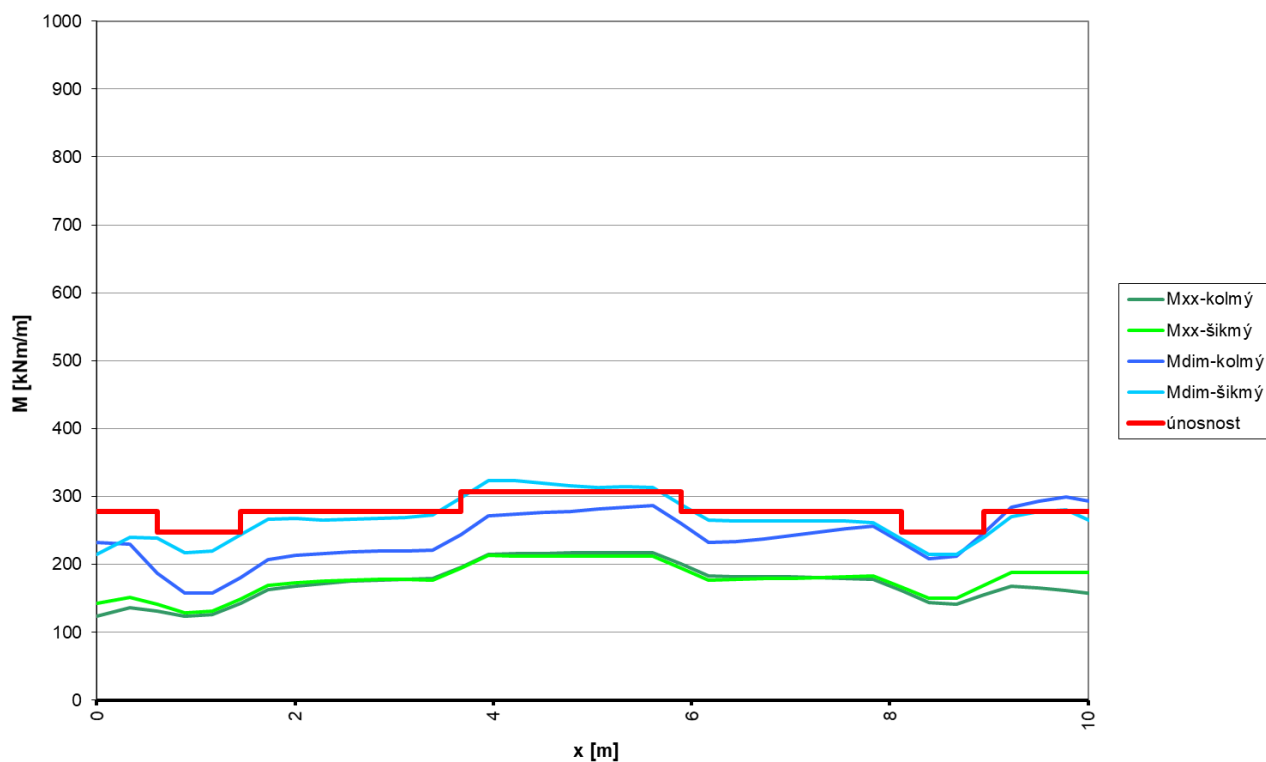
obr. 7 Vykrytí ohybových momentů – řez pole – dolní výztuž



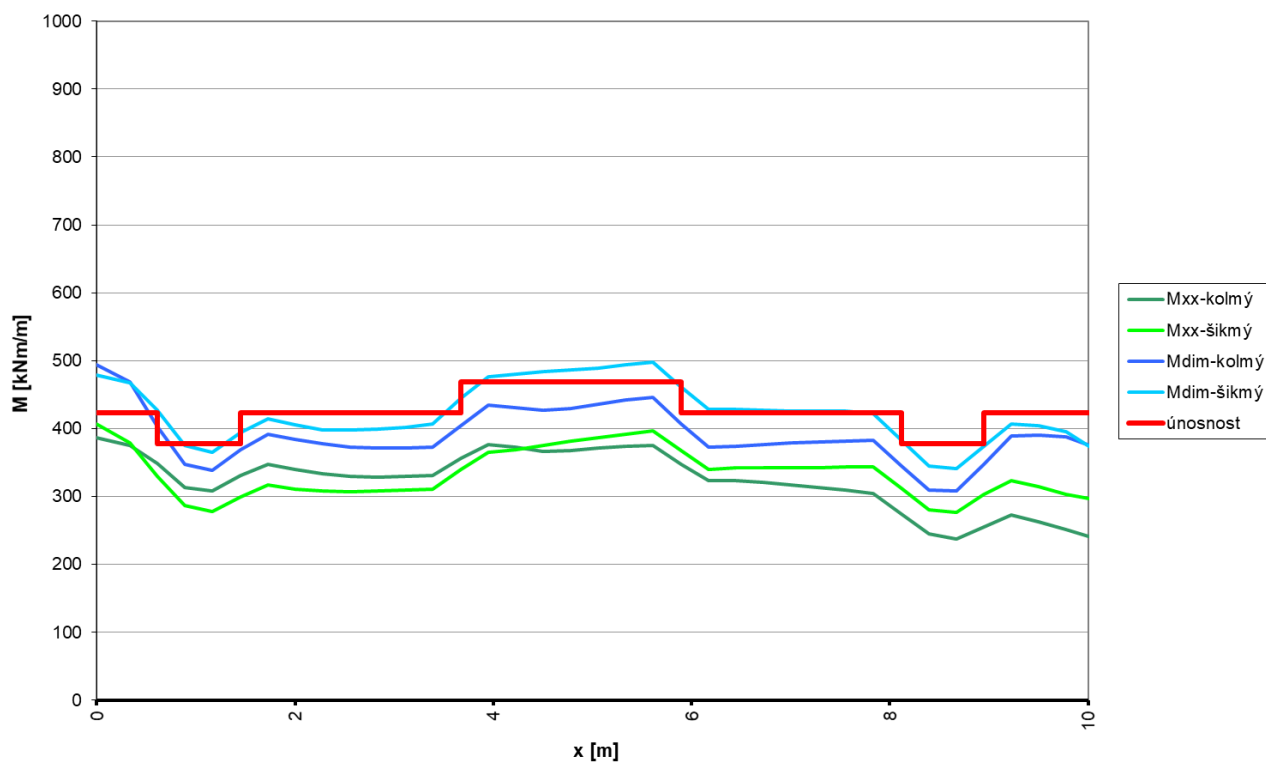
obr. 8 Vykrytí ohybových momentů – řez podp – horní výztuž



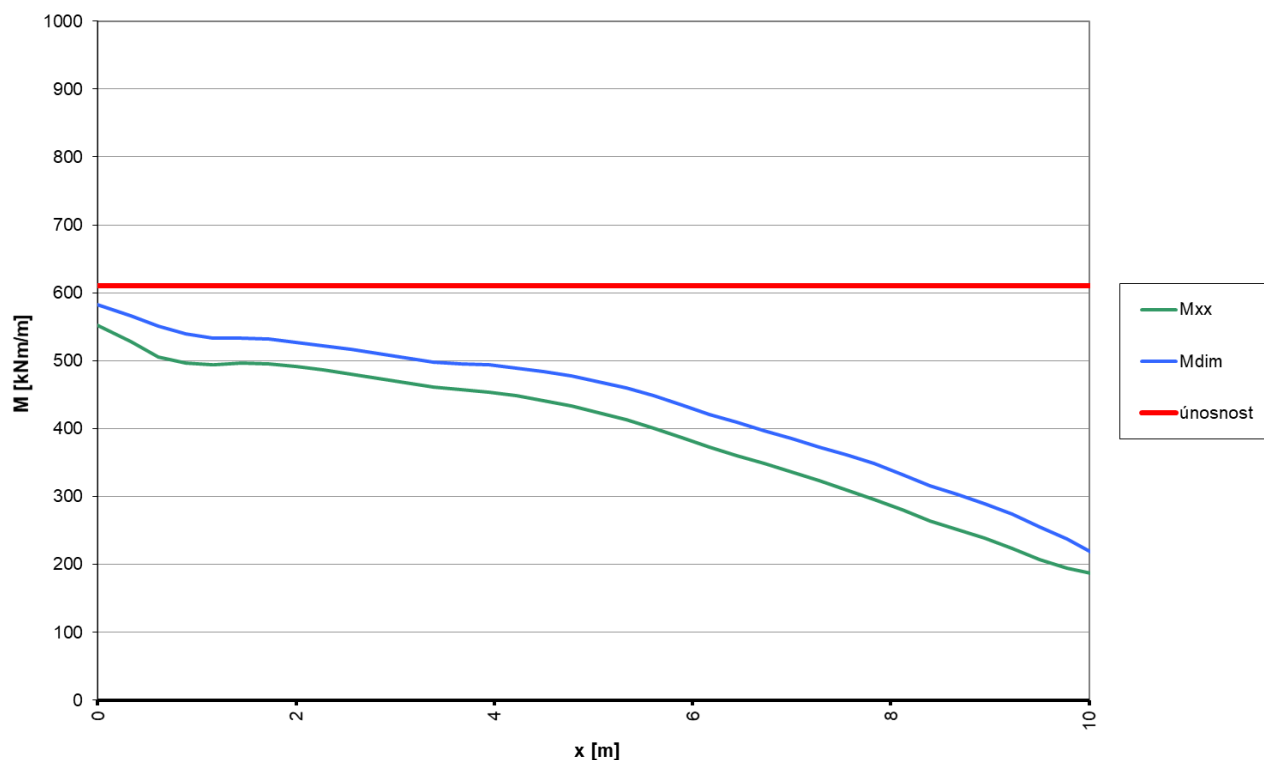
obr. 9 Vykrytí ohybových momentů – řez podp – dolní výztuž



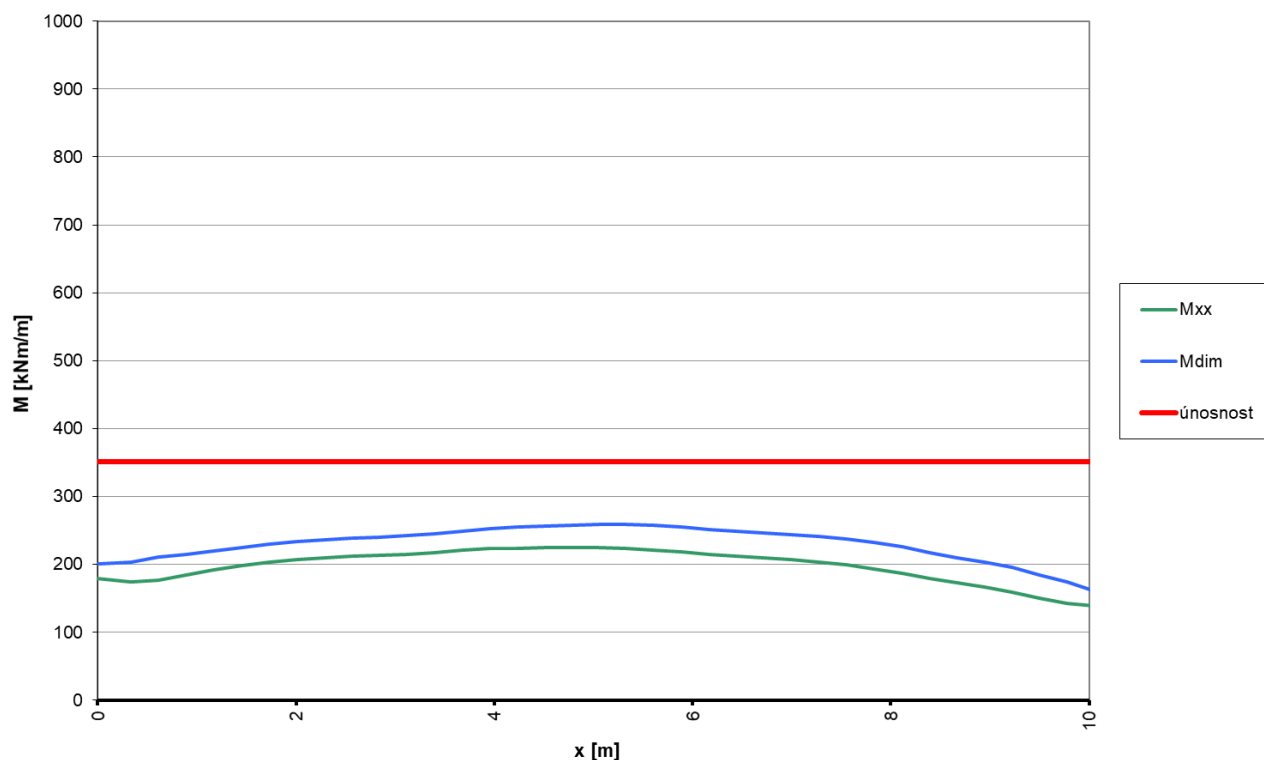
obr. 10 Vykrytí ohybových momentů – řez prech – horní výztuž



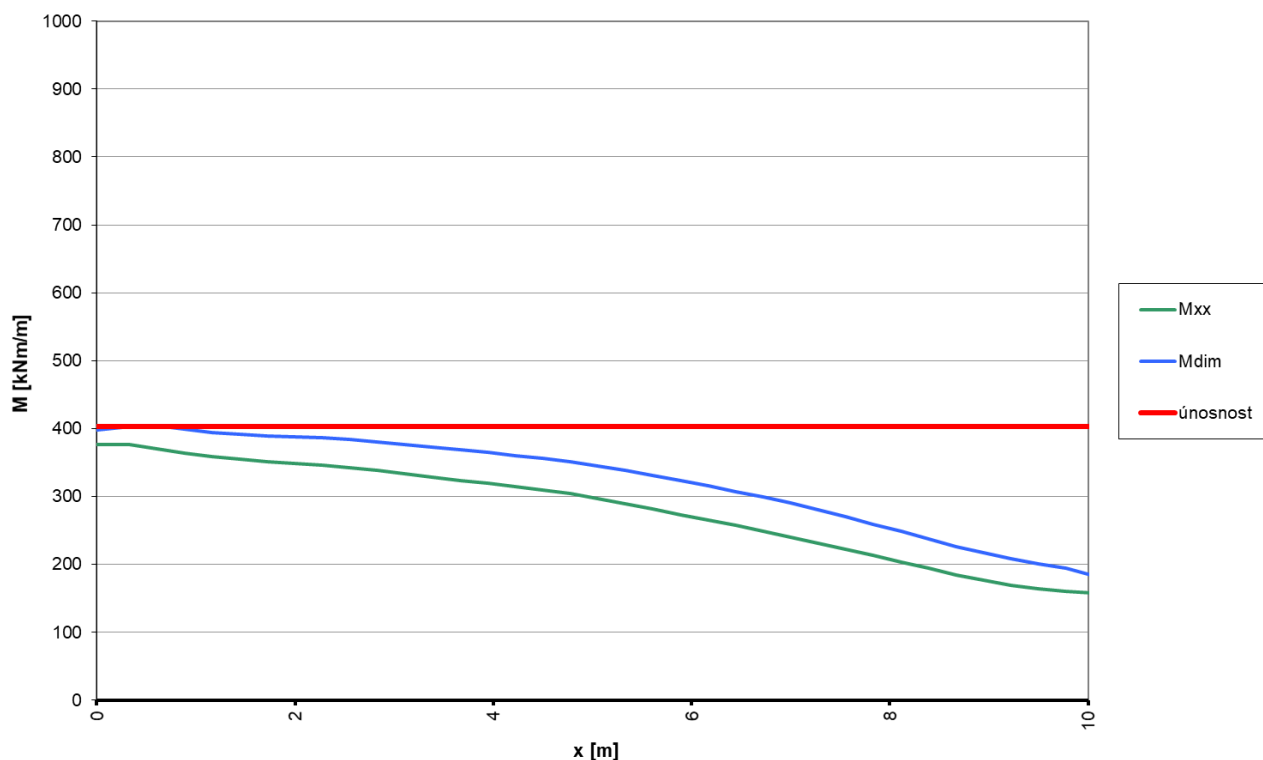
obr. 11 Vykrytí ohybových momentů – řez prech – dolní výztuž



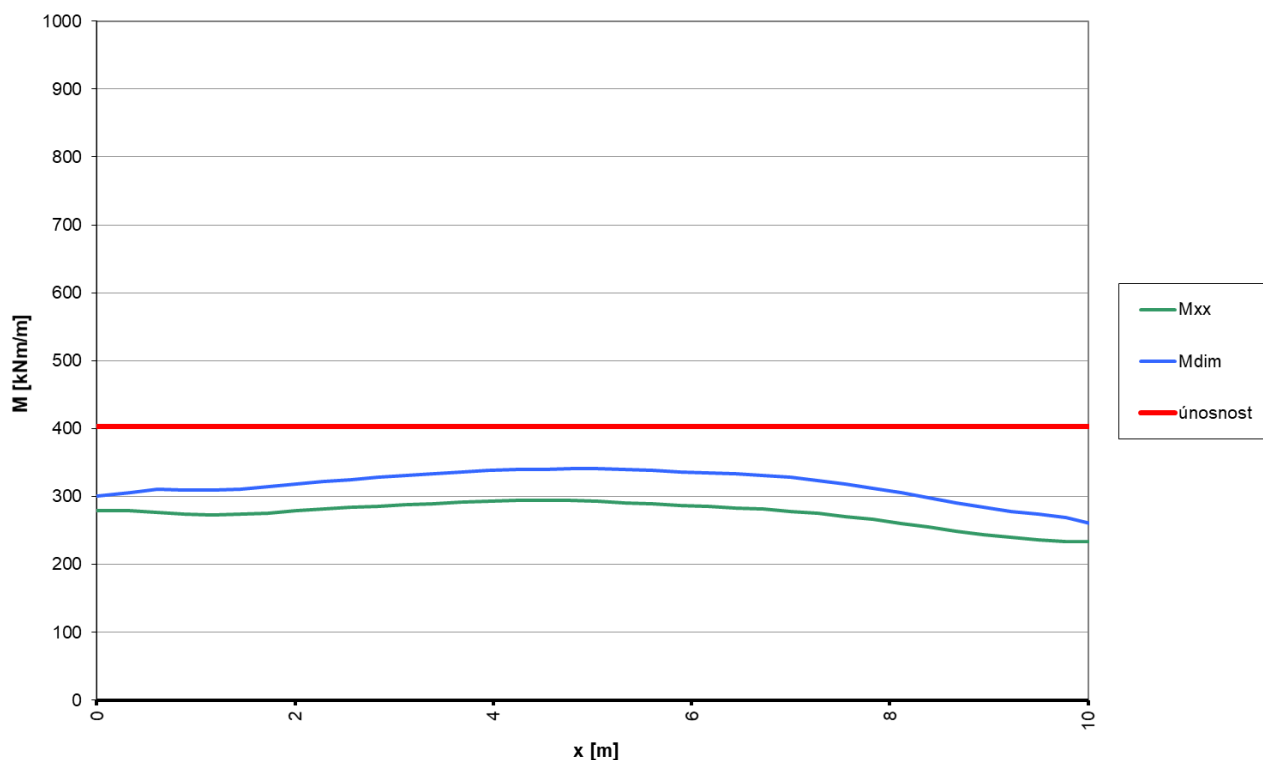
obr. 12 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-H – vnější výztuž



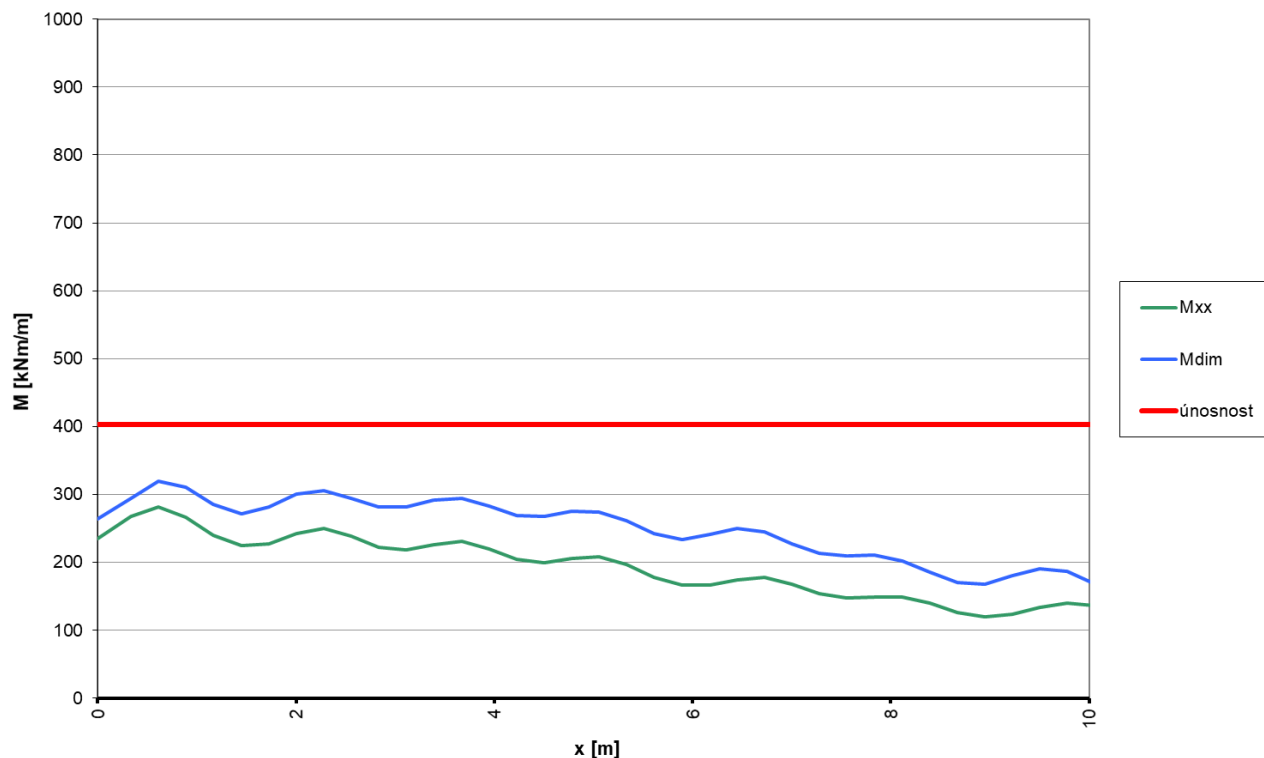
obr. 13 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-H – vnitřní výztuž



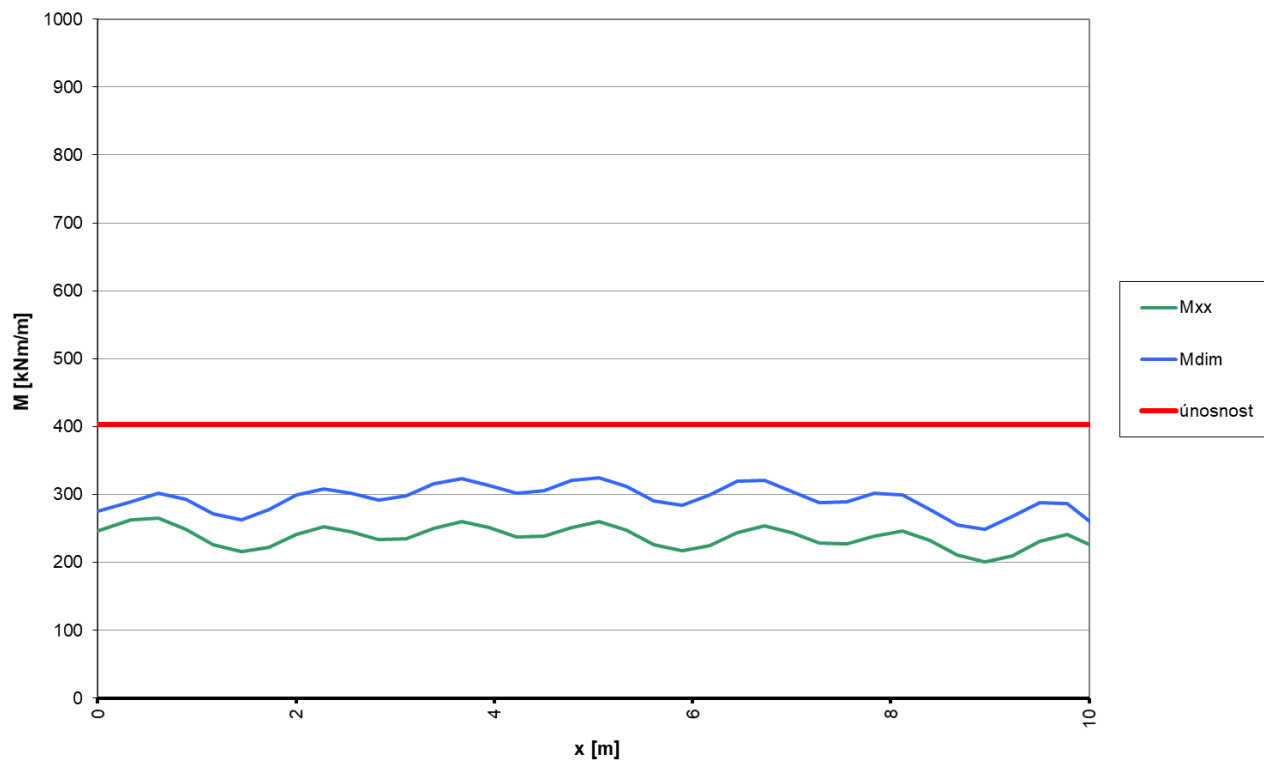
obr. 14 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-S – vnější výztuž



obr. 15 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-S – vnitřní výztuž



obr. 16 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-D – vnější výztuž



obr. 17 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-D – vnitřní výztuž

6.2.3. Mezní stav použitelnosti - omezení napětí - charakteristická kombinace

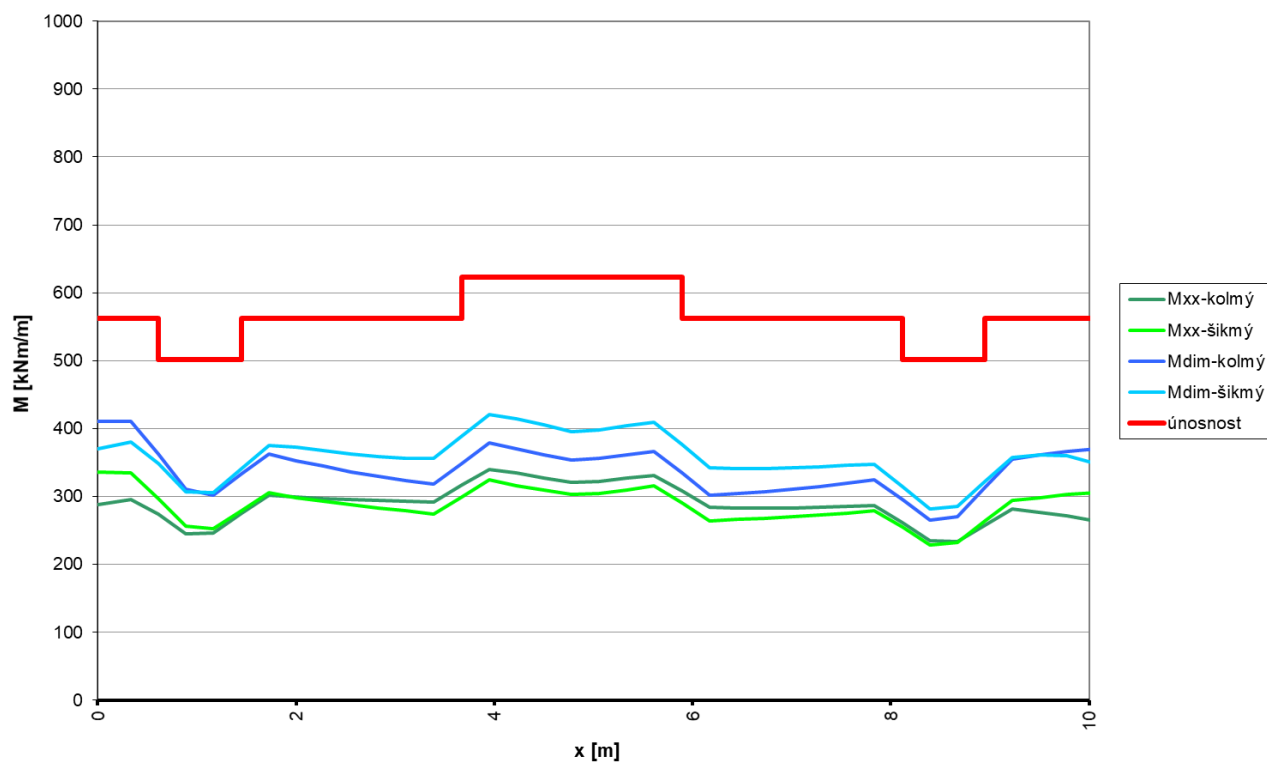
6.2.3.1. Výpočet maximálních ohybových momentů

Řez		pole-dol	pole-dol	pole-dol	podp-hor	podp-hor	podp-hor	podp-dol	podp-dol	podp-dol
Zatížení		Char	Char	Char	Char	Char	Char	Char	Char	Char
Zatížení										
M_{Ed}	kNm	501	562	623	585	633	681	488	528	568
Geometrie										
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	525	525	725	725	725	725	725	725
W_h	m ³	0.0459	0.0459	0.0459	0.0876	0.0876	0.0876	0.0876	0.0876	0.0876
W_d	m ³	0.0459	0.0459	0.0459	0.0876	0.0876	0.0876	0.0876	0.0876	0.0876
Materiály a součinitele										
Beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Výztuž		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f_{ck}	MPa	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
E_{cm}	GPa	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
E_{c,eff}	GPa	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
E_s	GPa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
α_e	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Napětí v průřezu bez trhliny										
σ_h	MPa	-10.910	-12.228	-13.551	-6.678	-7.224	-7.772	-5.573	-6.027	-6.482
σ_d	MPa	10.910	12.228	13.551	6.678	7.224	7.772	5.573	6.027	6.482
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
max(σ_h, σ_d) ≥ f_{ctm}		ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části										
d'_{s,t}	mm	88	88	88	86	86	86	85	85	85
d_{s,t}	mm	438	488	538	639	689	739	640	690	740
A_s	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
d'_{s,c}	mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_{s,c}	mm ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x	mm	163.9	175.1	185.8	185.7	194.0	202.0	171.6	179.2	186.5
I_i	mm	5.1E+09	6.6E+09	8.2E+09	9.9E+09	1.2E+10	1.4E+10	8.6E+09	1.0E+10	1.2E+10
σ_{c,c}	MPa	16.0	14.9	14.1	10.9	10.5	10.0	9.8	9.4	9.0
σ_{s,t}	MPa	400	400	400	400	400	400	400	400	400
σ_{s,c}	MPa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k₁f_{ck}	MPa	18	18	18	18	18	18	18	18	18
k₃f_{yk}	MPa	400	400	400	400	400	400	400	400	400
σ_{c,c} ≤ k₁f_{ck}; σ_{s,t} ≤ k₃f_{yk}		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
max σ/k*f		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

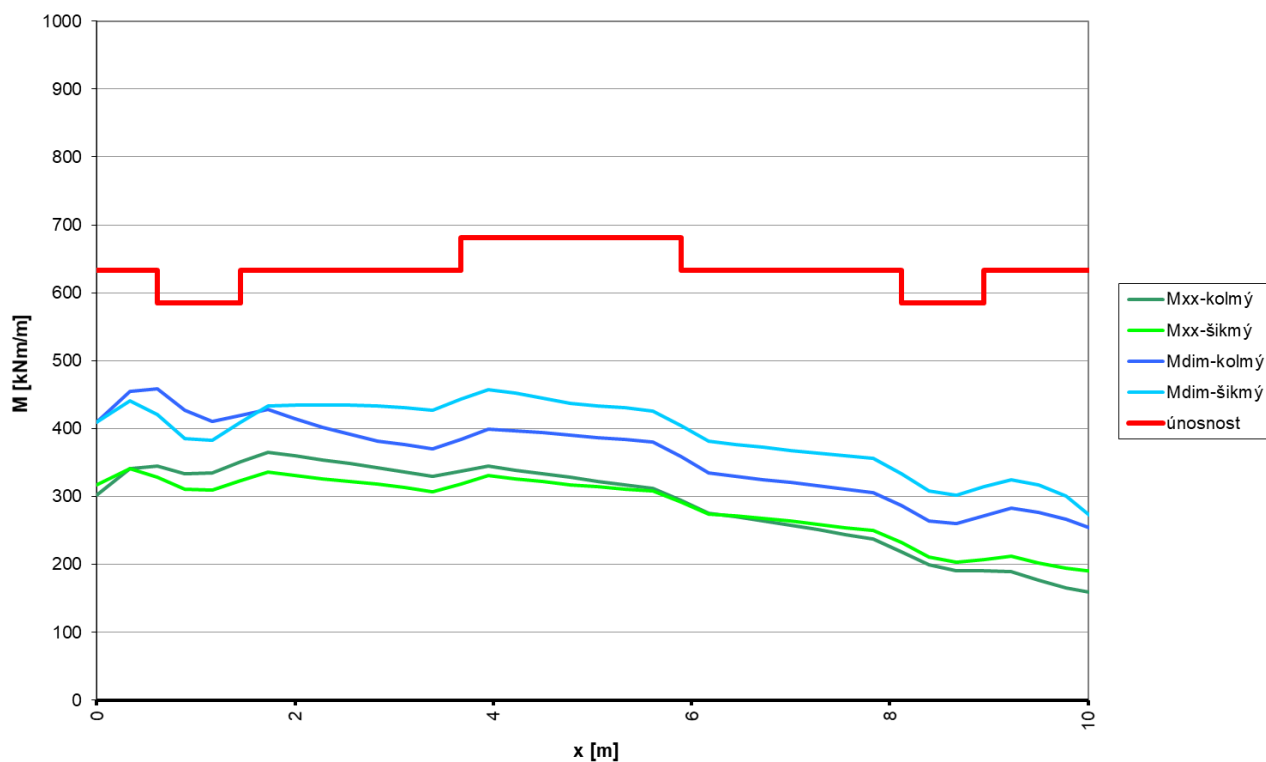
Řez		přech-ho	přech-ho	přech-ho	přech-do	přech-do	přech-do
Zatížení		Char	Char	Char	Char	Char	Char
Zatížení							
M_{Ed}	kNm	216	242	268	330	369	409
Geometrie							
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	525	525	525	525	525
W_h	m ³	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459
W_d	m ³	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459
Materiály a součinitele							
Beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Výztuž		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f_{ck}	MPa	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
E_{cm}	GPa	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
E_{c,eff}	GPa	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
E_s	GPa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
α_e	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Napětí v průřezu bez trhliny							
σ_h	MPa	-4.713	-5.268	-5.825	-7.187	-8.043	-8.903
σ_d	MPa	4.713	5.268	5.825	7.187	8.043	8.903
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
max(σ_h, σ_d) ≥ f_{ctm}		ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části							
d'_{s,t}	mm	83	83	83	85	85	85
d_{s,t}	mm	442	492	542	440	490	540
A_s	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
d'_{s,c}	mm	0	0	0	0	0	0
A_{s,c}	mm ²	0	0	0	0	0	0
x	mm	114.7	122.0	128.9	137.8	146.8	155.4
I_i	mm	2.7E+09	3.4E+09	4.1E+09	3.7E+09	4.8E+09	5.9E+09
σ_{c,c}	MPa	9.3	8.8	8.3	12.2	11.4	10.8
σ_{s,t}	MPa	400	400	400	400	400	400
σ_{s,c}	MPa	0	0	0	0	0	0
k₁f_{ck}	MPa	18	18	18	18	18	18
k₃f_{yk}	MPa	400	400	400	400	400	400
σ_{c,c} ≤ k₁f_{ck}; σ_{s,t} ≤ k₃f_{yk}		OK	OK	OK	OK	OK	OK
max σ/k*f		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Řez		stoj-H-out	stoj-H-in	stoj-S-out	stoj-S-in	stoj-D-out	stoj-D-in
Zatížení		Char	Char	Char	Char	Char	Char
Zatížení							
M_{Ed}	kNm	535	351	351	351	351	351
Geometrie							
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	600	600	600	600	600	600
W_h	m ³	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600
W_d	m ³	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600
Materiály a součinitele							
Beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Výztuž		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f_{ck}	MPa	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
E_{cm}	GPa	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
E_{c,eff}	GPa	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
E_s	GPa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
α_e	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Napětí v průřezu bez trhliny							
σ_h	MPa	-8.913	-5.854	-5.854	-5.854	-5.854	-5.854
σ_d	MPa	8.913	5.854	5.854	5.854	5.854	5.854
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
max(σ_h, σ_d) ≥ f_{ctm}		ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části							
d'_{s,t}	mm	88	85	85	85	85	85
d_{s,t}	mm	513	515	515	515	515	515
A_s	mm ²	2939	1881	1881	1881	1881	1881
d'_{s,c}	mm	0	0	0	0	0	0
A_{s,c}	mm ²	0	0	0	0	0	0
x	mm	173.0	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6
I_i	mm	6.8E+09	4.9E+09	4.9E+09	4.9E+09	4.9E+09	4.9E+09
σ_{c,c}	MPa	13.6	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
σ_{s,t}	MPa	400	400	400	400	400	400
σ_{s,c}	MPa	0	0	0	0	0	0
k₁f_{ck}	MPa	18	18	18	18	18	18
k₃f_{yk}	MPa	400	400	400	400	400	400
σ_{c,c} ≤ k₁f_{ck}; σ_{s,t} ≤ k₃f_{yk}		OK	OK	OK	OK	OK	OK
max σ/k*f		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

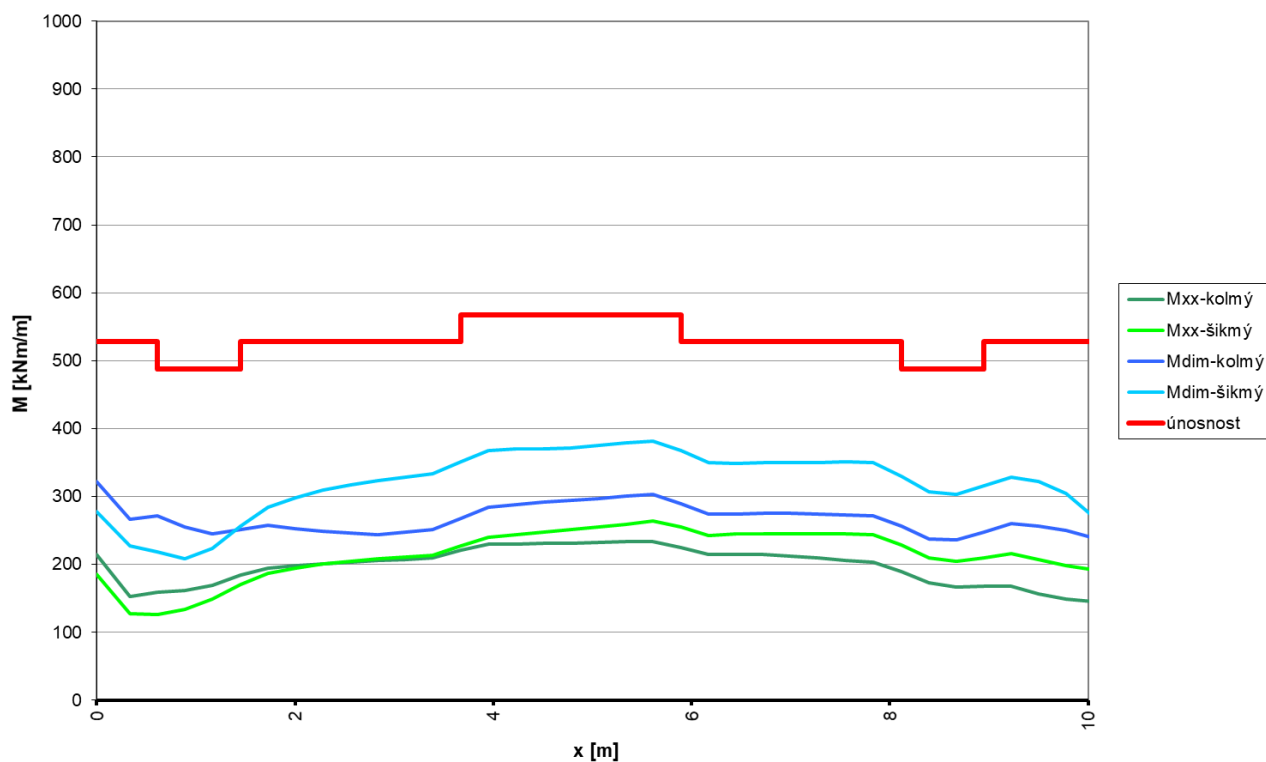
6.2.3.2. Vykrytí ohybových momentů



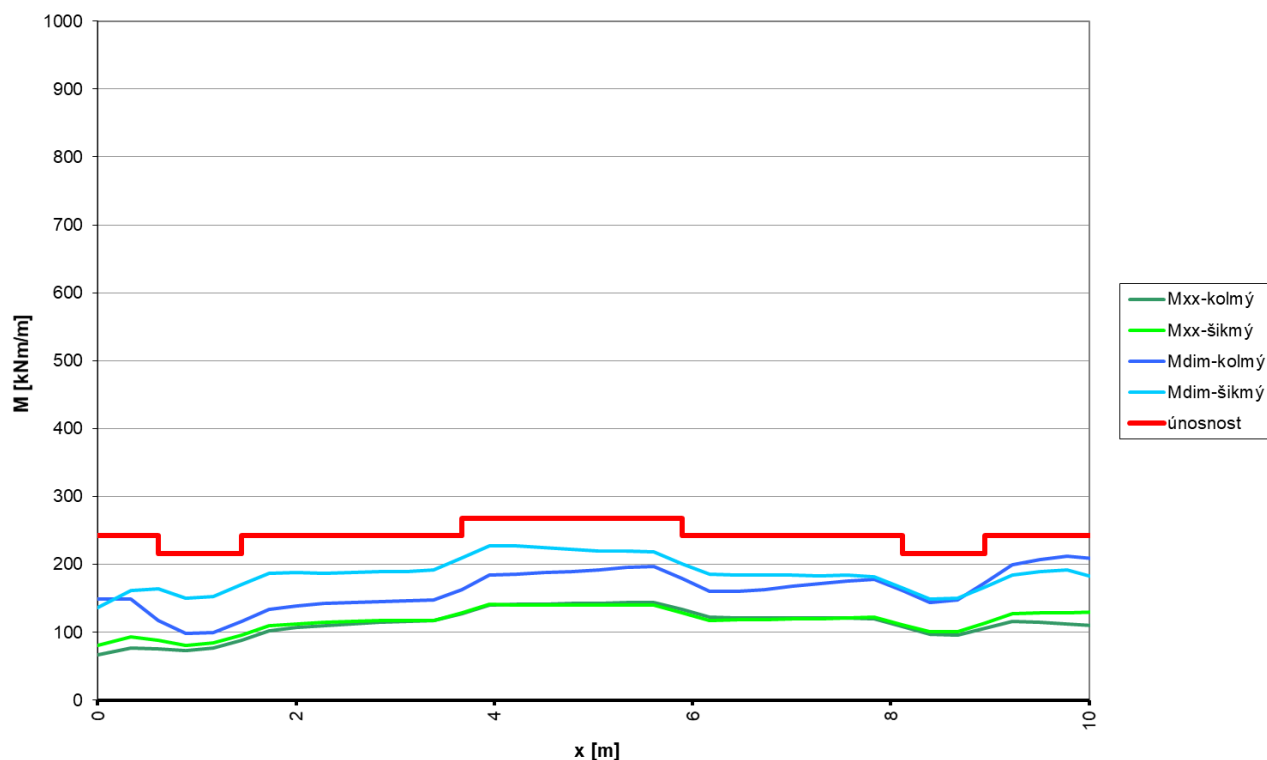
obr. 18 Vykrytí ohybových momentů – řez pole – dolní výztuž



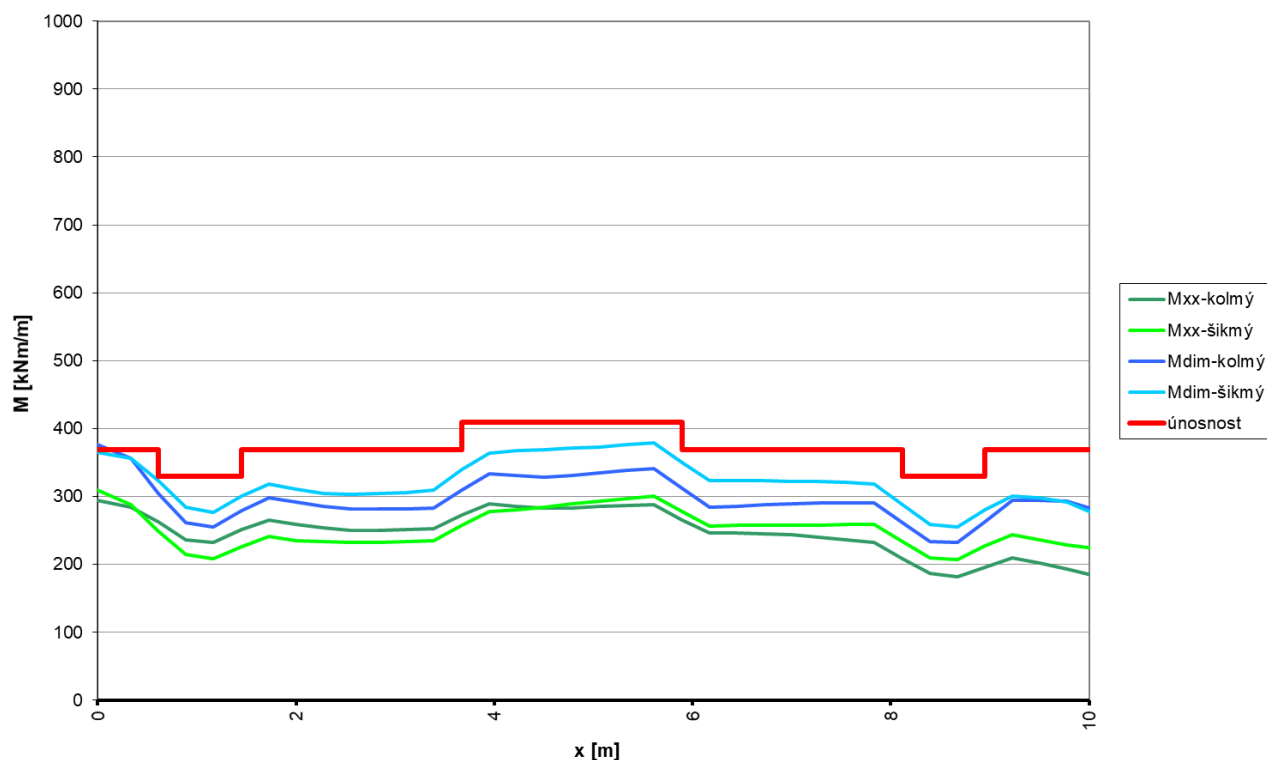
obr. 19 Vykrytí ohybových momentů – řez podp – horní výztuž



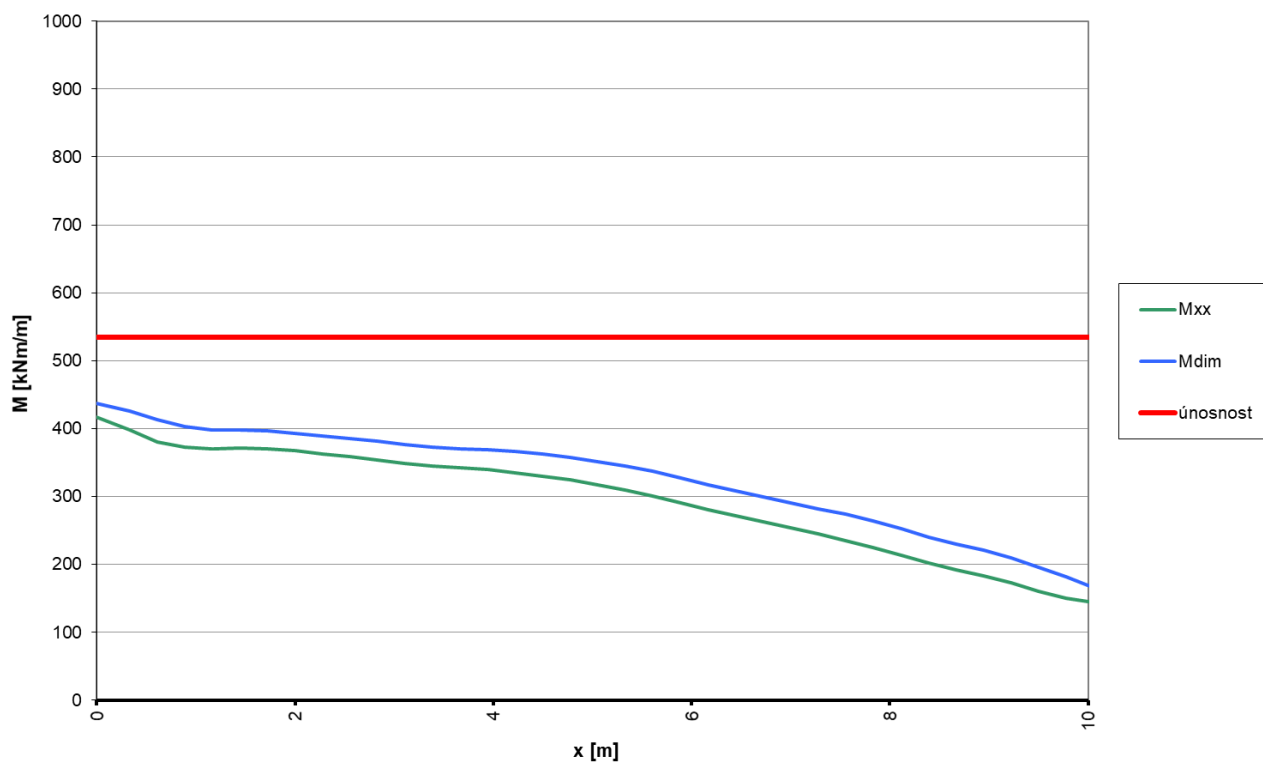
obr. 20 Vykrytí ohybových momentů – řez podp – dolní výztuž



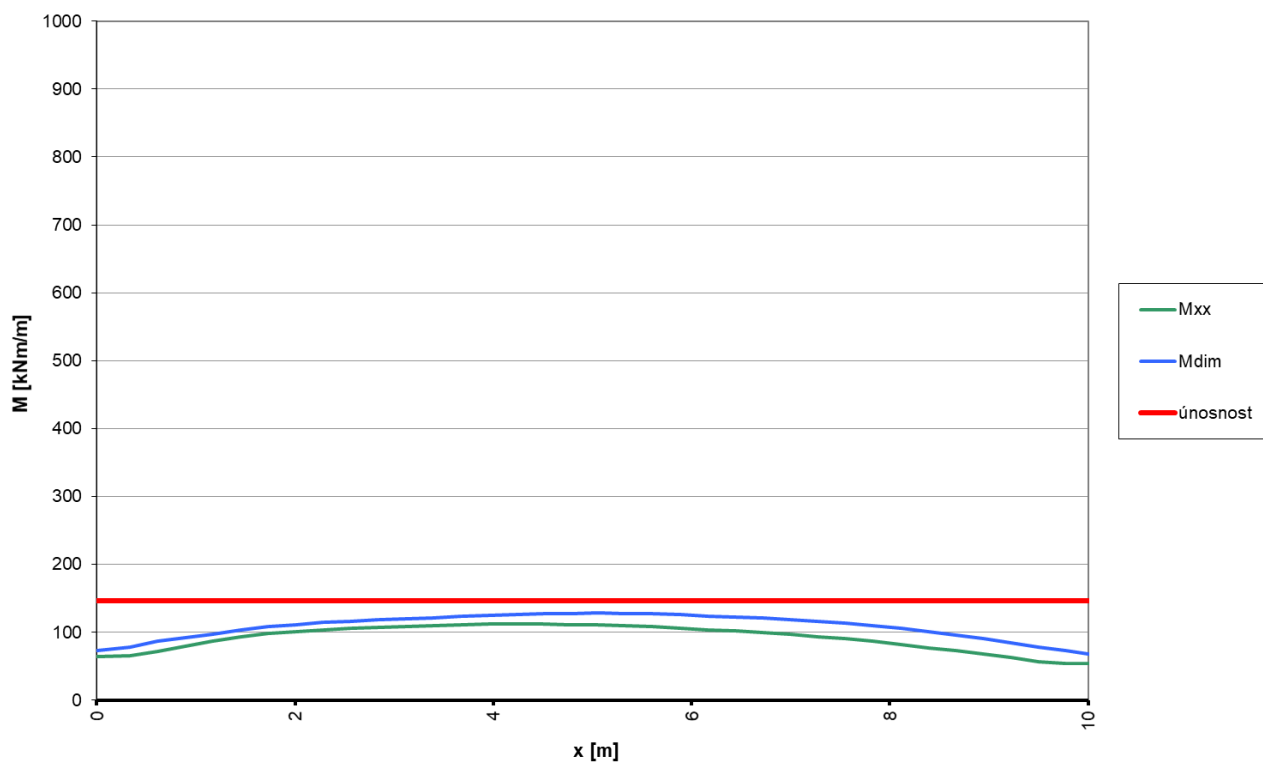
obr. 21 Vykrytí ohybových momentů – řez prech – horní výztuž



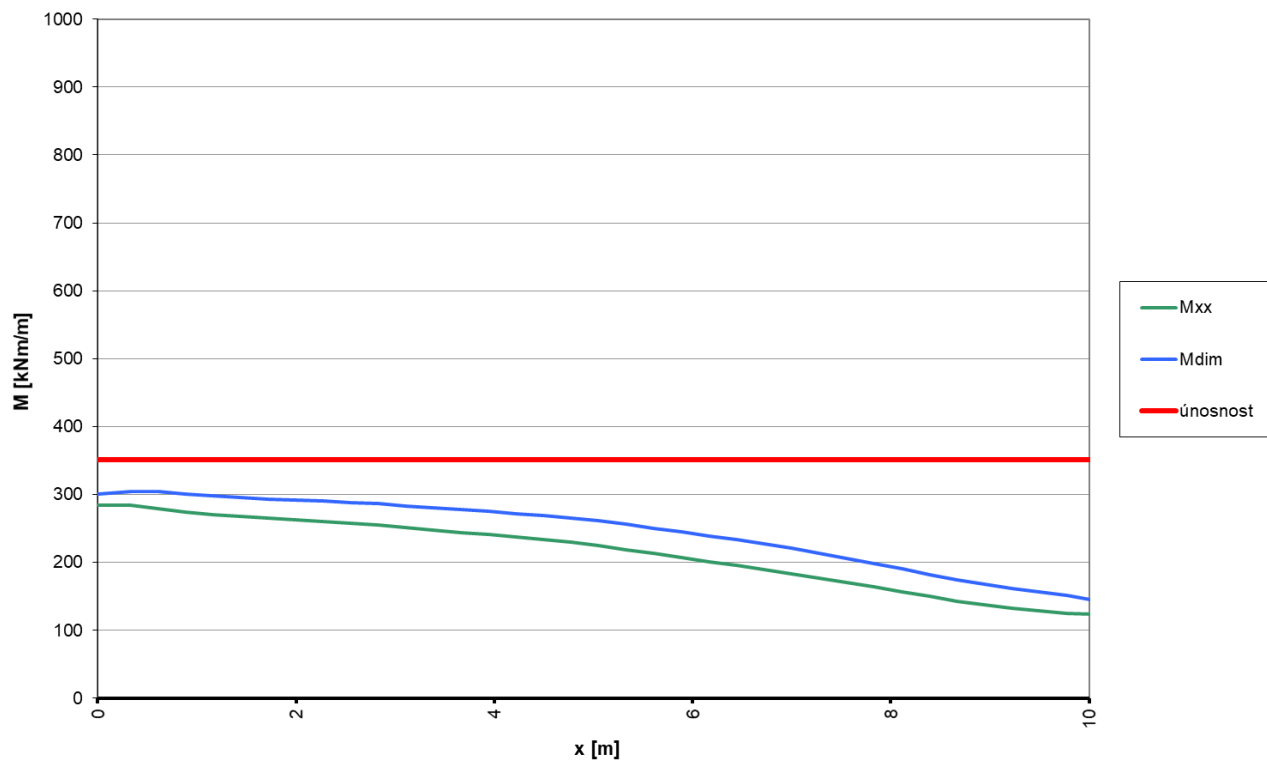
obr. 22 Vykrytí ohybových momentů – řez prech – dolní výztuž



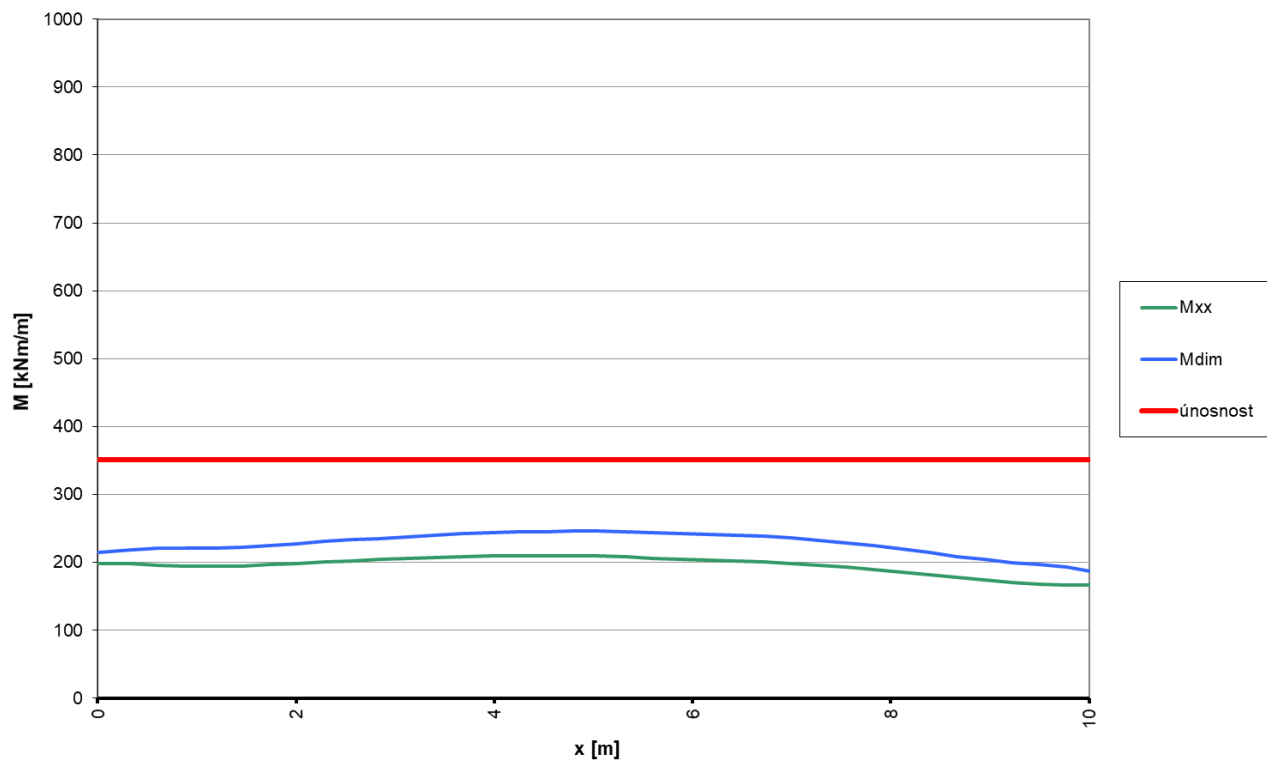
obr. 23 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-H – vnější výztuž



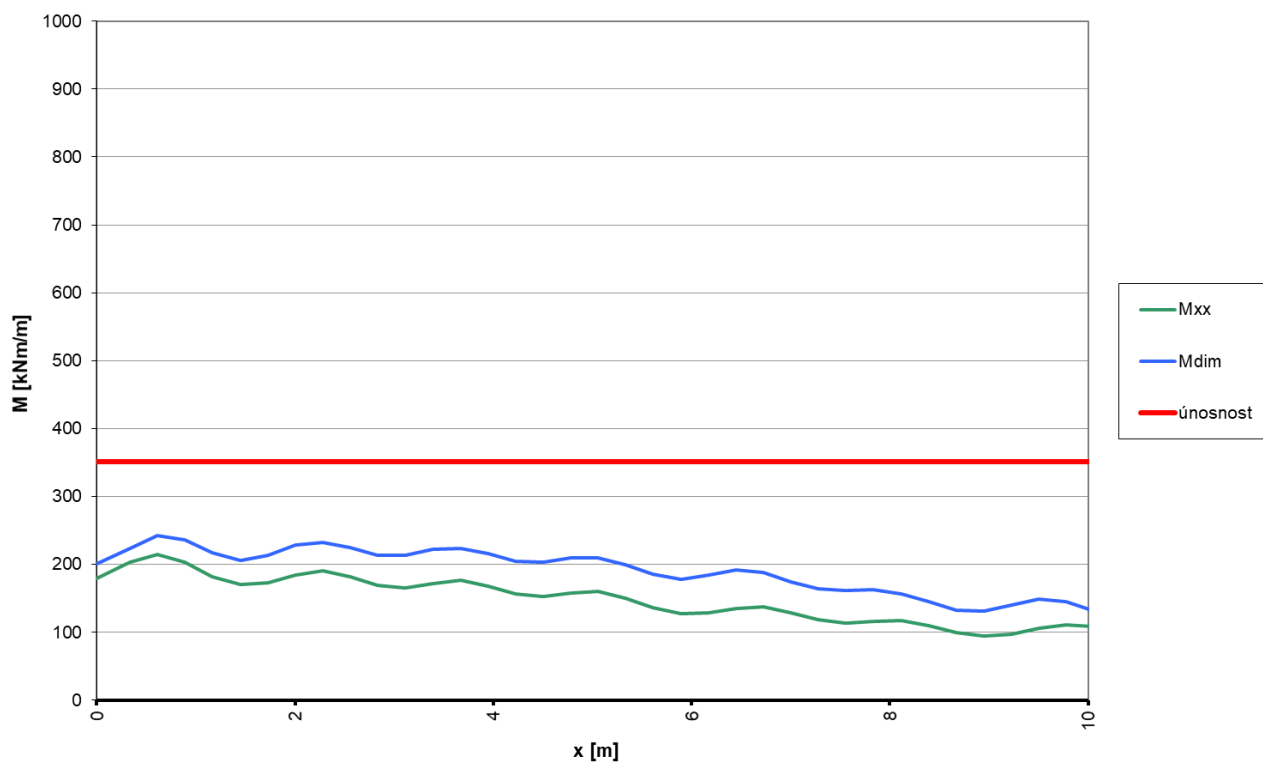
obr. 24 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-H – vnitřní výztuž



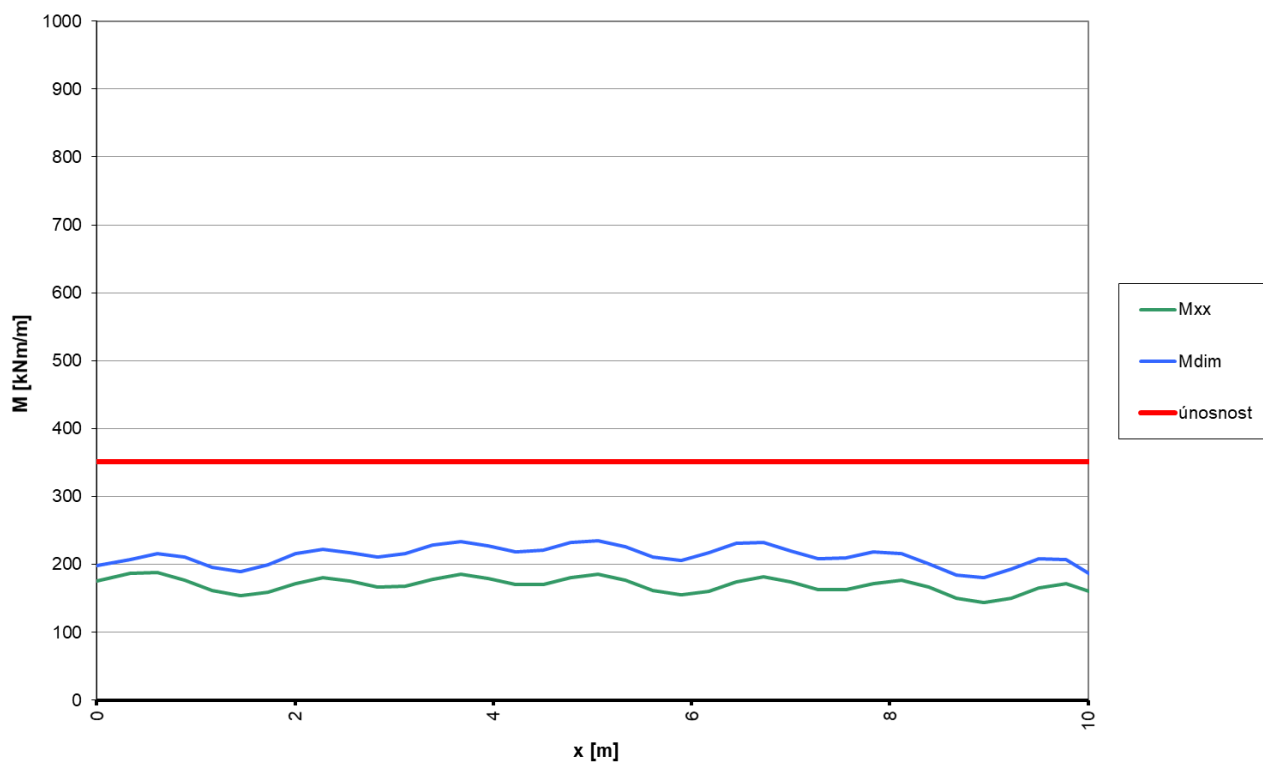
obr. 25 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-S – vnější výztuž



obr. 26 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-S – vnitřní výztuž



obr. 27 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-D – vnější výztuž



obr. 28 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-D – vnitřní výztuž

6.2.4. Mezní stav použitelnosti - omezení trhlin - kvazistálá kombinace

6.2.4.1. Výpočet maximálních ohybových momentů

Napětí v průřezu s trhlinou

Řez		pole-dol	pole-dol	pole-dol	podp-hor	podp-hor	podp-hor	podp-dol	podp-dol	podp-dol
Zatížení		Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz
Zatížení										
M _{Ed}	kNm	242	266	291	251	258	264	193	198	202
Geometrie										
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	575	625	725	775	825	725	775	825
W _h	m ³	0.0459	0.0551	0.0651	0.0876	0.1001	0.1134	0.0876	0.1001	0.1134
W _d	m ³	0.0459	0.0551	0.0651	0.0876	0.1001	0.1134	0.0876	0.1001	0.1134
Materiály a součinitele										
Beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Výztuž		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f _{ck}	MPa	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
f _{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f _{yk}	MPa	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
E _{cm}	GPa	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
E _{c,eff}	GPa	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
E _s	GPa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
α _e	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Napětí v průřezu bez trhliny										
σ _h	MPa	-5.267	-4.831	-4.466	-2.869	-2.580	-2.332	-2.201	-1.975	-1.784
σ _d	MPa	5.267	4.831	4.466	2.869	2.580	2.332	2.201	1.975	1.784
f _{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
max(σ _h , σ _d) ≥ f _{ctm}		ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části										
d' _{s,t}	mm	88	88	88	86	86	86	85	85	85
d _{s,t}	mm	438	488	538	639	689	739	640	690	740
A _s	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
d' _{s,c}	mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _{s,c}	mm ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x	mm	164	175	186	186	194	202	172	179	186
I _i	mm	5.1E+09	6.6E+09	8.2E+09	9.9E+09	1.2E+10	1.4E+10	8.6E+09	1.0E+10	1.2E+10
σ _{c,c}	MPa	7.7	7.1	6.6	4.7	4.3	3.9	3.9	3.5	3.2
σ _{s,t}	MPa	193.1	189.6	186.8	171.9	163.2	155.4	158.0	149.8	142.6
σ _{s,c}	MPa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Řez		přech-hor	přech-hor	přech-hor	přech-do	přech-do	přech-do
Zatížení		Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz
Zatížení							
M_{Ed}	kNm	90	94	97	164	174	181
Geometrie							
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	575	625	525	575	625
W_h	m ³	0.0459	0.0551	0.0651	0.0459	0.0551	0.0651
W_d	m ³	0.0459	0.0551	0.0651	0.0459	0.0551	0.0651
Materiály a součinitele							
Beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Výztuž		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f_{ck}	MPa	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
E_{cm}	GPa	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
$E_{c,eff}$	GPa	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
E_s	GPa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
α_e	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Napětí v průřezu bez trhliny							
σ_h	MPa	-1.963	-1.706	-1.495	-3.575	-3.154	-2.780
σ_d	MPa	1.963	1.706	1.495	3.575	3.154	2.780
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
$\max(\sigma_h, \sigma_d) \geq f_{ctm}$		NE	NE	NE	ANO	ANO	NE
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části							
$d'_{s,t}$	mm	83	83	83	85	85	85
$d_{s,t}$	mm	442	492	542	440	490	540
A_s	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
$d'_{s,c}$	mm	0	0	0	0	0	0
$A_{s,c}$	mm ²	0	0	0	0	0	0
x	mm	115	122	129	138	147	155
I_i	mm	2.7E+09	3.4E+09	4.1E+09	3.7E+09	4.8E+09	5.9E+09
$\sigma_{c,c}$	MPa	3.9	3.4	3.0	6.0	5.4	4.8
$\sigma_{s,t}$	MPa	166.6	155.4	145.5	199.0	188.2	177.0
$\sigma_{s,c}$	MPa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Řez		stoj-H-out	stoj-H-in	stoj-S-out	stoj-S-in	stoj-D-out	stoj-D-in
Zatížení		Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz
Zatížení							
M_{Ed}	kNm	247	147	147	147	147	147
Geometrie							
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	600	600	600	600	600	600
W_h	m ³	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600
W_d	m ³	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600
Materiály a součinitele							
Beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Výztuž		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f_{ck}	MPa	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
E_{cm}	GPa	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
E_{c,eff}	GPa	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
E_s	GPa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
α_e	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Napětí v průřezu bez trhliny							
σ_h	MPa	-4.122	-2.458	-2.458	-2.458	-2.458	-2.458
σ_d	MPa	4.122	2.458	2.458	2.458	2.458	2.458
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
max(σ_h, σ_d) ≥ f_{ctm}		ANO	NE	NE	NE	NE	NE
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části							
d'_{s,t}	mm	88	85	85	85	85	85
d_{s,t}	mm	513	515	515	515	515	515
A_s	mm ²	2939	1881	1881	1881	1881	1881
d'_{s,c}	mm	0	0	0	0	0	0
A_{s,c}	mm ²	0	0	0	0	0	0
x	mm	173	145	145	145	145	145
I_i	mm	6.8E+09	4.9E+09	4.9E+09	4.9E+09	4.9E+09	4.9E+09
σ_{c,c}	MPa	6.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
σ_{s,t}	MPa	185.0	167.9	167.9	167.9	167.9	167.9
σ_{s,c}	MPa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

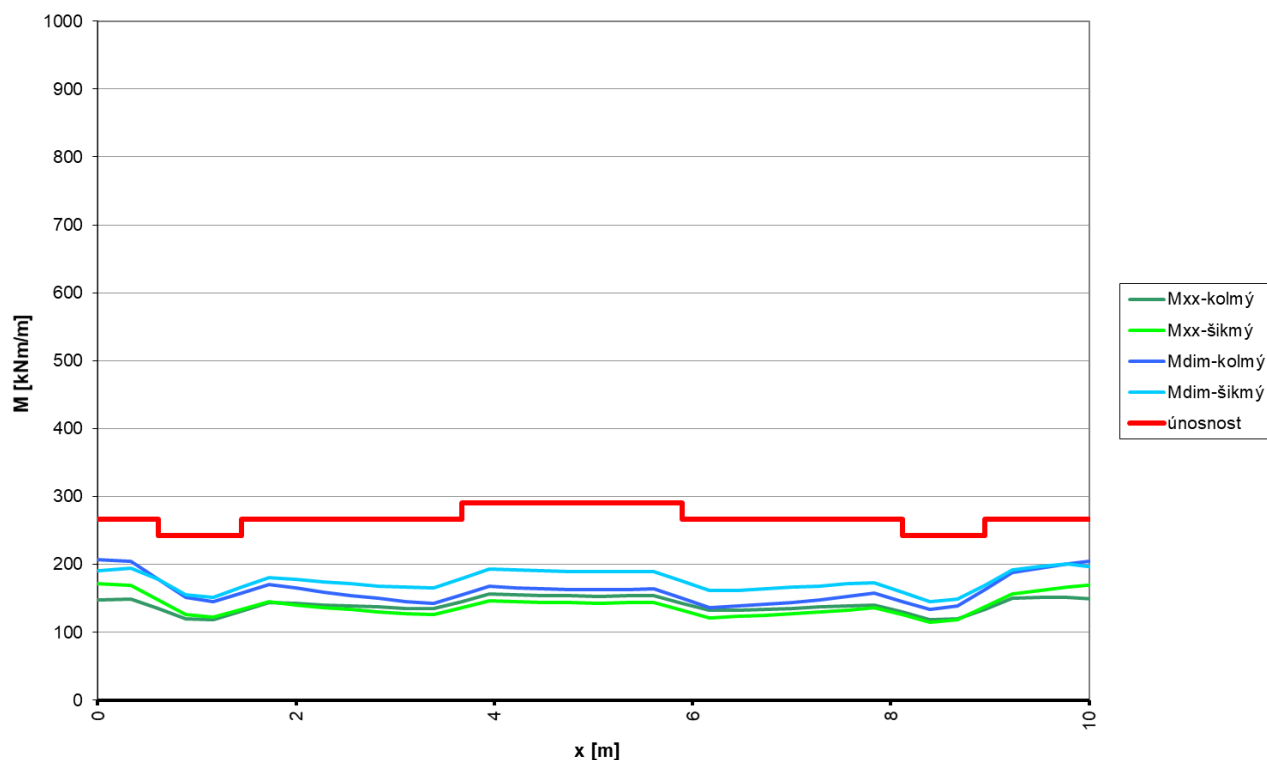
Výpočet šířky trhlín

Řez		pole-dol	pole-dol	pole-dol	podp-hor	podp-hor	podp-hor	podp-dol	podp-dol	podp-dol
Kombinace		Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz
Materiály										
třída betonu		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
E_{cm}	MPa	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000
$E_{c,eff}$	MPa	13333	13333	13333	13333	13333	13333	13333	13333	13333
$f_{ctm} = f_{ct,eff}$	MPa	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
třída výztuže		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
E_s	MPa	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000
α_e	-	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
Betonářská výztuž										
\emptyset	mm	25	25	25	22	22	22	20	20	20
n_s	ks	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
d'	mm	75	75	75	75	75	75	75	75	75
d	mm	438	488	538	639	689	739	640	690	740
A_s	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
σ_s	MPa	193	190	187	172	163	155	158	150	143
Předpínací výztuž										
A_p	mm ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průřezové charakteristiky										
h	mm	525	575	625	725	775	825	725	775	825
x	mm	163.9	175.1	185.8	185.7	194.0	202.0	171.6	179.2	186.5
$h-x$	mm	361	400	439	539	581	623	553	596	639
$h_{c,eff}$	mm	120	133	146	180	194	208	184	199	213
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
$A_{c,eff}$	mm ²	120369	133293	146395	179783	193669	207651	184480	198614	212500
Maximální vzdálenost trhlín										
k_1	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
k_2	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
k_3	-	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
k_4	-	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425
$\rho_{p,eff}$	-	0.027	0.025	0.022	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010
$s_{r,max}$	mm	279	296	313	388	408	429	422	445	468
Šířka trhlín										
k_t	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	-	7.17E-04	6.76E-04	6.40E-04	5.16E-04	4.90E-04	4.66E-04	4.74E-04	4.49E-04	4.28E-04
w_k	mm	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$w_{k,max}$	mm	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$w_k < w_{k,max}$		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
$w_k / w_{k,max}$		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

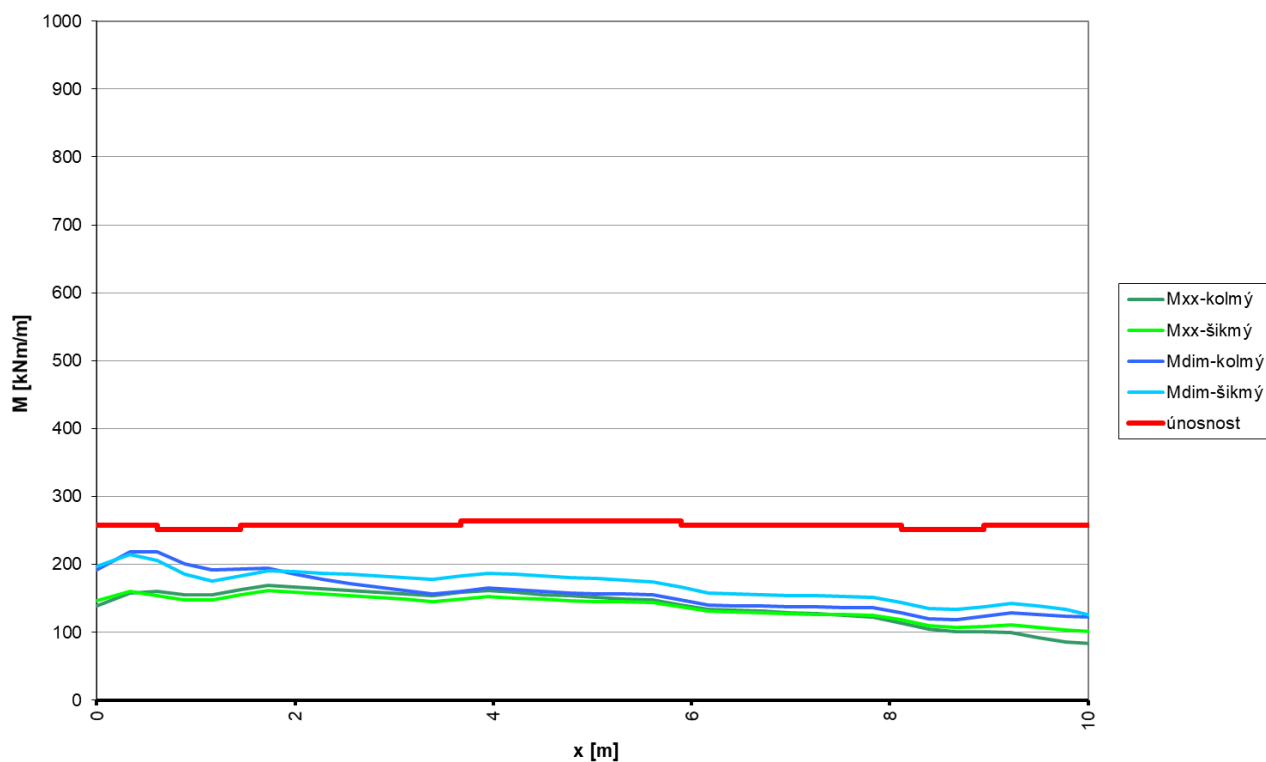
Řez		přech-hor	přech-hor	přech-hor	přech-dol	přech-dol	přech-dol
Kombinace		Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz
Materiály							
třída betonu		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
E_{cm}	MPa	33000	33000	33000	33000	33000	33000
$E_{c,eff}$	MPa	13333	13333	13333	13333	13333	13333
$f_{ctm} = f_{ct,eff}$	MPa	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
třída výztuže		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
E_s	MPa	200000	200000	200000	200000	200000	200000
α_e	-	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
Betonářská výztuž							
\emptyset	mm	16	16	16	20	20	20
n_s	ks	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
d'	mm	75	75	75	75	75	75
d	mm	442	492	542	440	490	540
A_s	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
σ_s	MPa	167	155	146	199	188	177
Předpínací výztuž							
A_p	mm ²	0	0	0	0	0	0
Průřezové charakteristiky							
h	mm	525	575	625	525	575	625
x	mm	114.7	122.0	128.9	137.8	146.8	155.4
$h-x$	mm	410	453	496	387	428	470
$h_{c,eff}$	mm	137	151	165	129	143	157
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
$A_{c,eff}$	mm ²	136760	151006	165371	129068	142721	156519
Maximální vzdálenost trhlin							
k_1	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
k_2	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
k_3	-	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
k_4	-	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425
$\rho_{p,eff}$	-	0.010	0.009	0.008	0.016	0.015	0.013
$s_{r,max}$	mm	400	429	458	332	354	377
Šířka trhlin							
k_t	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	-	5.00E-04	4.66E-04	4.37E-04	6.02E-04	5.65E-04	5.31E-04
w_k	mm	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$w_{k,max}$	mm	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$w_k < w_{k,max}$		ok	ok	ok	ok	ok	ok
$w_k / w_{k,max}$		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Řez		stoj-H-out	stoj-H-in	stoj-S-out	stoj-S-in	stoj-D-out	stoj-D-in
Kombinace		Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz	Kvaz
Materiály							
třída betonu		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
E_{cm}	MPa	33000	33000	33000	33000	33000	33000
$E_{c,eff}$	MPa	13333	13333	13333	13333	13333	13333
$f_{ctm} = f_{ct,eff}$	MPa	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
třída výztuže		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
E_s	MPa	200000	200000	200000	200000	200000	200000
α_e	-	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
Betonářská výztuž							
\emptyset	mm	25	20	20	20	20	20
n_s	ks	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988
d'	mm	75	75	75	75	75	75
d	mm	513	515	515	515	515	515
A_s	mm ²	2939	1881	1881	1881	1881	1881
σ_s	MPa	185	168	168	168	168	168
Předpínací výztuž							
A_p	mm ²	0	0	0	0	0	0
Průřezové charakteristiky							
h	mm	600	600	600	600	600	600
x	mm	173.0	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6
$h-x$	mm	427	455	455	455	455	455
$h_{c,eff}$	mm	142	152	152	152	152	152
b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
$A_{c,eff}$	mm ²	142327	151805	151805	151805	151805	151805
Maximální vzdálenost tržlin							
k_1	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
k_2	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
k_3	-	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
k_4	-	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425
$\rho_{p,eff}$	-	0.021	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
$s_{r,max}$	mm	328	397	397	397	397	397
Šířka tržlin							
k_t	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	-	6.09E-04	5.04E-04	5.04E-04	5.04E-04	5.04E-04	5.04E-04
w_k	mm	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$w_{k,max}$	mm	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$w_k < w_{k,max}$		ok	ok	ok	ok	ok	ok
$w_k / w_{k,max}$		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

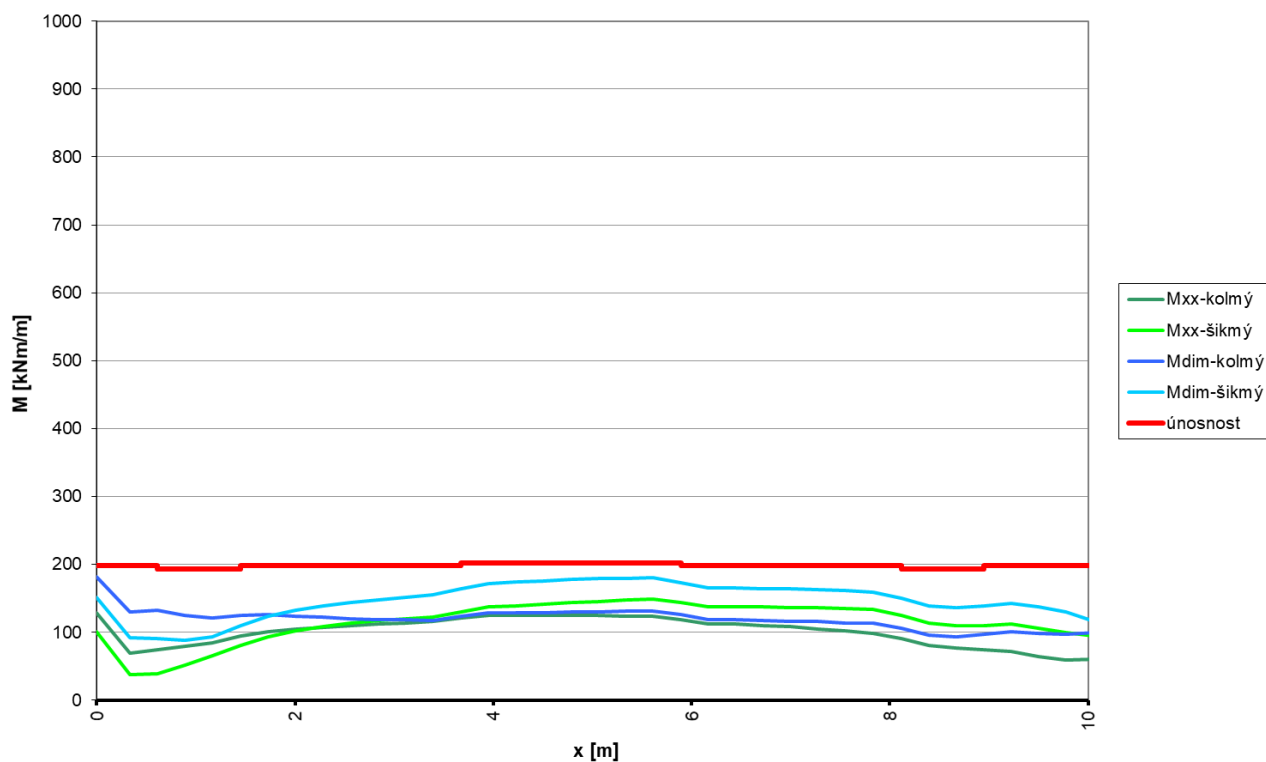
6.2.4.2. Vykrytí ohybových momentů



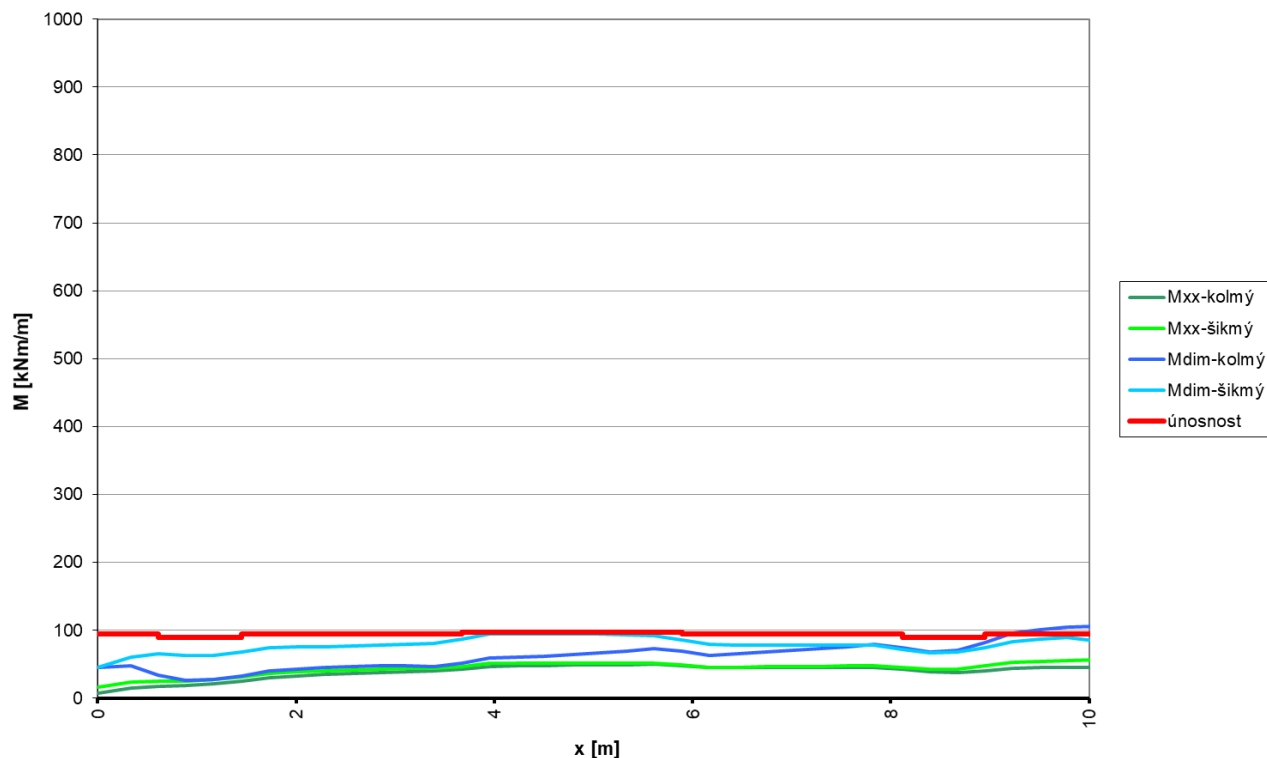
obr. 29 Vykrytí ohybových momentů – řez pole – dolní výztuž



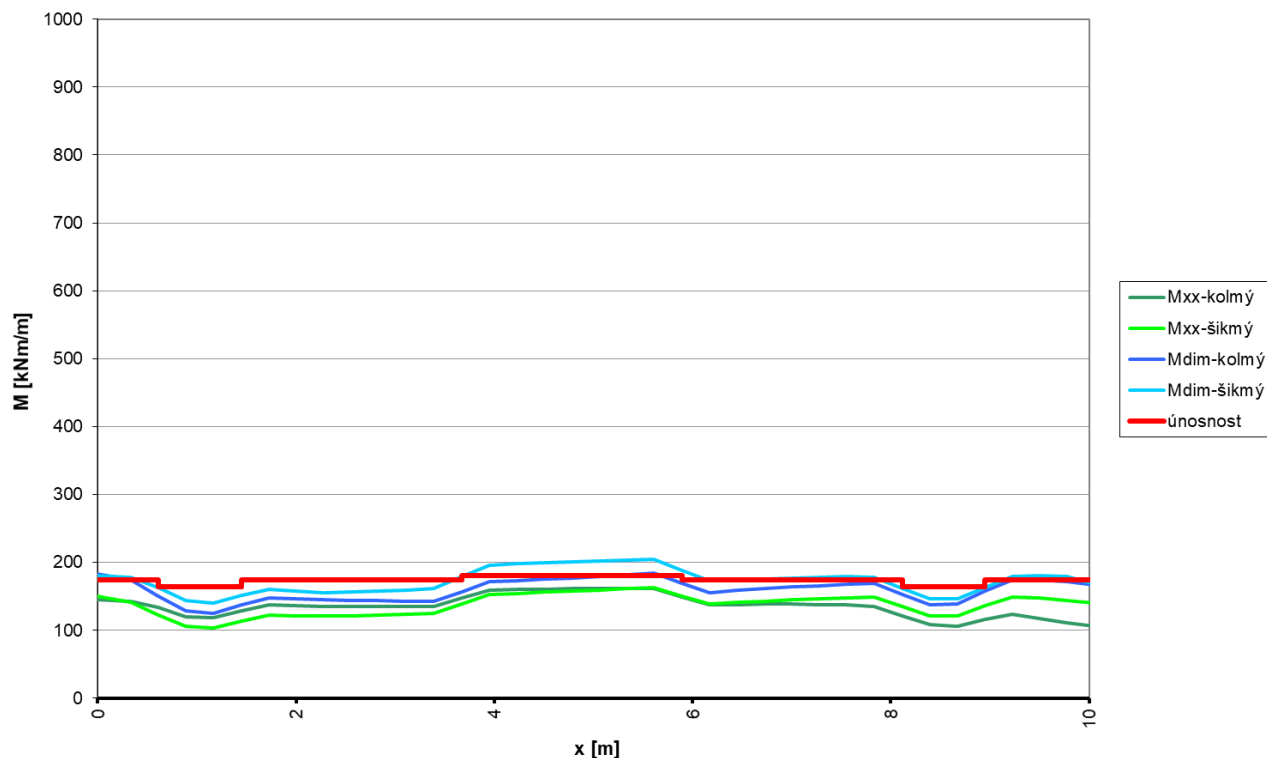
obr. 30 Vykrytí ohybových momentů – řez podp – horní výztuž



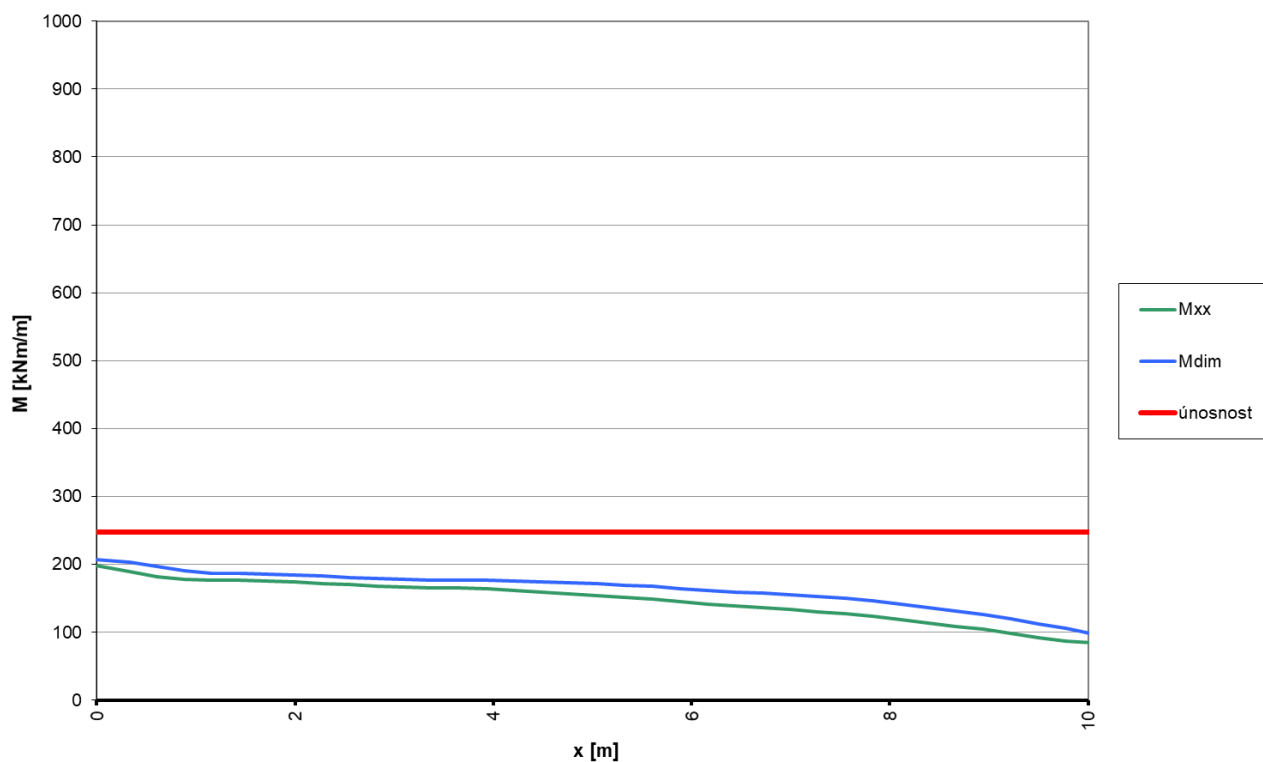
obr. 31 Vykrytí ohybových momentů – řez podp – dolní výztuž



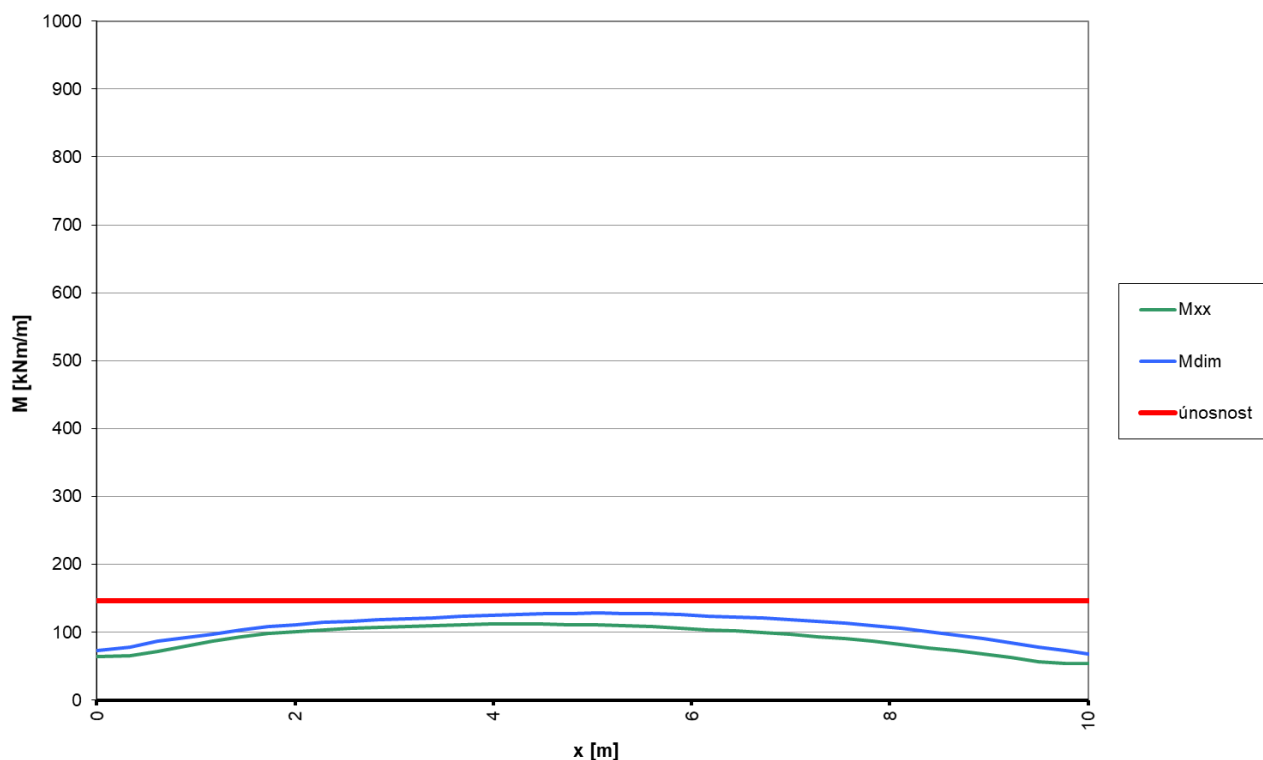
obr. 32 Vykrytí ohybových momentů – řez prech – horní výztuž



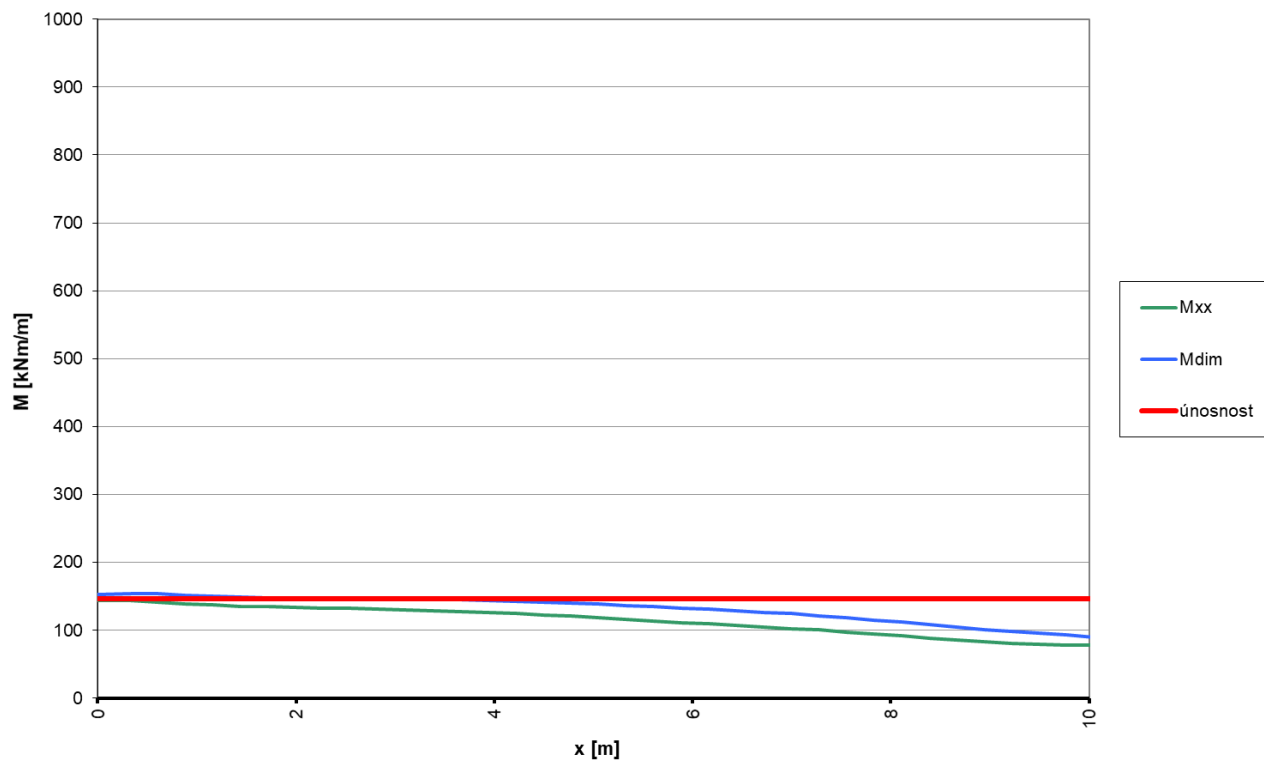
obr. 33 Vykrytí ohybových momentů – řez prech – dolní výztuž



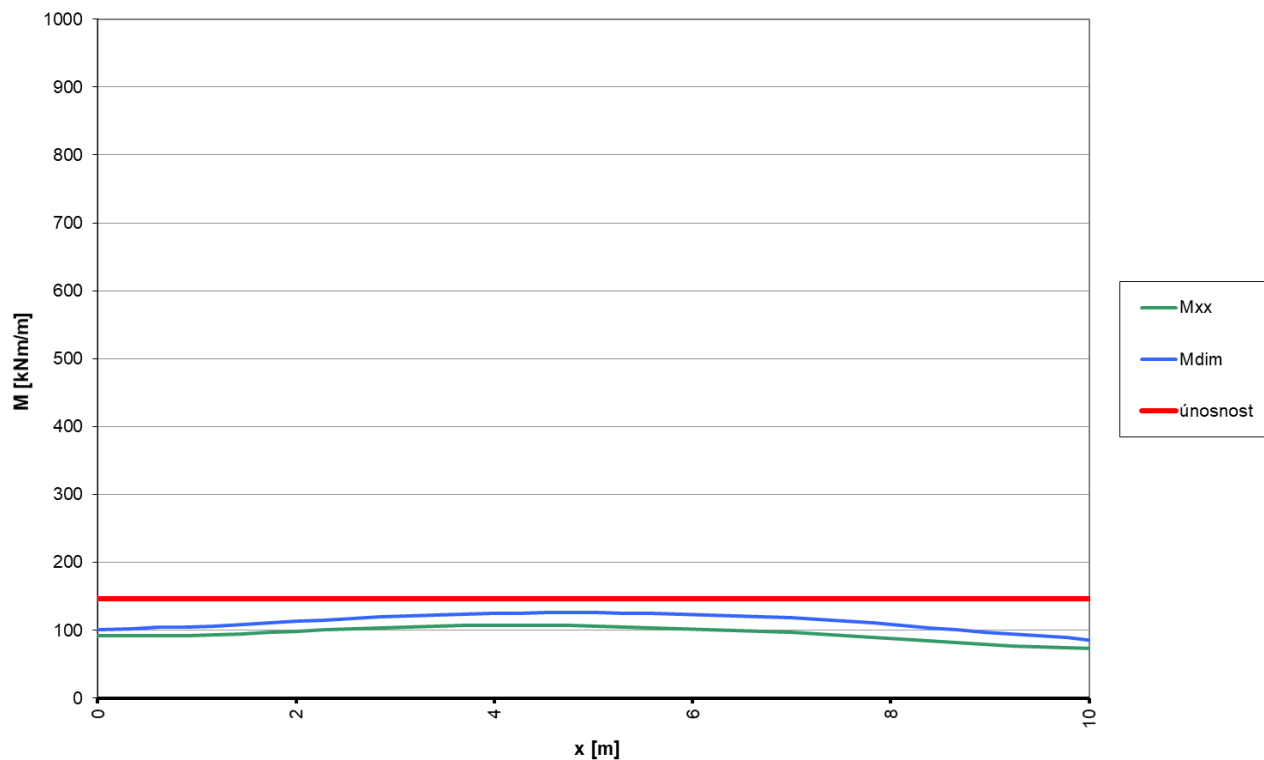
obr. 34 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-H – vnější výztuž



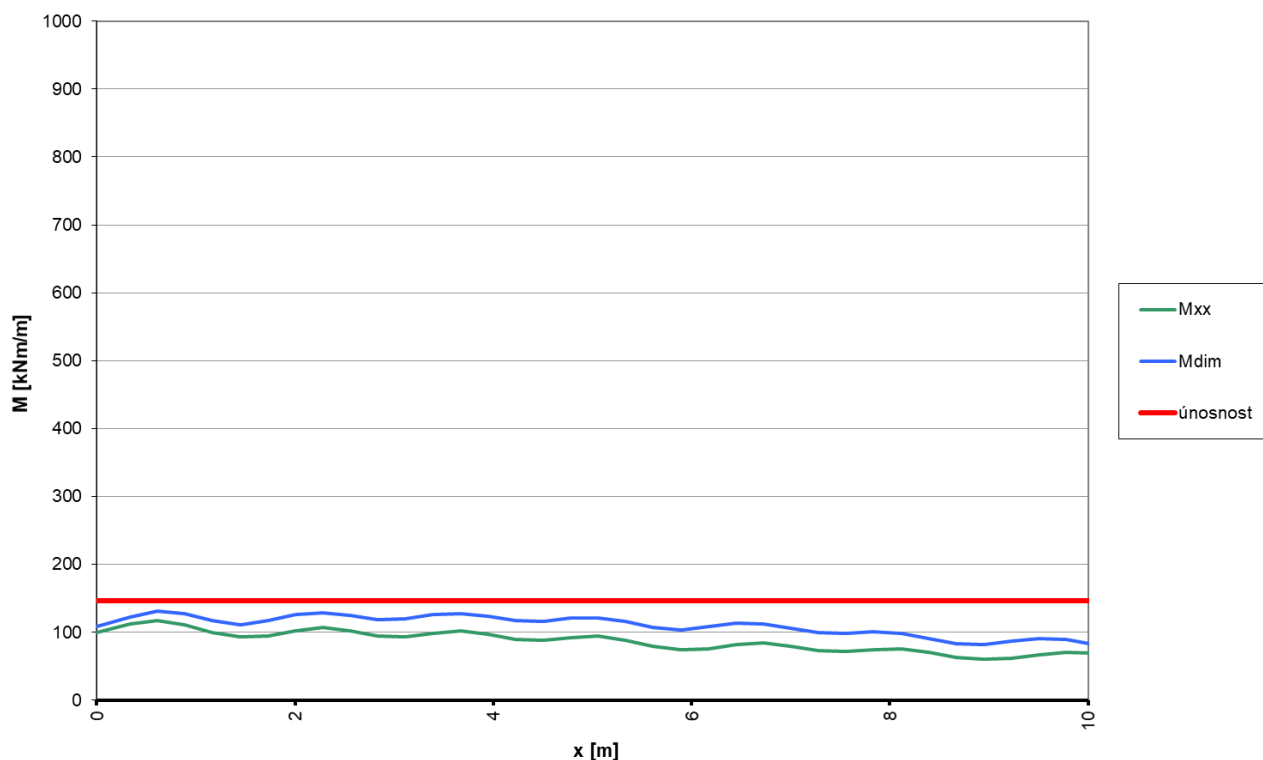
obr. 35 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-H – vnitřní výztuž



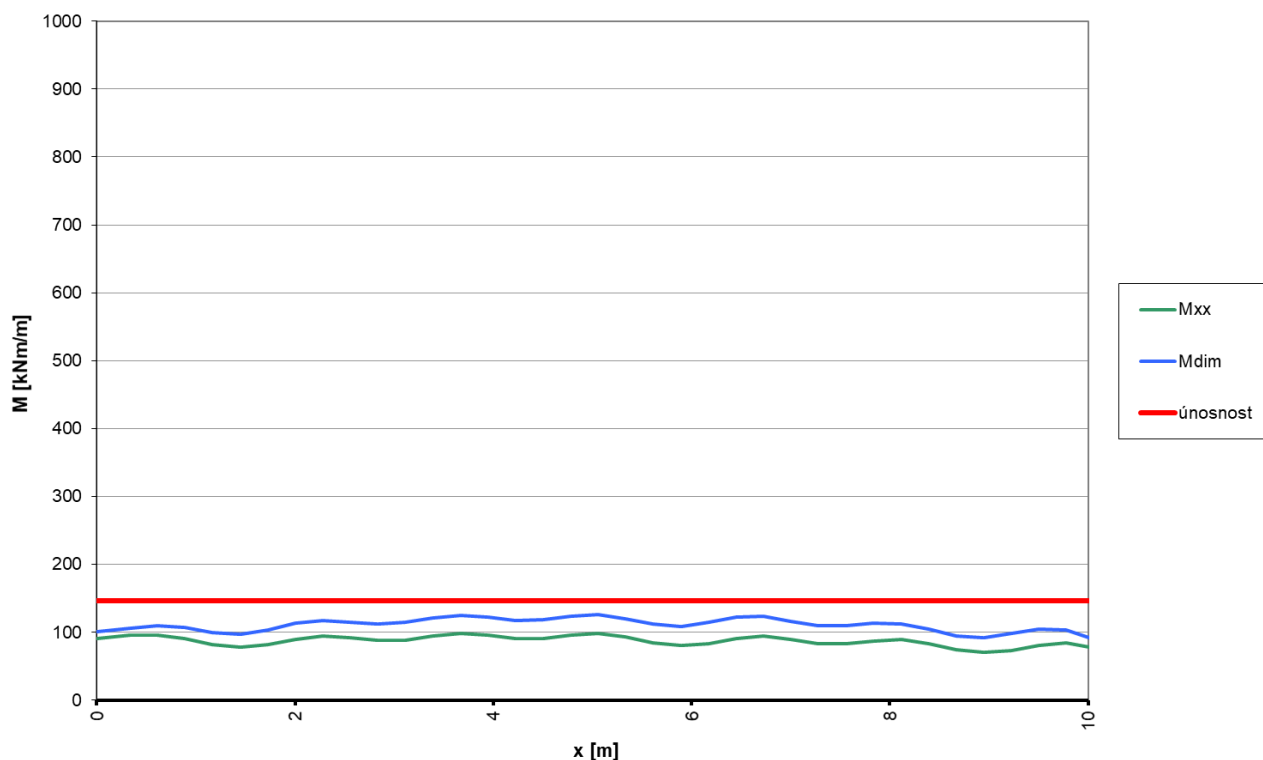
obr. 36 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-S – vnější výztuž



obr. 37 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-S – vnitřní výztuž



obr. 38 Vykrytí ohybových momentů – řez stoj-D – vnější výztuž



obr. 39 Vykrytí ohybových momentů – řez O stoj-D – vnitřní výztuž

6.3. POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE NA SMYK

6.3.1. Navržená výztuž

V průřezích rozhodujících pro výpočet smyku byla vypočítána únosnost bez smykové výztuže a porovnána s maximálními smykovými silami získanými z deskového modelu. Vnitřní síly z deskového modelu byly uvažovány ve dvou souřadných systémech - kolmém a rovnoběžném se šikmým čelem (platí pouze pro řezy v příčli). Vzhledem k tomu, že tato smyková únosnost průřezů v příčli není dostatečná, byla v těchto průřezích navržena smyková výztuž – **spony Ø10/300x300 mm**. U průřezů v rámových stojkách není třeba navrhovat smykovou výztuž – únosnost těchto průřezů bez smykové výztuže je dostatečná.

6.3.2. Výpočet smykové únosnosti

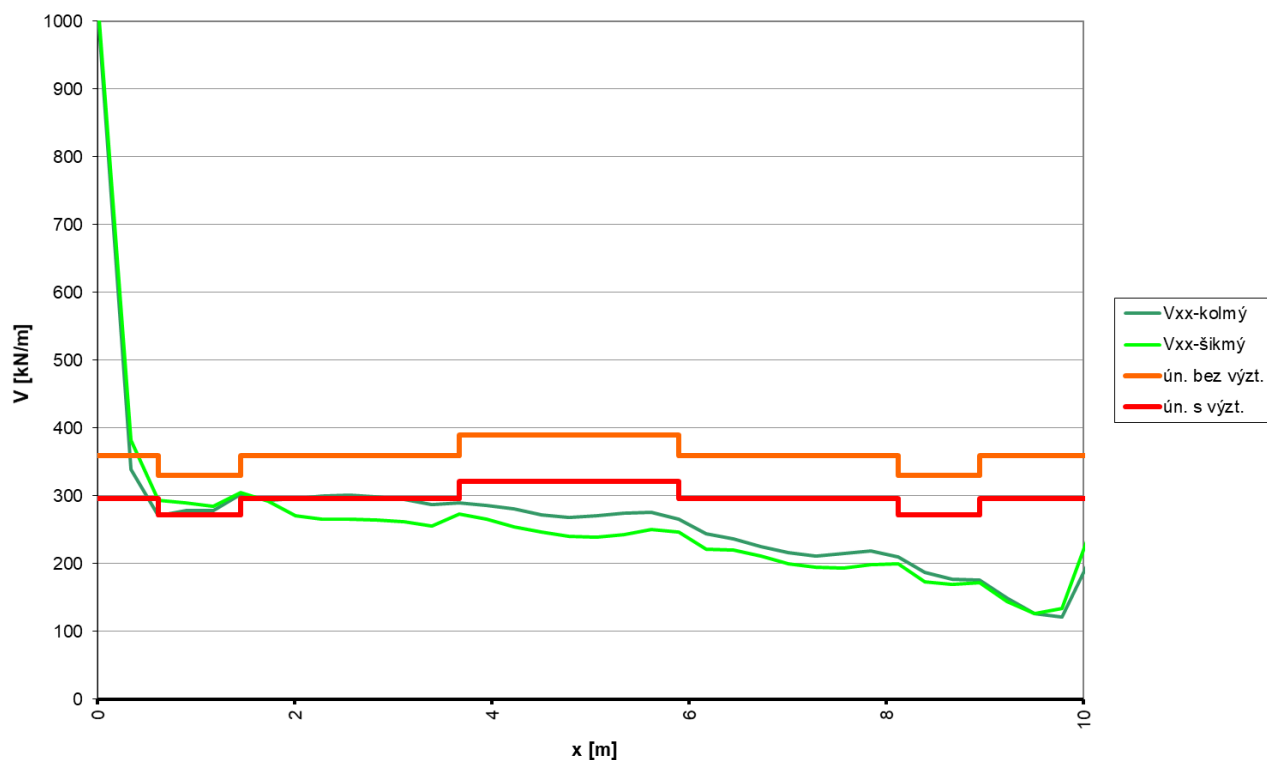
6.3.2.1. Průřezy bez smykové výztuže

Řez		podp-d	podp-d	podp-d	podp-2d	podp-2d	podp-2d	stoj-H	stoj-S	stoj-D
Zatížení		MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ
Zatížení										
V _{Ed}	kN	256	267	277	223	234	244	258	223	223
Geometrie										
b _w	m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
h	m	0.645	0.695	0.745	0.565	0.615	0.665	0.600	0.600	0.600
d	m	0.559	0.609	0.659	0.480	0.530	0.580	0.513	0.515	0.515
Materiály a součinitele										
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f _{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30	30	30	30
γ _c	-	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
α _{cc}	-	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
f _{cd}	MPa	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
v = 0,6*(1-f _{ck} /250)	-	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528
Smyková únosnost průřezu										
V _{Ed,V}	kN	256	267	277	223	234	244	258	223	223
C _{Rd,c}		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
k		1.60	1.57	1.55	1.65	1.61	1.59	1.62	1.62	1.62
A _{sl}	m ²	2.53E-03	2.53E-03	2.53E-03	2.09E-03	2.09E-03	2.09E-03	2.94E-03	1.88E-03	1.88E-03
ρ _l		0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.006	0.004	0.004
k ₁		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
σ _{cp}	MPa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V _{min}		0.39	0.38	0.37	0.40	0.39	0.38	0.40	0.40	0.40
V _{Rd,c,min}	kN	217	230	244	194	208	222	203	204	204
V _{Rd,c}	kN	256	267	277	223	234	244	258	223	223
0,5b _w dv _{fcd}	kN	2656	2894	3132	2281	2519	2756	2435	2447	2447
V _{Ed} ≤ min(V _{Rd,c} ; 0,5b _w dv _{fcd})		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
V _{Ed} / min(V _{Rd,c} ; 0,5b _w dv _{fcd})		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

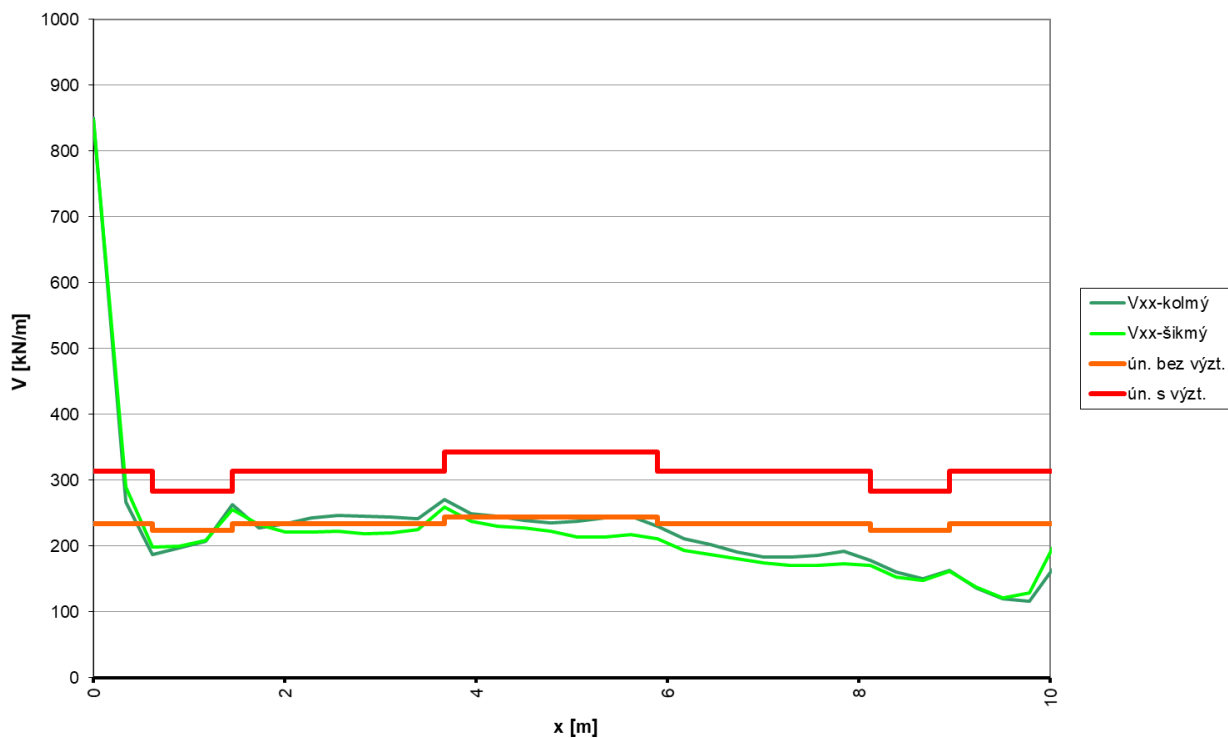
6.3.2.2. Průřezy se smykovou výztuží

Řez		podp-d	podp-d	podp-d	podp-2d	podp-2d	podp-2d
Zatížení		MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ	MSÚ
Zatížení							
V_{Ed}	kN	330	360	389	284	313	343
Geometrie							
b_w	m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
h	m	0.645	0.695	0.745	0.565	0.615	0.665
d	m	0.559	0.609	0.659	0.480	0.530	0.580
z	m	0.503	0.548	0.593	0.432	0.477	0.522
Materiály a součinitele							
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f_{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30
γ_c	-	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
α_{cc}	-	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
f_{cd}	MPa	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$	-	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528	0.528
α_{cw}	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ocel		B500B	B500B	B500B	B500B	B500B	B500B
f_{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500
γ_s	-	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
$f_{yd} = f_{ywd}$	MPa	434.8	434.8	434.8	434.8	434.8	434.8
Únosnost tlakové diagonály							
θ	°	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
$\cot \theta$	-	1.732	1.732	1.732	1.732	1.732	1.732
$V_{Rd,max}$	kN	2070	2256	2441	1778	1963	2148
Využití		0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Vyhovuje?		OK	OK	OK	OK	OK	OK
Výztuž na smyk							
α	°	90	90	90	90	90	90
d	mm	10	10	10	10	10	10
n	-	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
$A_{sw,V}$	mm ²	262	262	262	262	262	262
s	m	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
Posouzení smykové výztuže							
$V_{Ed,V}$	kN	330	360	389	284	313	343
$V_{Rd,V}$	kN	330	360	389	284	313	343
Vyhovuje?		OK	OK	OK	OK	OK	OK
V_{Ed}/V_{Rd}		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

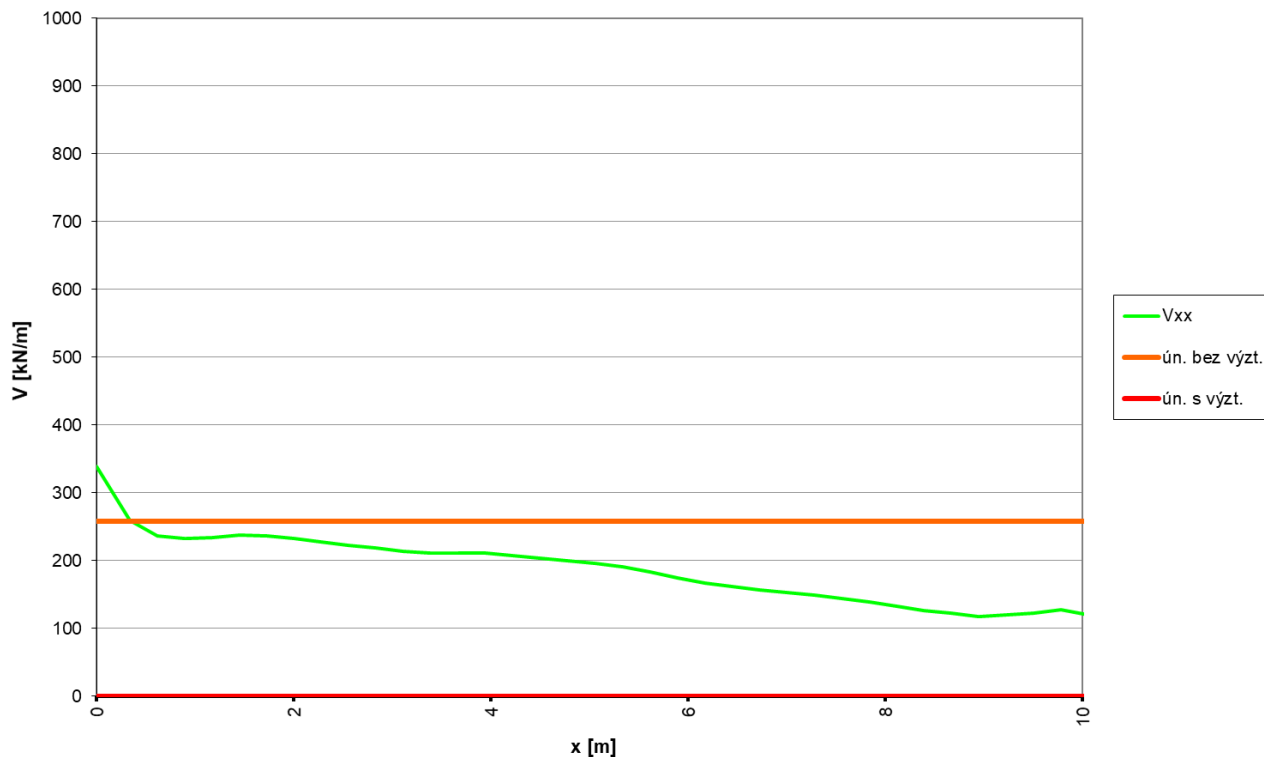
6.3.3. Vykrytí smykových sil



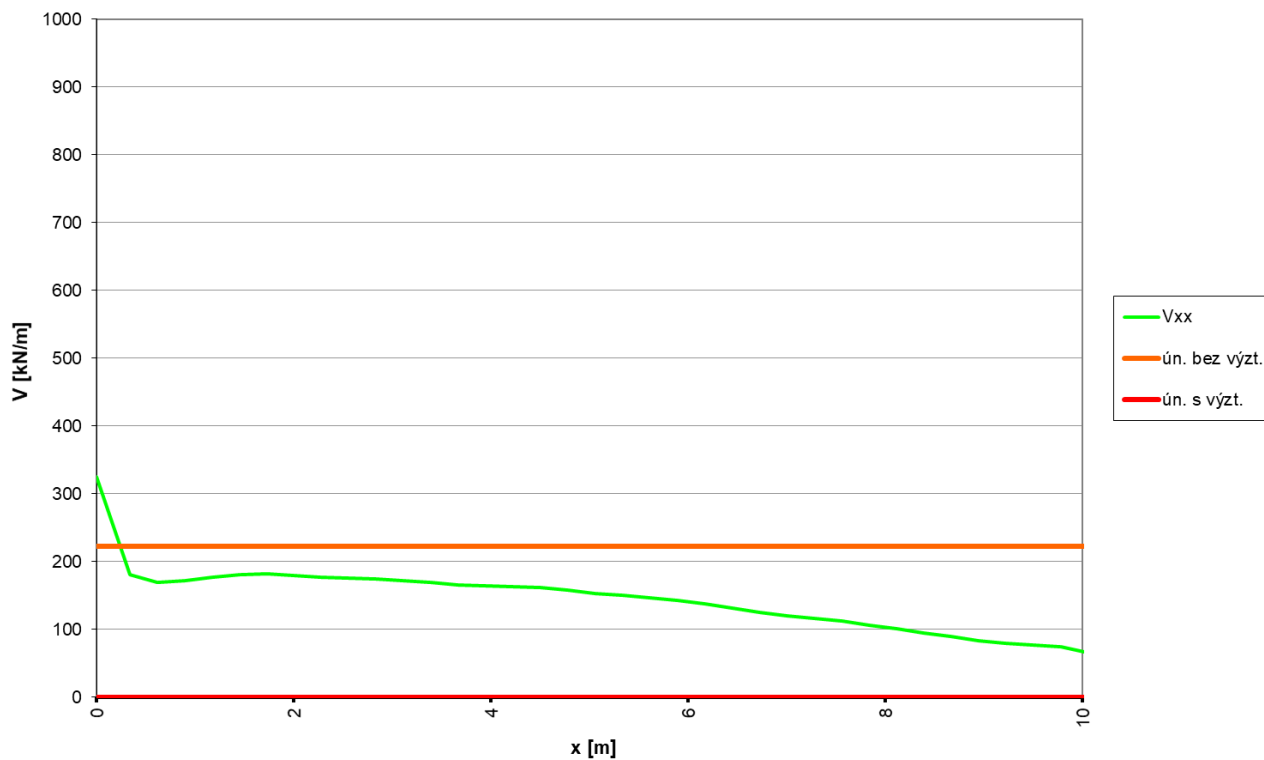
obr. 40 Vykrytí smykových sil – řez podp-d



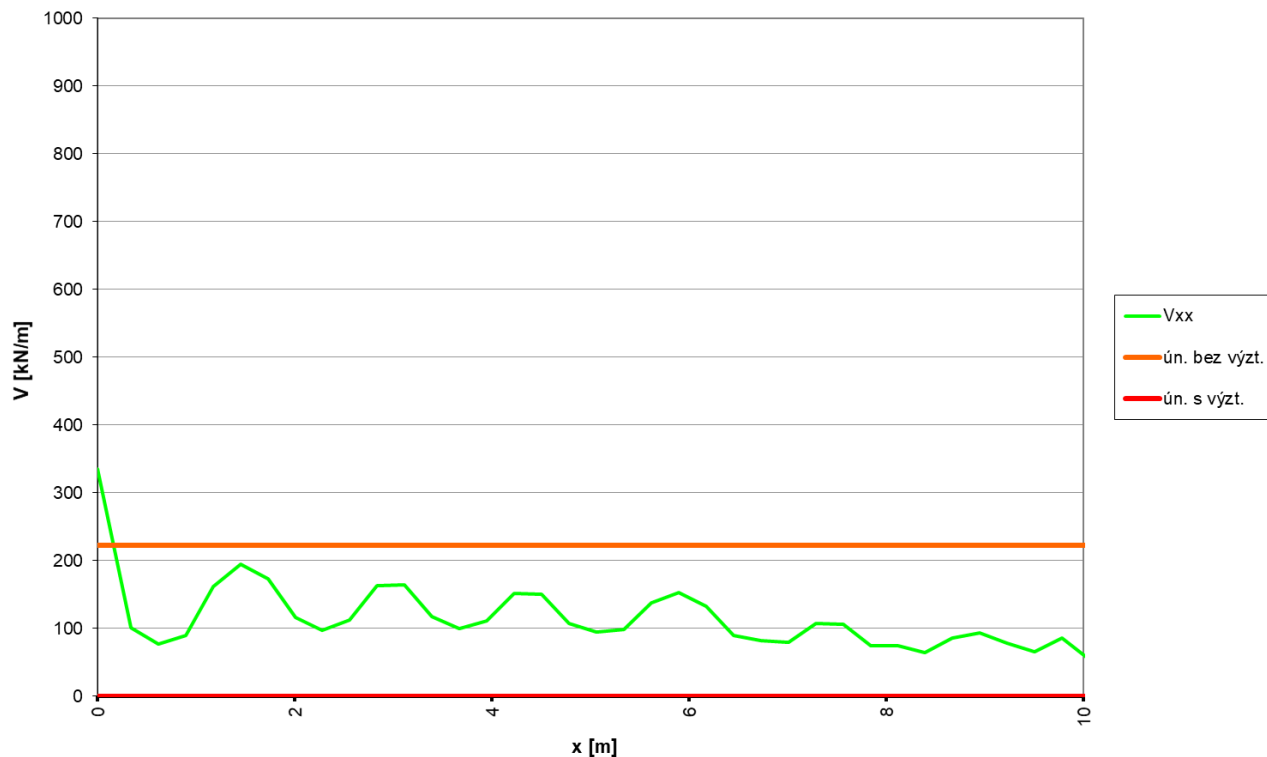
obr. 41 Vykrytí smykových sil – řez podp-2d



obr. 42 Vykrytí smykových sil – řez stoj-H



obr. 43 Vykrytí smykových sil – řez stoj-S

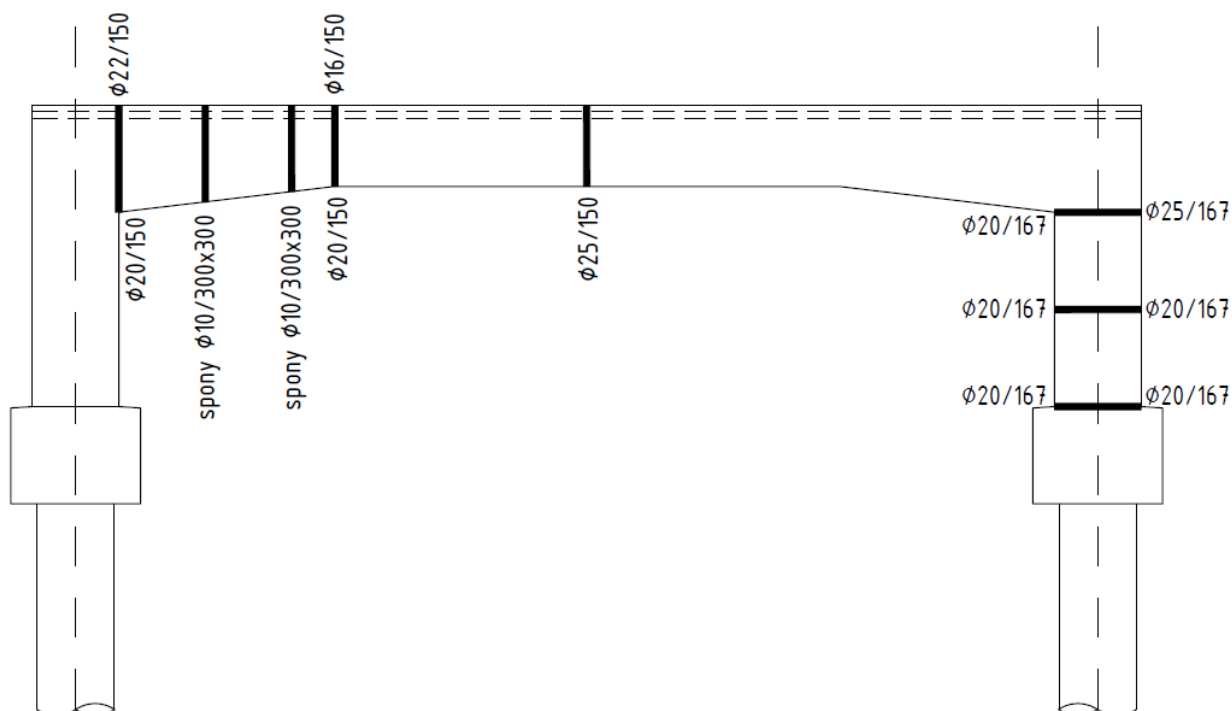


obr. 44 Vykrytí smykových sil – řez stoj-D

7. NAVRŽENÁ VÝZTUŽ

V následující kapitole je uvedena výztuž navržena ve všech kapitolách statického výpočtu a posouzeny konstrukční zásady dle ČSN EN 1992, kap. 9.

7.1. PŘEHLED NAVRŽENÉ VÝZTUŽE



obr. 45 Schéma navržené výztuže

7.2. POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH ZÁSAD

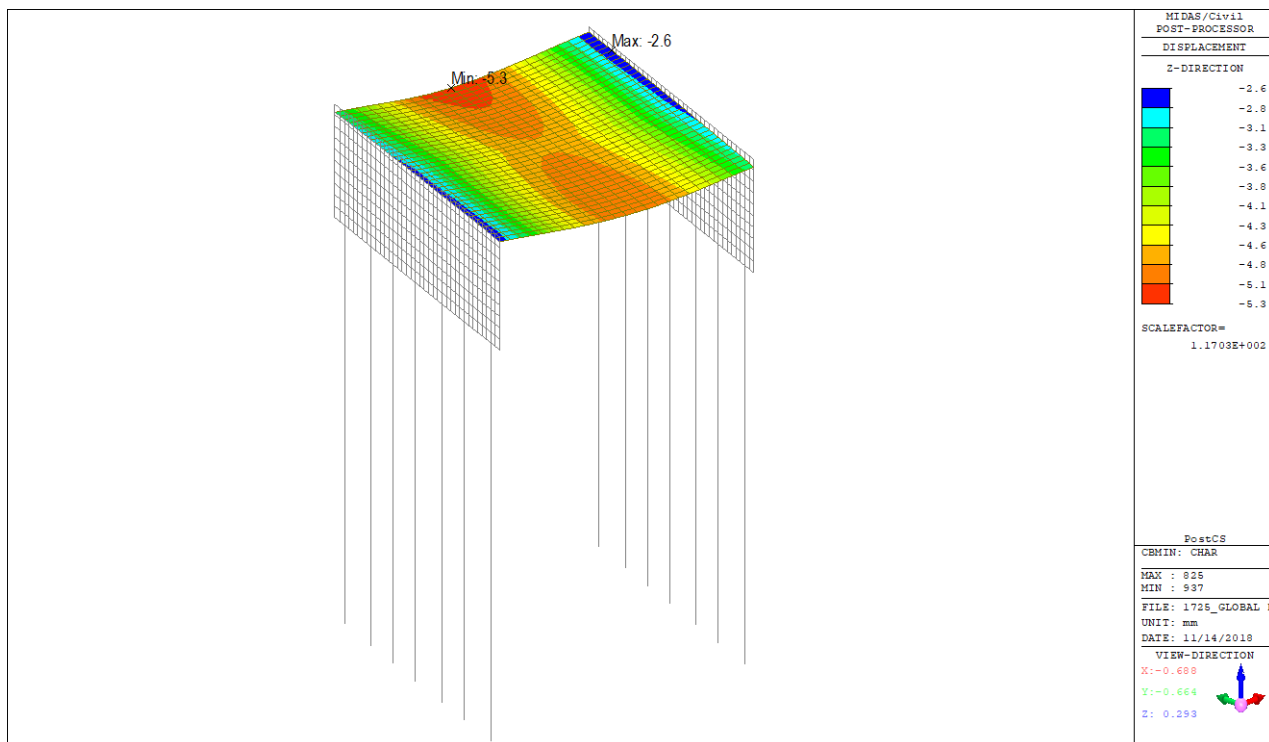
Řez		pole-dol	pole-dol	pole-dol	podp-hor	podp-hor	podp-hor	podp-dol	podp-dol	podp-dol
Průřez										
b_t	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	575	625	725	775	825	725	775	825
Materiály a součinitele										
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f_{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30	30	30	30
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Nosná výztuž										
$\emptyset_{s,t}$	mm	25	25	25	22	22	22	20	20	20
$n_{s,t}$	ks	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
$A_{s,t}$	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
d_1	mm	88	88	88	86	86	86	85	85	85
d	mm	438	488	538	639	689	739	640	690	740
$\emptyset_{s,c}$	mm									
$n_{s,c}$	ks									
$A_{s,c}$	mm ²									
d_2	mm									
Minimální a maximální plocha nosné výztuže dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1										
$A_{s,t}$	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
$A_{s,t,min}$	mm ²	660	735	811	964	1039	1114	965	1041	1116
$A_{s,c+t,max}$	mm ²	3272	3272	3272	2534	2534	2534	2094	2094	2094
$A_{s,c+t,max}$	mm ²	21000	23000	25000	29000	31000	33000	29000	31000	33000
$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Smyková výztuž										
α	°				90	90	90	90	90	90
d	mm				10	10	10	10	10	10
n	-				3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
$A_{sw,v}$	mm ²				263	263	263	263	263	263
s	mm				300	300	300	300	300	300
Minimální stupeň smykového vyztužení dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.2										
b_w	mm				1000	1000	1000	1000	1000	1000
ρ_w	-				0.000878	0.000878	0.000878	0.000878	0.000878	0.000878
$\rho_{w,min}$	-				0.000876	0.000876	0.000876	0.000876	0.000876	0.000876
$\rho_w \geq \rho_{w,min}$					OK	OK	OK	OK	OK	OK

Řez		přech-hor	přech-hor	přech-hor	přech-dol	přech-dol	přech-dol
Průřez							
b_t	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	525	575	625	525	575	625
Materiály a součinitele							
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f_{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500
Nosná výztuž							
$\emptyset_{s,t}$	mm	16	16	16	20	20	20
$n_{s,t}$	ks	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
$A_{s,t}$	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
d_1	mm	83	83	83	85	85	85
d	mm	442	492	542	440	490	540
$\emptyset_{s,c}$	mm						
$n_{s,c}$	ks						
$A_{s,c}$	mm ²						
d_2	mm						
Minimální a maximální plocha nosné výztuže dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1							
$A_{s,t}$	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
$A_{s,t,min}$	mm ²	667	742	817	664	739	814
$A_{s,c+t,max}$	mm ²	1340	1340	1340	2094	2094	2094
$A_{s,c+t,max}$	mm ²	21000	23000	25000	21000	23000	25000
$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$		OK	OK	OK	OK	OK	OK

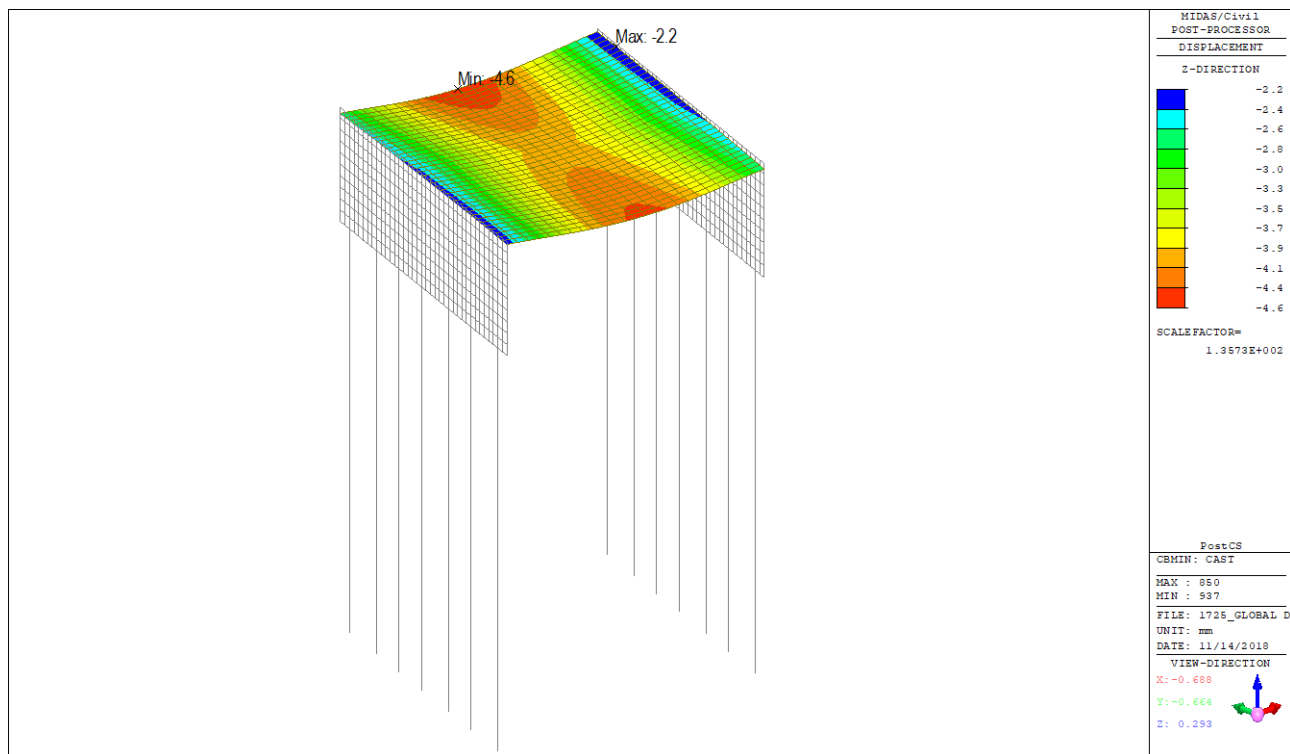
Řez		stoj-H-out	stoj-H-in	stoj-S-out	stoj-S-in	stoj-D-out	stoj-D-in
Průřez							
b_t	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
h	mm	600	600	600	600	600	600
Materiály a součinitele							
beton		C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
f_{ck}	MPa	30	30	30	30	30	30
f_{ctm}	MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
f_{yk}	MPa	500	500	500	500	500	500
Nosná výztuž							
$\emptyset_{s,t}$	mm	25	20	20	20	20	20
$n_{s,t}$	ks	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988
$A_{s,t}$	mm ²	2939	1881	1881	1881	1881	1881
d_1	mm	88	85	85	85	85	85
d	mm	513	515	515	515	515	515
$\emptyset_{s,c}$	mm	20	25	20	20	20	20
$n_{s,c}$	ks	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988
$A_{s,c}$	mm ²	1881	2939	1881	1881	1881	1881
d_2	mm	85	88	85	85	85	85
Minimální a maximální plocha nosné výztuže dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1							
$A_{s,t}$	mm ²	2939	1881	1881	1881	1881	1881
$A_{s,t,min}$	mm ²	773	777	777	777	777	777
$A_{s,c+t,max}$	mm ²	4821	4821	3762	3762	3762	3762
$A_{s,c+t,max}$	mm ²	24000	24000	24000	24000	24000	24000
$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$		OK	OK	OK	OK	OK	OK

8. DEFORMACE KONSTRUKCE

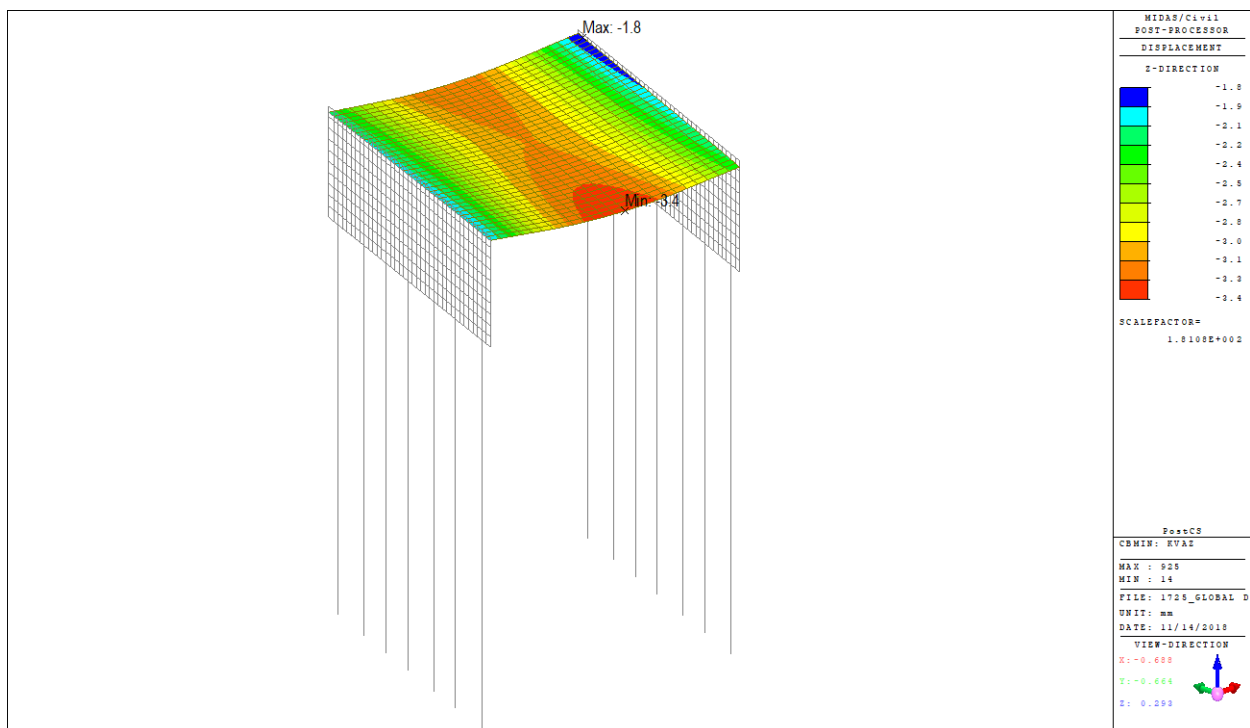
Na následujících obrázcích jsou zobrazeny svislé deformace horní příčle vzaté z deskového výpočetního modelu v programu MIDAS/Civil od charakteristické, časté a kvazistálé kombinace zatížení (bez poklesů podpěr uvažovaných ve výpočtu vnitřních sil). Deformace zahrnují deformaci pilot. Model neuvažuje změnu tuhostí průřezů s ohledem na vznik trhlin v železobetonových prvcích (uvažuje nepotrhaný průřez).



obr. 46 Deformace konstrukce – charakteristická kombinace



obr. 47 Deformace konstrukce - částá kombinace



obr. 48 Deformace konstrukce – kvazistálá kombinace

9. ZÁVĚR

Statickým výpočtem byly navrženy a ověřeny všechny rozhodující prvky mostu (piloty, nosná konstrukce – stojky, příčel).

Na základě výsledků statického výpočtu konstatujeme, že navržená konstrukce mostu vyhovuje všem platným citovaným normám a předpisům.

Olomouc, listopad 2018



Ing. Petr Šedivý

**I/43 BUKOVICE
- OPRAVA MOSTU 43-078**

**STUPEŇ PROJEKTU:
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY (PDPS)**

**OBJEKT SO 201
MOST EV. Č. 43-078**

STATICKÝ VÝPOČET ZALOŽENÍ

Posouzení piloty – opěra OP1 (geologický profil dle DPH1)

Vstupní data

Projekt

Datum : 27.08.2018

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$

Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky : ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)
Vodorovná únosnost : pružný poloprostor
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		33,00	0,00	19,00	0,25
2	Třída F7, konzistence tuhá		16,00	9,00	21,00	0,40
3	Třída F7, konzistence pevná		16,00	9,00	21,00	0,40
4	R5		19,00	25,00	21,00	0,30

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		-	180,00	19,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
2	Třída F7, konzistence tuhá		-	3,00	21,00	-	-
3	Třída F7, konzistence pevná		-	7,00	21,00	-	-
4	R5		-	40,00	21,00	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	Typ zeminy	n_h [MN/m ³]
1	Třída G3, středně ulehlá		nesoudržná	4,50
2	Třída F7, konzistence tuhá		soudržná	-
3	Třída F7, konzistence pevná		soudržná	-
4	R5		soudržná	-

Parametry zemín

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :	γ	=	19,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	33,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,25
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	180,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³
Typ zeminy :	nesoudržná		
Modul horiz.stlačitelnosti :	n_h	=	4,50 MN/m ³

Třída F7, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	16,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	9,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,40
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	3,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

Třída F7, konzistence pevná

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	16,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	9,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,40
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	7,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

R5

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	19,00 °

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 40,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,60 \text{ m}$

Délka $l = 9,00 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 2,83\text{E-}01 \text{ m}^2$

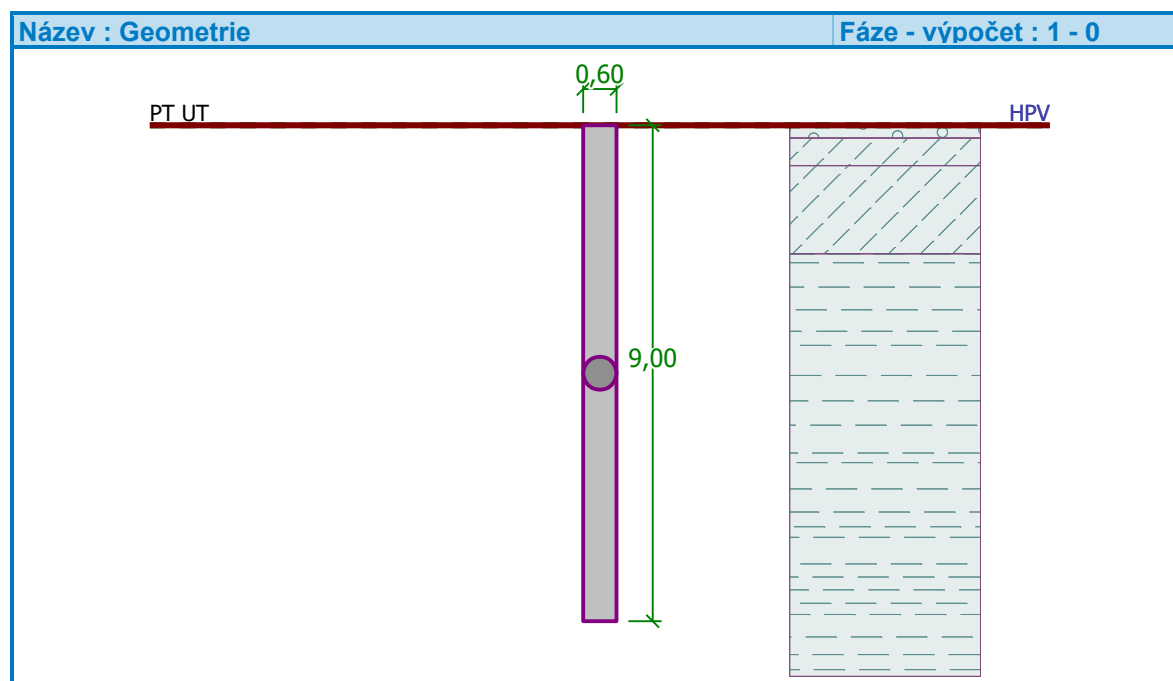
Moment setrvačnosti $I = 6,36\text{E-}03 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0,00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty



Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konstrukce

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

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

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

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 13750,00 \text{ MPa}$





Ocel podélná : B500

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

Ocel příčná: B500

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,23	Třída G3, středně ulehlá	
2	0,50	Třída F7, konzistence tuhá	
3	1,60	Třída F7, konzistence pevná	
4	-	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		MSÚ-minN	Návrhové	1,00	58,00	-114,00	-71,00	-53,00
2	Ano		MSÚ-maxN	Návrhové	726,00	-37,00	135,00	80,00	-28,00
3	Ano		MSÚ-minHy	Návrhové	321,00	98,00	-116,00	-65,00	-158,00
4	Ano		MSÚ-maxHy	Návrhové	299,00	-94,00	109,00	61,00	152,00
5	Ano		MSÚ-maxHx	Návrhové	104,00	-94,00	250,00	236,00	48,00
6	Ano		MSÚ-minHx	Návrhové	165,00	89,00	-242,00	-230,00	-41,00
7	Ano		MSÚ-maxMy	Návrhové	644,00	-90,00	254,00	209,00	7,00
8	Ano		MSÚ-minMy	Návrhové	174,00	91,00	-242,00	-219,00	-43,00
9	Ano		MSÚ-maxMx	Návrhové	324,00	131,00	-201,00	-90,00	-156,00
10	Ano		MSÚ-minMx	Návrhové	195,00	-132,00	228,00	148,00	142,00
11	Ano		CHAR-minN	Užitné	58,00	42,00	-81,00	-48,00	-39,00
12	Ano		CHAR-maxN	Užitné	579,00	-32,00	114,00	66,00	-24,00
13	Ano		CHAR-minHy	Užitné	293,00	68,00	-78,00	-44,00	-114,00
14	Ano		CHAR-maxHy	Užitné	259,00	-66,00	74,00	41,00	110,00
15	Ano		CHAR-maxHx	Užitné	110,00	-65,00	182,00	175,00	28,00
16	Ano		CHAR-minHx	Užitné	171,00	61,00	-176,00	-171,00	-23,00
17	Ano		CHAR-maxMy	Užitné	516,00	-67,00	195,00	156,00	-1,00
18	Ano		CHAR-minMy	Užitné	515,00	65,00	-186,00	-148,00	0,00
19	Ano		CHAR-maxMx	Užitné	293,00	94,00	-143,00	-62,00	-112,00
20	Ano		CHAR-minMx	Užitné	181,00	-95,00	164,00	105,00	102,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti $N_c = 13,93$

Součinitel únosnosti $N_d = 5,80$
 Součinitel únosnosti $N_b = 2,48$
 Součinitel únosnosti $K_1 = 1,00$
 Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 1181,04 \text{ kPa}$
 Plocha příčného řezu piloty $A_p = 2,83E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:
 Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 0,48 \text{ m}$

Hloubka [m]	Mocnost [m]	φ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
0,23	0,23	33,00	0,00	9,00	1,00	0,67	0,26
0,73	0,50	16,00	9,00	11,00	1,00	10,38	8,90
2,33	1,60	16,00	9,00	11,00	1,00	13,69	37,55
8,52	6,19	19,00	25,00	11,00	1,00	45,38	481,05

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:
 Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (MSÚ-maxN)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 527,76 \text{ kN}$
 Únosnost piloty v patě $R_b = 303,57 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 831,33 \text{ kN}$
 Extrémní svislá síla $V_d = 726,00 \text{ kN}$

$R_c = 831,33 \text{ kN} > 726,00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	0,23	0,23	11,00	62,00	16,00
2	0,23	0,73	0,50	6,90	46,00	20,00
3	0,73	2,33	1,60	13,38	97,00	108,00
4	2,33	9,00	6,67	44,00	131,00	94,00

Uvažovat zatížení : užité
 Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1,00$
 Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$
 Regresní součinitel $e = 957,00$
 Regresní součinitel $f = 704,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 1194,51 \text{ kN}$
 Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 910,07 \text{ kPa}$
 Průměrné plášťové tření $q_s = 100,59 \text{ kPa}$
 Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 35,65 \text{ MPa}$
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0,13$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $l_0 = 0,10$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,14$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1,00$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	803,53
5,0	1136,37
7,5	1379,15
10,0	1440,70
12,5	1502,24
15,0	1563,79
17,5	1625,33
20,0	1686,88
22,5	1748,42
25,0	1809,97

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 1374,64$ kN

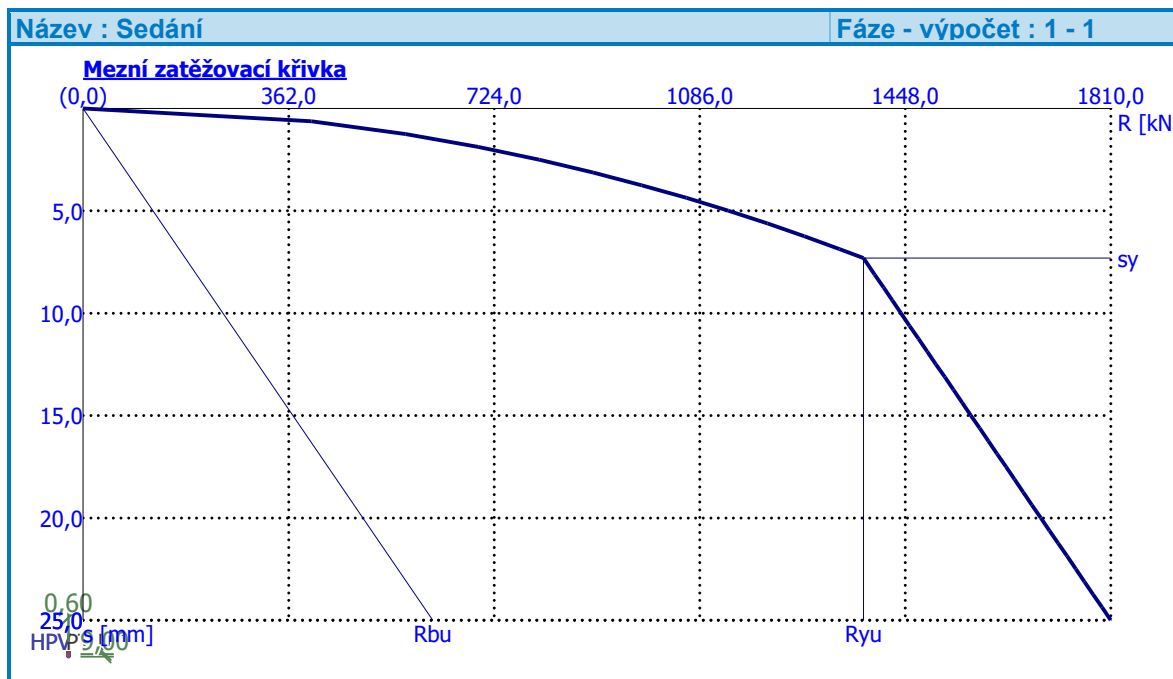
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 7,3$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 615,45$ kN

Celková únosnost $R_c = 1809,97$ kN

Pro zatížení $Q = 579,00$ kN je sednutí piloty 1,3 mm



Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 5. (MSÚ-maxHx)

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-1.99	4.03	2.96	-48.00	-94.00
0.36	3.33	-1.95	4.39	53.49	-47.29	-76.80
0.77	7.78	-1.85	4.62	94.90	-45.63	-57.97
1.22	7.78	-1.68	4.68	94.46	-41.91	16.21
1.66	7.78	-1.48	4.56	78.25	-38.58	96.11
2.11	7.78	-1.26	4.29	62.72	-35.70	166.58
2.52	44.44	-1.06	3.92	284.37	-28.59	220.37
2.97	44.44	-0.84	3.41	210.95	-17.24	251.71
3.42	44.44	-0.64	2.86	148.18	8.99	257.70
3.87	44.44	-0.47	2.32	96.40	41.09	246.58
4.32	44.44	-0.32	1.81	55.15	60.79	223.65
4.77	44.44	-0.20	1.37	23.85	70.78	193.92
5.22	44.44	0.02	0.98	4.67	73.56	161.26
5.67	44.44	0.38	0.67	1.42	71.22	128.52
6.12	44.44	0.62	0.43	-1.03	65.20	97.71
6.57	44.44	0.77	0.25	-2.84	56.83	70.19
7.02	44.44	0.85	0.13	-4.17	47.06	46.77
7.47	44.44	0.89	0.05	-5.17	36.57	27.94
7.92	44.44	0.90	0.04	-5.96	25.81	13.90
8.37	44.44	0.90	0.03	-6.64	15.00	4.72
8.82	44.44	0.89	0.03	-7.28	4.27	0.38
9.00	44.44	0.89	0.03	-7.53	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-17.55	0.04	0.34	-240.83	-267.09
0.36	3.33	-16.05	0.18	6.51	-234.86	-182.13
0.77	7.78	-14.23	0.31	12.34	-221.73	-90.67
1.22	7.78	-12.14	0.42	13.10	-194.02	-38.28
1.66	7.78	-10.06	0.48	11.52	-170.72	-20.19
2.11	7.78	-8.06	0.50	9.79	-151.71	-3.49
2.52	44.44	-6.40	0.50	46.90	-107.74	10.00
2.97	44.44	-4.75	0.46	37.24	-42.04	20.22
3.42	44.44	-3.33	0.41	28.44	-8.40	25.90
3.87	44.44	-2.17	0.36	20.73	-1.79	28.11
4.32	44.44	-1.24	0.30	14.22	2.90	27.80
4.77	44.44	-0.54	0.24	8.90	6.00	25.74
5.22	44.44	-0.11	0.19	-0.87	7.81	22.59
5.67	44.44	-0.03	0.14	-17.02	8.61	18.86
6.12	44.44	0.02	0.11	-27.70	8.65	14.95
6.57	44.44	0.06	0.08	-34.23	8.11	11.17
7.02	44.44	0.09	0.06	-37.84	7.15	7.72
7.47	44.44	0.12	0.04	-39.55	5.89	4.78
7.92	44.44	0.13	-0.00	-40.05	4.38	2.46
8.37	44.44	0.15	-0.02	-39.93	2.68	0.86

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
8.82	44.44	0.16	-0.03	-39.59	0.80	0.07
9.00	44.44	0.17	-0.03	-39.44	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 17,5 mm
 Max.posouvající síla = 240,83 kN
 Maximální moment = 267,09 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

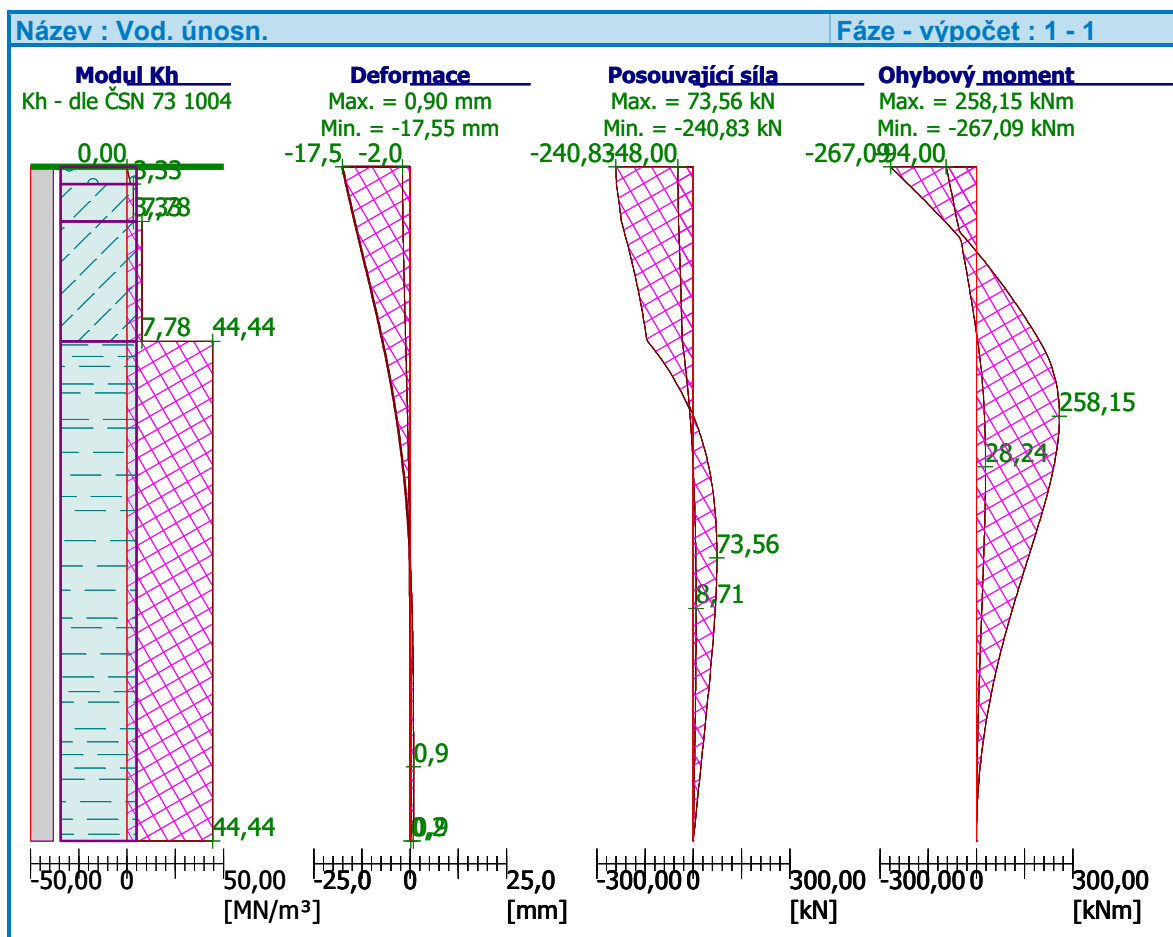
Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 100,0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
 Stupeň vyztužení $\rho = 1,389 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$
 Zatížení : $N_{Ed} = -104,00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 267,09$ kNm
 Únosnost : $N_{Rd} = -132,52$ kN; $M_{Rd} = 340,32$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Smyková výztuž - profil 8,0 mm; vzdálenost 150,0 mm
 Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 314,71$ kN $> 240,83$ kN = V_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.



Posouzení čís. 2

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 15. (CHAR-maxHx)
 Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-0.79	3.05	2.21	-28.00	-65.00
0.36	3.33	-0.83	3.31	39.84	-27.70	-54.95
0.77	7.78	-0.84	3.47	70.49	-26.97	-43.87
1.22	7.78	-0.80	3.51	70.07	-25.24	15.28
1.66	7.78	-0.74	3.41	57.99	-23.63	74.38
2.11	7.78	-0.65	3.20	46.42	-22.17	126.45
2.52	44.44	-0.56	2.91	210.23	-18.42	166.14
2.97	44.44	-0.46	2.53	155.71	-12.28	189.07
3.42	44.44	-0.37	2.12	109.16	7.47	193.17
3.87	44.44	-0.28	1.72	70.79	31.27	184.07
4.32	44.44	-0.20	1.34	40.27	45.82	166.41
4.77	44.44	-0.14	1.01	17.23	53.14	143.98
5.22	44.44	0.02	0.73	3.87	55.05	119.61
5.67	44.44	0.29	0.50	1.98	53.05	95.24
6.12	44.44	0.47	0.32	0.48	48.41	72.35
6.57	44.44	0.58	0.18	-0.69	42.13	51.93
7.02	44.44	0.64	0.09	-1.61	34.85	34.58
7.47	44.44	0.66	0.04	-2.35	27.05	20.64
7.92	44.44	0.67	0.03	-2.98	19.07	10.26
8.37	44.44	0.66	0.03	-3.55	11.07	3.48
8.82	44.44	0.66	0.03	-4.10	3.15	0.28
9.00	44.44	0.65	0.03	-4.31	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-13.10	-0.16	0.13	-177.23	-193.26
0.36	3.33	-11.95	-0.06	2.78	-172.78	-131.02
0.77	7.78	-10.57	0.04	5.58	-163.02	-64.03
1.22	7.78	-9.01	0.12	6.24	-142.46	-32.13
1.66	7.78	-7.46	0.17	5.72	-125.18	-21.14
2.11	7.78	-5.97	0.21	5.05	-111.10	-10.84
2.52	44.44	-4.73	0.22	24.96	-78.58	-2.37
2.97	44.44	-3.50	0.22	20.55	-30.27	4.50
3.42	44.44	-2.46	0.20	16.32	-7.31	8.86
3.87	44.44	-1.59	0.18	12.47	-3.43	11.24
4.32	44.44	-0.91	0.16	9.09	-0.53	12.10
4.77	44.44	-0.39	0.13	6.23	1.52	11.85
5.22	44.44	-0.09	0.11	-1.03	2.87	10.83
5.67	44.44	-0.04	0.08	-13.00	3.65	9.35
6.12	44.44	-0.01	0.07	-20.90	3.98	7.61
6.57	44.44	0.02	0.05	-25.70	3.94	5.82
7.02	44.44	0.04	0.04	-28.28	3.63	4.11
7.47	44.44	0.05	0.03	-29.37	3.09	2.59
7.92	44.44	0.07	-0.00	-29.67	2.37	1.36
8.37	44.44	0.08	-0.02	-29.51	1.49	0.48

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
8.82	44.44	0.09	-0.02	-29.19	0.45	0.04
9.00	44.44	0.10	-0.02	-29.06	-0.00	0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 13,1 mm
 Max.posouvající síla = 177,23 kN
 Maximální moment = 193,57 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

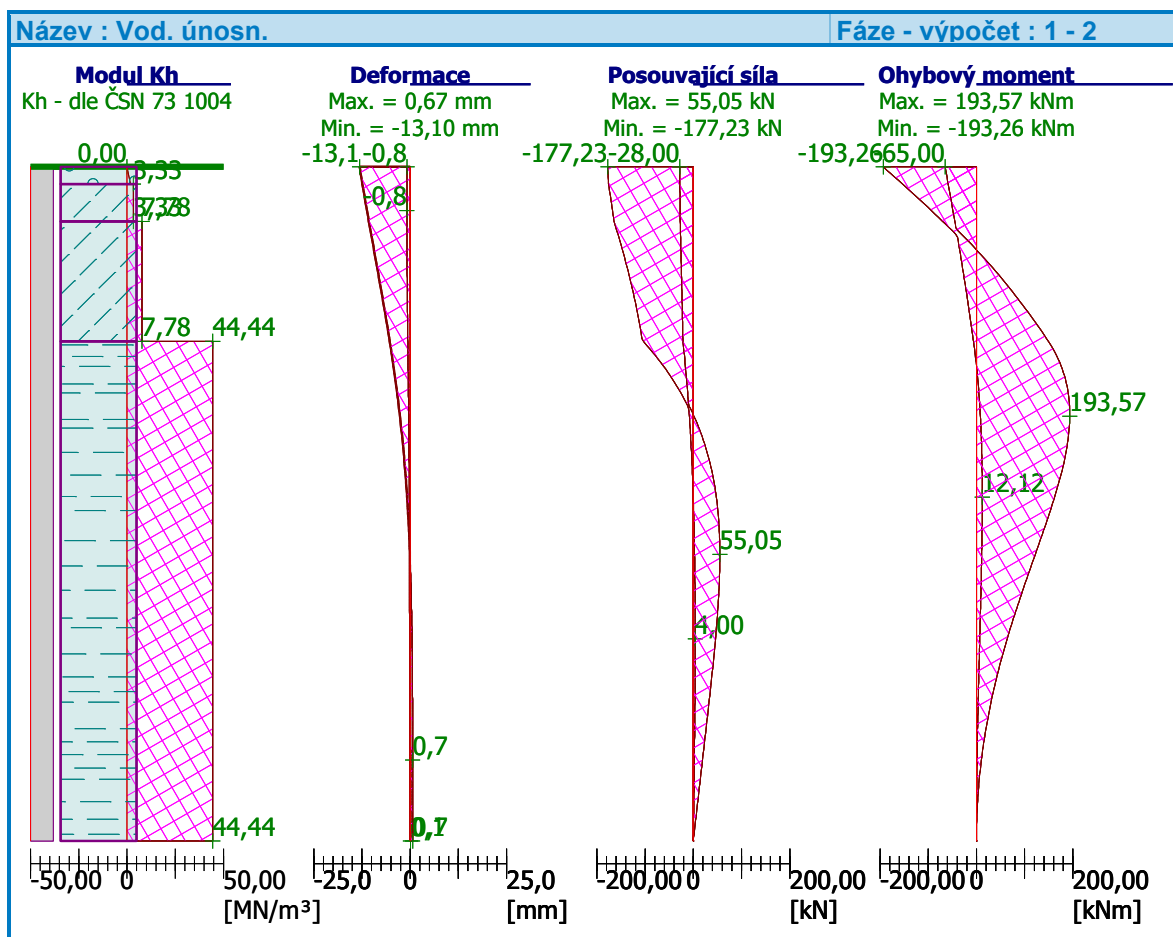
Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 100,0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
 Stupeň vyztužení $\rho = 1,389 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$
 Zatížení : $N_{Ed} = -110,00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 193,57$ kNm
 Únosnost : $N_{Rd} = -197,48$ kN; $M_{Rd} = 347,52$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Smyková výztuž - profil 8,0 mm; vzdálenost 150,0 mm
 Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 314,71$ kN $> 177,23$ kN = V_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.



Posouzení piloty – opěra OP2 (geologický profil dle DPH2)

Vstupní data

Projekt

Datum : 27.08.2018

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$

Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky : ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)
Vodorovná únosnost : pružný poloprostor
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]



Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		33,00	0,00	19,00	0,25
2	Třída F7, konzistence tuhá		16,00	9,00	21,00	0,40
3	Třída F7, konzistence pevná		16,00	9,00	21,00	0,40
4	R5		19,00	25,00	21,00	0,30

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		-	180,00	19,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
2	Třída F7, konzistence tuhá		-	3,00	21,00	-	-
3	Třída F7, konzistence pevná		-	7,00	21,00	-	-
4	R5		-	40,00	21,00	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	Typ zeminy	n_h [MN/m ³]
1	Třída G3, středně ulehlá		nesoudržná	4,50
2	Třída F7, konzistence tuhá		soudržná	-
3	Třída F7, konzistence pevná		soudržná	-
4	R5		soudržná	-

Parametry zemín

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :	γ	=	19,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	33,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,25
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	180,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³
Typ zeminy :	nesoudržná		
Modul horiz.stlačitelnosti :	n_h	=	4,50 MN/m ³

Třída F7, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	16,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	9,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,40
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	3,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

Třída F7, konzistence pevná

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	16,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	9,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,40
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	7,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

R5

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	19,00 °

Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,30$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 40,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy :	soudržná

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,60 \text{ m}$

Délka $l = 9,00 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 2,83\text{E-}01 \text{ m}^2$

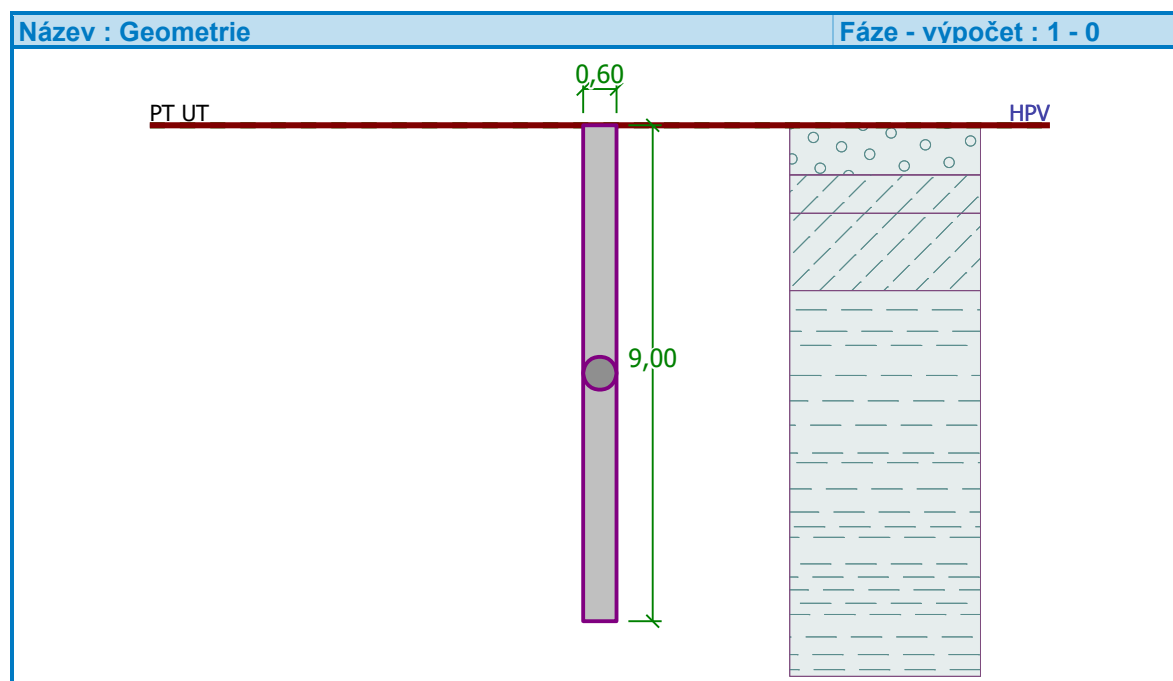
Moment setrvačnosti $I = 6,36\text{E-}03 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0,00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty



Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konstrukce

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

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

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

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 13750,00 \text{ MPa}$





Ocel podélná : B500

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

Ocel příčná: B500

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,90	Třída G3, středně ulehlá	
2	0,70	Třída F7, konzistence tuhá	
3	1,40	Třída F7, konzistence pevná	
4	-	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		MSÚ-minN	Návrhové	1,00	58,00	-114,00	-71,00	-53,00
2	Ano		MSÚ-maxN	Návrhové	726,00	-37,00	135,00	80,00	-28,00
3	Ano		MSÚ-minHy	Návrhové	321,00	98,00	-116,00	-65,00	-158,00
4	Ano		MSÚ-maxHy	Návrhové	299,00	-94,00	109,00	61,00	152,00
5	Ano		MSÚ-maxHx	Návrhové	104,00	-94,00	250,00	236,00	48,00
6	Ano		MSÚ-minHx	Návrhové	165,00	89,00	-242,00	-230,00	-41,00
7	Ano		MSÚ-maxMy	Návrhové	644,00	-90,00	254,00	209,00	7,00
8	Ano		MSÚ-minMy	Návrhové	174,00	91,00	-242,00	-219,00	-43,00
9	Ano		MSÚ-maxMx	Návrhové	324,00	131,00	-201,00	-90,00	-156,00
10	Ano		MSÚ-minMx	Návrhové	195,00	-132,00	228,00	148,00	142,00
11	Ano		CHAR-minN	Užitné	58,00	42,00	-81,00	-48,00	-39,00
12	Ano		CHAR-maxN	Užitné	579,00	-32,00	114,00	66,00	-24,00
13	Ano		CHAR-minHy	Užitné	293,00	68,00	-78,00	-44,00	-114,00
14	Ano		CHAR-maxHy	Užitné	259,00	-66,00	74,00	41,00	110,00
15	Ano		CHAR-maxHx	Užitné	110,00	-65,00	182,00	175,00	28,00
16	Ano		CHAR-minHx	Užitné	171,00	61,00	-176,00	-171,00	-23,00
17	Ano		CHAR-maxMy	Užitné	516,00	-67,00	195,00	156,00	-1,00
18	Ano		CHAR-minMy	Užitné	515,00	65,00	-186,00	-148,00	0,00
19	Ano		CHAR-maxMx	Užitné	293,00	94,00	-143,00	-62,00	-112,00
20	Ano		CHAR-minMx	Užitné	181,00	-95,00	164,00	105,00	102,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti $N_c = 13,93$

Součinitel únosnosti $N_d = 5,80$
 Součinitel únosnosti $N_b = 2,48$
 Součinitel únosnosti $K_1 = 1,00$
 Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 1170,74 \text{ kPa}$
 Plocha příčného řezu piloty $A_p = 2,83E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:
 Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 0,48 \text{ m}$

Hloubka [m]	Mocnost [m]	φ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
0,90	0,90	33,00	0,00	9,00	1,00	2,63	4,06
1,60	0,70	16,00	9,00	11,00	1,00	12,43	14,91
3,00	1,40	16,00	9,00	11,00	1,00	15,74	37,76
8,52	5,52	19,00	25,00	11,00	1,00	46,19	436,58

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:
 Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (MSÚ-maxN)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 493,30 \text{ kN}$
 Únosnost piloty v patě $R_b = 300,93 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 794,23 \text{ kN}$
 Extrémní svislá síla $V_d = 726,00 \text{ kN}$

$R_c = 794,23 \text{ kN} > 726,00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	0,90	0,90	11,00	62,00	16,00
2	0,90	1,60	0,70	6,90	46,00	20,00
3	1,60	3,00	1,40	17,89	97,00	108,00
4	3,00	9,00	6,00	45,36	131,00	94,00

Uvažovat zatížení : užité
 Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1,00$
 Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$
 Regresní součinitel $e = 957,00$
 Regresní součinitel $f = 704,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 1171,74 \text{ kN}$
 Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 910,07 \text{ kPa}$
 Průměrné plášťové tření $q_s = 98,67 \text{ kPa}$
 Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 34,66 \text{ MPa}$
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0,13$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $l_0 = 0,10$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,13$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1,00$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	787,18
5,0	1113,24
7,5	1354,96
10,0	1416,03
12,5	1477,10
15,0	1538,18
17,5	1599,25
20,0	1660,32
22,5	1721,40
25,0	1782,47

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 1351,86$ kN

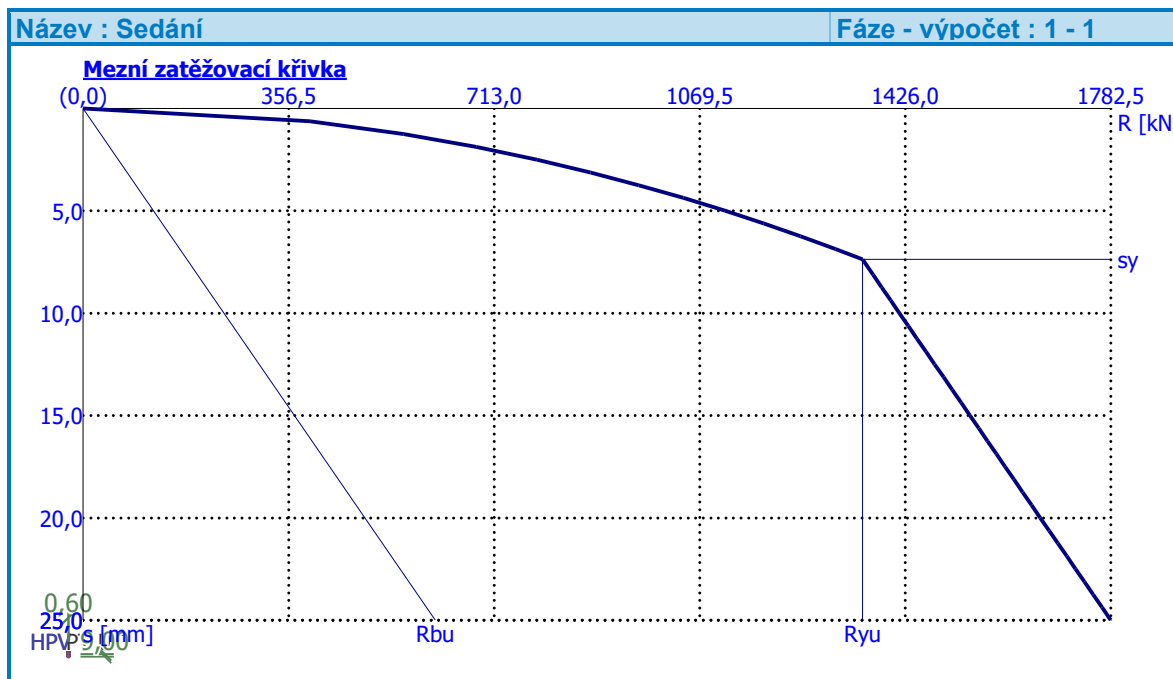
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 7,4$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 610,73$ kN

Celková únosnost $R_c = 1782,47$ kN

Pro zatížení $Q = 579,00$ kN je sednutí piloty 1,4 mm



Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 5. (MSÚ-maxHx)

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-2.96	5.20	4.01	-48.00	-94.00
0.40	3.04	-2.84	5.59	65.50	-46.93	-74.71
0.86	6.41	-2.64	5.82	121.82	-43.45	-54.29
1.26	3.33	-2.41	5.86	55.44	-41.17	20.13
1.66	7.78	-2.15	5.76	111.01	-38.94	92.93
2.11	7.78	-1.84	5.50	91.26	-34.74	163.78
2.56	7.78	-1.53	5.09	72.71	-31.20	223.66
3.00	7.78	-1.24	4.57	210.45	-27.98	273.15
3.42	44.44	-0.98	3.99	241.91	-15.78	302.24
3.87	44.44	-0.73	3.34	168.60	19.15	305.96
4.32	44.44	-0.51	2.70	108.33	55.50	289.06
4.77	44.44	-0.34	2.11	60.40	77.44	258.87
5.22	44.44	-0.19	1.59	23.88	88.37	221.23
5.67	44.44	0.10	1.16	3.54	90.84	180.63
6.12	44.44	0.54	0.82	-0.31	87.00	140.42
6.57	44.44	0.84	0.56	-3.23	78.71	103.00
7.02	44.44	1.04	0.37	-5.45	67.38	70.04
7.47	44.44	1.18	0.25	-7.17	54.01	42.66
7.92	44.44	1.28	0.19	-8.59	39.26	21.63
8.37	44.44	1.35	0.16	-9.84	23.49	7.48
8.82	44.44	1.42	0.15	-11.04	6.87	0.62
9.00	44.44	1.44	0.15	-11.51	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-23.73	0.22	0.50	-240.83	-267.09
0.40	3.04	-21.56	0.38	8.63	-232.60	-171.89
0.86	6.41	-19.00	0.52	16.91	-206.91	-73.60
1.26	3.33	-16.63	0.61	8.02	-190.82	-37.20
1.66	7.78	-14.27	0.66	16.71	-175.70	-20.92
2.11	7.78	-11.73	0.69	14.32	-148.42	-4.37
2.56	7.78	-9.35	0.68	11.91	-126.31	10.45
3.00	7.78	-7.24	0.65	36.04	-107.11	23.38
3.42	44.44	-5.44	0.59	43.49	-38.34	32.51
3.87	44.44	-3.79	0.52	32.37	-5.58	37.21
4.32	44.44	-2.44	0.44	22.84	1.84	37.95
4.77	44.44	-1.36	0.36	14.93	6.90	35.90
5.22	44.44	-0.54	0.28	8.55	10.04	32.03
5.67	44.44	-0.08	0.22	-4.63	11.64	27.10
6.12	44.44	0.01	0.17	-23.88	12.06	21.73
6.57	44.44	0.07	0.13	-37.17	11.56	16.38
7.02	44.44	0.12	0.10	-46.24	10.37	11.43
7.47	44.44	0.16	0.08	-52.39	8.66	7.13
7.92	44.44	0.19	0.07	-56.68	6.53	3.69
8.37	44.44	0.22	0.06	-60.03	4.04	1.30

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
8.82	44.44	0.25	0.06	-63.03	1.22	0.11
9.00	44.44	0.26	0.06	-64.21	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 23,7 mm
 Max.posouvající síla = 240,83 kN
 Maximální moment = 307,41 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

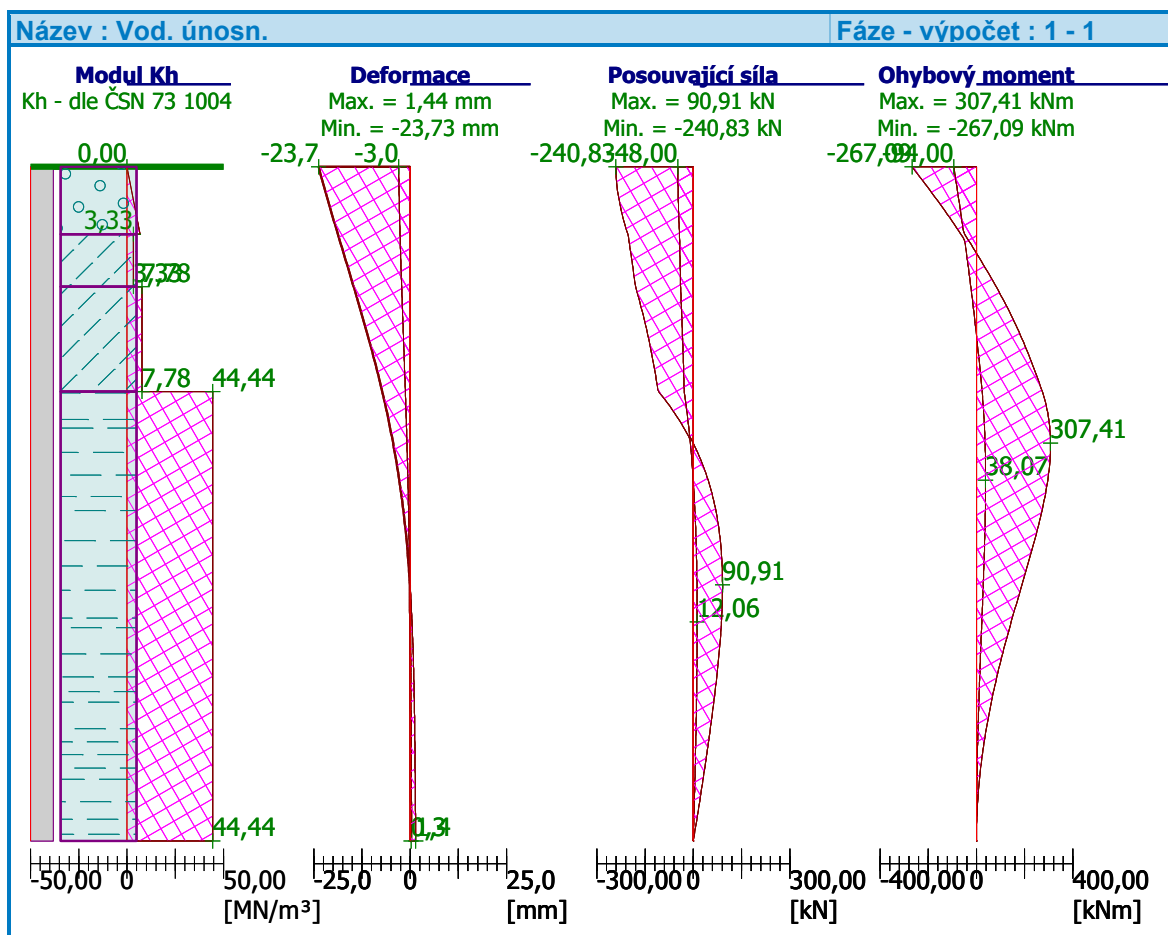
Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 100,0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
 Stupeň vyztužení $\rho = 1,389 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$
 Zatížení : $N_{Ed} = -104,00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 307,41$ kNm
 Únosnost : $N_{Rd} = -114,46$ kN; $M_{Rd} = 338,32$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Smyková výztuž - profil 8,0 mm; vzdálenost 150,0 mm
 Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 314,71$ kN $>$ 240,83 kN = V_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.



Posouzení čís. 2

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 15. (CHAR-maxHx)
 Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-1.30	3.92	2.98	-28.00	-65.00
0.40	3.04	-1.30	4.21	48.63	-27.52	-53.73
0.86	6.41	-1.26	4.37	90.38	-25.89	-39.84
1.26	3.33	-1.18	4.39	41.09	-24.79	18.16
1.66	7.78	-1.08	4.30	82.23	-23.67	72.03
2.11	7.78	-0.95	4.09	67.54	-21.53	124.40
2.56	7.78	-0.81	3.77	53.76	-19.68	168.59
3.00	7.78	-0.67	3.39	155.45	-17.95	205.07
3.42	44.44	-0.54	2.96	178.48	-11.25	226.07
3.87	44.44	-0.42	2.47	124.19	14.94	227.85
4.32	44.44	-0.31	1.99	79.59	41.89	214.65
4.77	44.44	-0.21	1.56	44.17	58.12	192.05
5.22	44.44	-0.13	1.17	17.27	65.97	163.99
5.67	44.44	0.09	0.86	3.12	67.51	133.80
6.12	44.44	0.41	0.60	0.89	64.54	103.95
6.57	44.44	0.63	0.41	-0.87	58.33	76.20
7.02	44.44	0.78	0.27	-2.25	49.89	51.79
7.47	44.44	0.87	0.18	-3.38	39.95	31.53
7.92	44.44	0.94	0.14	-4.35	29.02	15.98
8.37	44.44	1.00	0.11	-5.22	17.35	5.52
8.82	44.44	1.05	0.11	-6.06	5.07	0.46
9.00	44.44	1.07	0.11	-6.40	-0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-17.66	-0.07	0.22	-177.23	-193.26
0.40	3.04	-16.01	0.05	3.95	-171.11	-123.52
0.86	6.41	-14.09	0.15	8.05	-152.04	-51.53
1.26	3.33	-12.33	0.22	3.94	-140.12	-31.43
1.66	7.78	-10.57	0.27	8.42	-128.91	-21.58
2.11	7.78	-8.68	0.30	7.41	-108.71	-11.42
2.56	7.78	-6.91	0.32	6.31	-92.36	-2.16
3.00	7.78	-5.35	0.31	19.58	-78.17	6.06
3.42	44.44	-4.02	0.30	24.21	-27.60	12.16
3.87	44.44	-2.79	0.27	18.58	-5.49	15.87
4.32	44.44	-1.79	0.23	13.63	-1.15	17.31
4.77	44.44	-0.99	0.19	9.42	1.94	17.09
5.22	44.44	-0.39	0.16	5.93	4.00	15.72
5.67	44.44	-0.07	0.13	-3.78	5.21	13.62
6.12	44.44	-0.02	0.10	-18.06	5.74	11.14
6.57	44.44	0.02	0.08	-27.90	5.73	8.54
7.02	44.44	0.05	0.06	-34.47	5.30	6.04
7.47	44.44	0.08	0.05	-38.87	4.54	3.82
7.92	44.44	0.10	0.05	-41.98	3.49	2.00
8.37	44.44	0.12	0.04	-44.39	2.20	0.72

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
8.82	44.44	0.14	0.04	-46.53	0.67	0.06
9.00	44.44	0.14	0.04	-47.38	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 17,7 mm
 Max.posouvající síla = 177,23 kN
 Maximální moment = 229,28 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 100,0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
 Stupeň vyztužení $\rho = 1,389 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$
 Zatížení : $N_{Ed} = -110,00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 229,28$ kNm
 Únosnost : $N_{Rd} = -165,00$ kN; $M_{Rd} = 343,92$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Smyková výztuž - profil 8,0 mm; vzdálenost 150,0 mm
 Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 314,71$ kN $> 177,23$ kN = V_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

