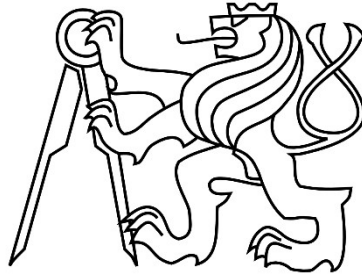


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků

**Autor:** Petr Mísař

**Vedoucí práce:** Ing. Roman Šafář, PhD.

**Rok obhajoby:** 2017

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Misař** Jméno: **Petr** Osobní číslo: **424357**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra betonových a zděných konstrukcí**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Konstrukce a dopravní stavby**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků**

Název bakalářské práce anglicky:

**Design of a precast girder bridge**

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Roman Šafář Ph.D., katedra betonových a zděných konstrukcí FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **22.02.2017** Termín odevzdání bakalářské práce: **28.05.2017**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků“ jsem vypracoval samostatně a veškerou použitou literaturu a další prameny jsem řádně označil a uvedl v přiloženém seznamu.

V Praze dne: .....

Podpis.....

**Poděkování:**

Touto cestou bych rád poděkoval panu Ing. Romanovi Šafářovi, PhD. za jeho ochotu, trpělivost, připomínky a cenné rady, které mi během vedení mé práce poskytoval.

**Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a statickým posouzením dálničního mostu o dvou polích rozpětí 2 x 22,0 m. V příčném směru je most rozdělen na dvě samostatné konstrukce šířky 14,6 m, resp. 22,8 m. Most má nosnou konstrukci z předpjatých prefabrikovaných nosníků se spřaženou železobetonovou deskou. Stanovení zatížení, analýza konstrukce a posouzení z hlediska mezních stavů únosnosti a použitelnosti je provedeno dle platných evropských norem.

Klíčová slova: most, předpětí, předpjatý beton, betonový most, zatížení dopravou, prefabrikovaný nosník

**Abstract:**

This bachelor thesis deals with a design and structural analysis of a two span motorway bridge with span lengths of 22 m. The bridge is divided into two parallel structures in the cross section. One structure is 14,6 m wide, the other is 22,8 m wide. The bridge is made of precast prestressed girders with composite cast-in-situ reinforced concrete slab.

Determination of actions, analysis of performance of the structure and its verification from the point of view of serviceability as well as ultimate limit states is made according to the current European standards.

Keywords: bridge, prestressing, prestressed concrete, concrete bridge, traffic loads, precast girder

## **Použitá literatura:**

- 1) Šafář, R.: Betonové mosty 2 - přednášky, ČVUT 2014
- 2) Šafář, R.: Betonové mosty 2 - cvičení: návrh předpjatého mostu podle Eurokódů, ČVUT 2015
- 3) ČSN EN 1990 ed. 2: 2015 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- 4) ČSN EN 1991-1-1: 2004 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- 5) ČSN EN 1991-1-4 ed. 2: 2013 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- 6) ČSN EN 1991-1-5: 2005 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- 7) ČSN EN 1991-1-6: 2006 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění
- 8) ČSN EN 1991-1-7: 2007 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- 9) ČSN EN 1991-2 ed. 2: 2015 (73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- 10) ČSN EN 1992-1-1 ed. 2: 2011 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 11) ČSN EN 1992-2: 2007 (73 6208) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- 12) ČSN 73 6214: 2014 Navrhování betonových mostních konstrukcí
- 13) Katalogové listy prefabrikovaných nosníků T-93

Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků

## **A. TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## Obsah

1	Identifikační údaje mostu.....	1
2	Základní údaje o mostě .....	1
3	Všeobecný popis.....	2
3.1	Stavba a její zvláštnosti.....	2
3.2	Objekty stavby a vztah k území .....	3
3.2.1	Údaje o převáděné komunikaci – dálnice D1.....	3
3.2.2	Údaje o křižující překážce – silnice I/38 .....	3
3.2.3	Související objekty .....	3
3.2.4	Vztah k území .....	3
4	Technická řešení.....	3
4.1	Zemní práce .....	3
4.2	Spodní stavba.....	3
4.3	Nosná konstrukce .....	4
4.4	Vozovka.....	4
4.5	Mostní vybavení .....	4
4.6	Postup výstavby .....	4
5	Statický výpočet .....	5
6	Závěr .....	5
7	Schéma původní konstrukce – Příčný a podélný řez.....	6



## 1 Identifikační údaje mostu

Objekt:	SO 14-207 Most ev.č. D1-147
Překonávaná překážka:	Silnice I/38
Kategorie komunikace na mostě:	Dálnice D28/120
Staničení křížení na D1:	112,628
Úhel křížení:	63,02°
Volná výška na mostě:	Neomezená
Volná výška pod mostem:	5,40 m
Kraj:	Vysočina
Okres:	Jihlava
Správce:	Ředitelství silnic a dálnic ČR, Závod Praha Na Pankráci 56, 145 05, Praha 4

## 2 Základní údaje o mostě

### Charakteristika mostu

Podle druhu převáděné komunikace:	pozemní komunikace
Podle překračované překážky:	přes silnici
Podle počtu mostních polí:	most o 2 polích
Podle počtu mostovkových podlaží:	jednopodlažní
Podle výškové polohy mostovky:	s horní mostovkou
Podle měnitelnosti základní polohy:	nepohyblivý
Podle plánované doby trvání:	trvalý
Podle průběhu trasy na mostě:	v přímé
Podle situačního uspořádání:	šikmý
Podle hmotné podstaty:	masivní
Podle členitosti nosné konstrukce:	plnostěnný
Podle výchozí charakteristiky:	trámový
Podle konst. uspořádání příčného řezu:	otevřeně uspořádaný
Podle omezené volné výšky:	neomezený
Zatížení mostu:	pro skupinu PK1 podle ČSN EN 1991-2

### Most D1 – 147 – 1 (levý most)

Délka přemostění:	43,00 m
-------------------	---------

Délka mostu:	59,18 m
Délka nosné konstrukce:	45,00 m
Rozpětí jednotlivých polí:	22,00 + 22,00 m
Šikmost mostu:	63,02°
Šířka mostu:	14,60 m
Šířka nosné konstrukce:	14,00 m
Volná výška pod mostem:	5,60 m
Stavební výška:	1,27 m

### **Most D1 – 147 – 2 (pravý most)**

Délka přemostění:	43,00 m
Délka mostu:	59,18 m
Délka nosné konstrukce:	45,00 m
Rozpětí jednotlivých polí:	22,00 + 22,00 m
Šikmost mostu:	63,02°
Šířka mostu:	22,8 m
Šířka nosné konstrukce:	22,20 m
Volná výška pod mostem:	5,60 m
Stavební výška:	1,27 m

## **3 Všeobecný popis**

### **3.1 Stavba a její zvláštnosti**

Jedná se o přestavbu stávajícího mostu o třech polích, který převádí dálnici D1 přes silnici I/38 v rámci MÚK Jihlava. Stávající opěry mostů jsou masivní železobetonové na plošných základech. Vzpěry mostů jsou taktéž založeny plošně. Nosná konstrukce levého mostu (D1-147-1) je ze 7ks nosníků dodatečně předpjatých a pravého mostu (D1-147-2) je celkem z 11ks dodatečně předpjatých nosníků DS-A 210/120. Uložení nosné konstrukce je vetknutím na vzpěry a do koncového příčnicku. Výkresy původní konstrukce jsou v příloze.

Nově navrženou nosnou konstrukci tvoří předpjaté prefabrikované nosníky T-93, monolitická železobetonová deska a předpjaté železobetonové příčnický. Podrobný popis jednotlivých částí se nachází v dalších kapitolách.

## 3.2 Objekty stavby a vztah k území

### 3.2.1 Údaje o převáděné komunikaci – dálnice D1

Výška nivelety v místě křížení:	500,480 m. n. m.
Směrové poměry v místě mostu:	v přímé příčný sklon pravostranný, levý most 1,6 %, pravý most 2,5 %
Výškové poměry v místě mostu:	klesání 0,48 %

### 3.2.2 Údaje o křižující překážce – silnice I/38

Výška nivelety v místě křížení:	493,410 m. n. m.
Úhel křížení:	63,02°
Volná výška pod mostem:	5,40 m

### 3.2.3 Související objekty

- SO 14-101 – Dálnice D1 km 104,800 - 113,340
- SO 14-172 – Dopravně inženýrská opatření
- SO 14-173 – Dopravní značení
- SO 14-301 – Kanalizace km 104,800-113,340
- SO 14-451 – Ochrana kabelů Telefonica O2 v SDP dálnice D1
- SO 14-490 – Ochrana kabelů ŘSD v SDP dálnice D1 po dobu stavby
- SO 14-491 – Dálniční systém SOS - kabelové vedení

### 3.2.4 Vztah k území

Most je situován v extravilánu u obce Pávov, nachází se v kraji Vysočina okresu Jihlava, v katastrálním území Pávov. Dálniční most je nadjezdem nad silnicí I/38 v rámci MÚK Jihlava v km 112,628.

## 4 Technická řešení

### 4.1 Zemní práce

Stavební jámy pro opěry budou provedeny ve sklonu 1:1. Výkopový materiál se uskladní v místě stavby a později se využije k terénním úpravám. Zemní práce budou probíhat s ohledem na stávající konstrukci. Části původní konstrukce, které jsou v kolizi s novým mostem, se odstraní.

### 4.2 Spodní stavba

Spodní stavba je monolitická železobetonová s plošným založením. U každé ze souběžných mostních konstrukcí ji tvoří dvě koncové opěry a jeden mezilehlý pilíř. U levého mostu je pilíř

rozčleněn na 2 dííky na společném základu, u pravého mostu na 3 dííky, rovněž na společném základu.

Opěry tvoří základ, úložný práh, závěrná zídka a konzolová křídla.

Nosná konstrukce je uložena na ložiska, pod kterými jsou železobetonové bločky s vodorovným povrchem.

#### 4.3 Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je navržena jako spojitá konstrukce o dvou polích. Nosnou konstrukci tvoří prefabrikované nosníky T-93, monolitická železobetonová deska a monolitické předpjaté příčníky. Prefabrikované nosníky výšky 950 mm jsou z betonu C45/55 XF2+XD1+XC4. Monolitická železobetonová deska tloušťky 220 mm a příčníky jsou z betonu C35/45 XF2+XD1+XC4.

#### 4.4 Vozovka

Na mostě je navržena vozovka v následující skladbě o celkové tloušťce 100 mm:

Asfaltový beton pro obrusnou vrstvu ACO 11+	45 mm
Asfaltový beton pro ložní vrstvu ACL 16+	50 mm
Hydroizolace	5 mm
Pečetící vrstva	
Celkem	100 mm

#### 4.5 Mostní vybavení

##### Římsy

Římsy jsou navrženy monolitické železobetonové šířky 750 mm z betonu C30/37 XF4+XD3+XC4. Obruba římsy je 150 mm na vozovkou.

##### Svodidla

Na vnějších i vnitřních okrajích mostu je navrženo ocelové zábradelní svodidlo NH4 o úrovni zadrženi H2 (na vnitřní straně je výška zvětšena pomocí plotů). Vozovka na pravém mostě je navíc podélně rozdělena na dvě části betonovým posuvným svodidlem.

#### 4.6 Postup výstavby

Konstrukce bude působit nejprve jako prostý nosník. Po 56 dnech dojde k vybetonování monolitické desky a spřažení desky s nosníky. Čtyři dny po vybetonování desky je uvažován

začátek spolupůsobení desky s nosníky a následná změna statického schématu na spojitý nosník o dvou polích.

Prefabrikované nosníky budou předepnuty v sedmi dnech po jejich vybetonování 3 kabely spojitosti o 7 lanech  $\phi$  15,7 mm o napětí 1473,1 MPa. Dále budou předepnuty v 60 dnech od jejich vybetonování dodatečně předpjatými kabely spojitosti společně s monolitickou deskou. Toto předpětí je tvořeno 2 kabely o 8 lanech  $\phi$  15,7 mm o napětí 1473,1 MPa.

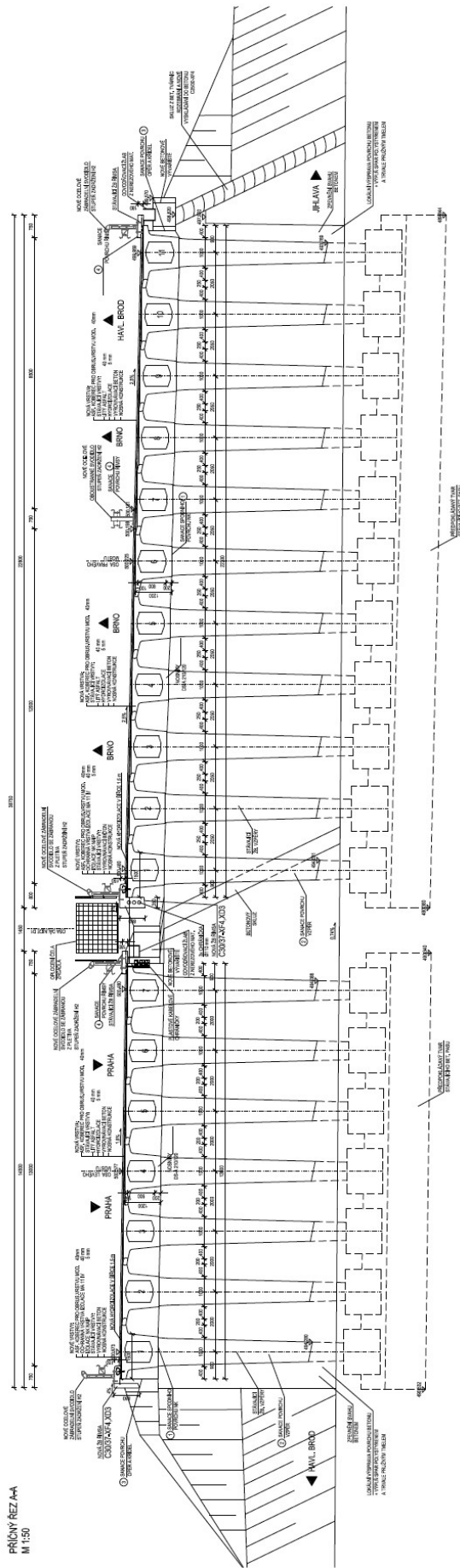
## 5 Statický výpočet

Konstrukce byla vymodelována ve výpočetním programu SCIA Engineer 2016 pro řešení prutových a deskových konstrukcí metodou konečných prvků. Pro výpočet byl zvolen širší z obou souběžných mostů, tj. D1 – 147 – 2 (pravý most). Výsledkem z programu byly vnitřní síly na nosnících a příčnicích. Tyto síly byly dále použity pro výpočet napětí a posouzení konstrukce pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Veškeré výpočty a posouzení konstrukce je detailně rozebráno v příloze B. Statický výpočet.

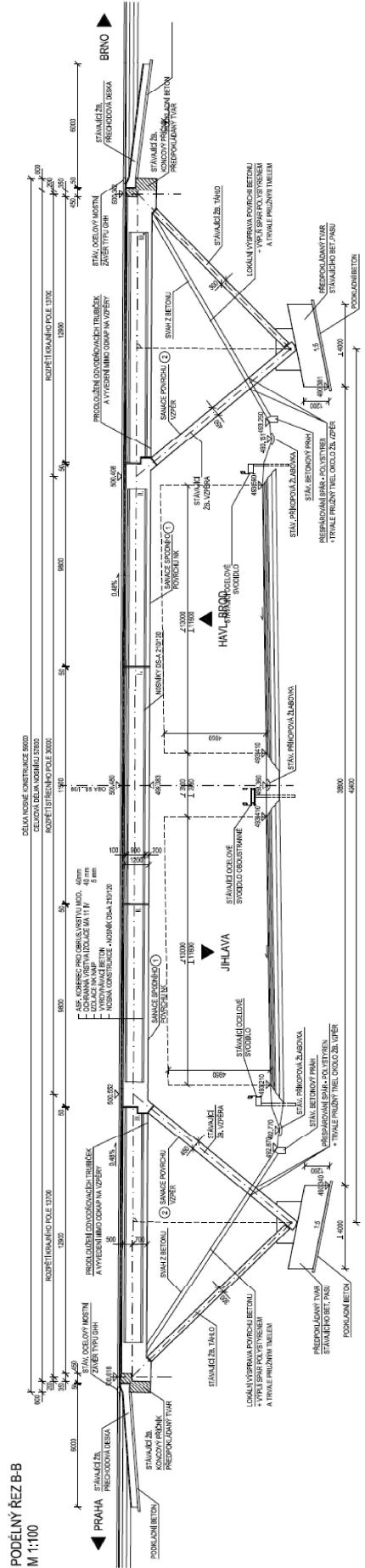
## 6 Závěr

Konstrukce byla posouzena na mezní stavy použitelnosti a mezní stavy únosnosti. Na všechny mezní stavy konstrukce vyhověla. Součástí návrhu není statický výpočet příčníků a spodní stavby.

# 7 Schéma původní konstrukce – Příčný a podélný řez



6



Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků

## **B. STATICKÝ VÝPOČET**

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Konstrukce.....	2
2.1	Schéma nosné konstrukce .....	2
2.1.1	Běžný nosník se spřaženou deskou .....	2
2.2	Materiály.....	2
2.3	Krátkodobé průřezové charakteristiky .....	2
2.3.1	Krátkodobé průřezové charakteristiky v jednotlivých časech .....	2
2.3.2	Krátkodobé ideální průřezové charakteristiky v jednotlivých časech.....	3
2.4	Smršťování betonu podle EN 1992-1-1 .....	4
2.4.1	Autogenní smršťování betonu.....	4
2.4.2	Smršťování betonu vysycháním .....	4
2.4.3	Celkové smršťování betonu.....	5
2.5	Dotvarování podle EN 1992-1-1 .....	5
2.5.1	Výpočet jednotlivých součinitelů dotvarování pro nosník a desku .....	5
2.5.2	Přehled součinitelů dotvarování a výpočet $E_c(t)$ .....	6
2.6	Přehled kompletních průřezových charakteristik včetně vlivu dotvarování betonu ..	9
2.7	Návrh předpětí P1.....	10
2.7.1	Předpínací výztuž.....	10
2.7.2	Uspořádání kabelů .....	10
2.7.3	Schéma uspořádání kabelů .....	10
2.8	Návrh předpětí P2.....	11
2.8.1	Předpínací výztuž.....	11
2.8.2	Uspořádání kabelů .....	11
2.8.3	Schéma uspořádání kabelů .....	12
3	Zatížení .....	13



3.1	Zatížení stálé .....	13
3.1.1	Vlastní tíha nosné konstrukce $g_0$ .....	13
3.1.2	Staveništní zatížení .....	13
3.1.3	Ostatní stálé zatížení .....	13
3.1.4	Poklesy podpor .....	13
3.2	Zatížení proměnné .....	13
3.2.1	Zatížení dopravou .....	13
3.2.2	Zatížení teplotními změnami .....	16
4	Vnitřní síly .....	17
4.1	Vlastní tíha nosníku .....	17
4.1.1	Vnitřní síly bez vlivu dotvarování .....	17
4.1.2	Redistribuce vnitřních sil vlivem dotvarování betonu .....	18
4.2	Vlastní tíha monolitických částí .....	19
4.2.1	Vnitřní síly bez vlivu dotvarování .....	19
4.2.2	Redistribuce vnitřních sil vlivem dotvarování betonu .....	20
4.3	Staveništní zatížení .....	21
4.4	Ostatní stálé zatížení .....	22
4.4.1	Ostatní stálé zatížení $(g-g_0)_m$ .....	22
4.4.2	Ostatní stálé zatížení $(g-g_0)_{k,sup}$ .....	23
4.4.3	Ostatní stálé zatížení $(g-g_0)_{k,inf}$ .....	24
4.5	Pokles podpor .....	25
4.6	Zatížení dopravou LM1 – TS .....	26
4.7	Zatížení dopravou LM1 – UDL .....	27
4.8	Zatížení dopravou LM2 .....	28
4.9	Zatížení dopravou LM3 1800/200 – TS .....	29
4.10	Zatížení dopravou LM3 1800/200 – UDL .....	30

4.11	Zatížení dopravou LM3 3000/240.....	31
4.12	Zatížení dopravou LM3 na únavu.....	32
4.13	Zatížení teplotou .....	33
4.13.1	Zatížení teplotou $\Delta T_{\text{heat}}$ .....	33
4.13.2	Zatížení teplotou $\Delta T_{\text{cool}}$ .....	34
4.14	Předpětí P1.....	35
4.14.1	Vnitřní síly bez vlivu dotvarování .....	35
4.14.2	Redistribuce vnitřních sil vlivem dotvarování betonu .....	36
4.14.3	Ztráty předpětí v průběhu času.....	36
4.15	Předpětí P2.....	37
4.15.1	Vnitřní síly.....	37
4.15.2	Ztráty předpětí v průběhu času.....	37
4.16	Smršťování .....	37
4.16.1	Výpočet vnitřních sil od smršťování.....	37
5	Napětí na průřezu pro jednotlivé časy a typy zatížení .....	39
5.1	Čas $t_{\text{glob}} = 7$ dní (vnesení $g_{0,N}$ + předpětí P1).....	39
5.2	Čas $t_{\text{glob}} = 56$ dní ( $g_{0,D}$ – betonáž desky).....	39
5.3	Čas $t_{\text{glob}} = 60$ dní (vnesení předpětí P2) .....	40
5.4	Čas $t_{\text{glob}} = 84$ dní (vnesení ( $g-g_0$ )) .....	42
5.5	Čas $t_{\text{glob}} = 168$ dní (uvedení do provozu - UP).....	45
5.6	Čas $t_{\text{glob}} = 36500$ dní (konec životnosti konstrukce - KŽ) .....	52
5.7	Přehled napětí od stálých zatížení.....	55
5.7.1	Vlastní tíha nosné konstrukce a ostatní stálé zatížení .....	55
5.7.2	Smršťování.....	57
5.7.3	Vlastní tíha nosné konstrukce, ostatní stálé zatížení a smršťování .....	59
5.7.4	Předpětí.....	61

6	Kombinace pro MSÚ a MSP včetně posouzení MSP .....	64
6.1	Limitní hodnoty napětí pro MSP .....	64
6.1.1	Provozní stav .....	64
6.1.2	Čas vnesení předpětí .....	65
6.2	Kombinace vnitřních sil pro MSÚ .....	65
6.2.1	Maximální ohybový moment $M_{\max}$ .....	65
6.2.2	Minimální ohybový moment $M_{\min}$ .....	66
6.3	Kombinace napětí pro MSP .....	67
6.3.1	Deska horní vlákna $\sigma_D^h$ .....	67
6.3.2	Deska dolní vlákna $\sigma_D^d$ .....	68
6.3.3	Nosník horní vlákna $\sigma_N^h$ .....	69
6.3.4	Nosník dolní vlákna $\sigma_N^d$ .....	70
7	Posouzení MSÚ .....	72
7.1	Posouzení v čase uvedení do provozu .....	72
7.1.1	Průřez v poli (staničení 11,000 m) .....	72
7.1.2	Průřez nad pilířem (staničení 22,000 m) .....	72
7.2	Posouzení na konci životnosti konstrukce .....	73
7.2.1	Průřez v poli (staničení 11,000 m) .....	73
7.2.2	Průřez nad pilířem (staničení 22,000 m) .....	73

# 1. Úvod

Konstrukce byla vymodelována ve výpočetním programu SCIA Engineer 2016. Prefabrikované nosníky jsou zadány jako prutové prvky s danou excentricitou vůči monolitické desce, která je v modelu zadána jako plošný prvek. Dále model obsahuje monolitické příčnice, které jsou taktéž zadány jako prutové prvky s příslušnou excentricitou. Vzhledem k rozsahu práce není ve statickém výpočtu řešeno založení stavby. Podpory nosné konstrukce v místech ložisek jsou tedy zadány jako pevné nebo posuvné klouby.

Vzhledem k charakteru konstrukce bylo nutné vytvořit také model samostatného nosníku, který představuje etapy výstavby mostu před zmonolitněním. Výpočet je tedy rozdělen do několika etap výstavby podle časů vnesení jednotlivých zatížení. Vzhledem k postupné výstavbě mostu, je tak nutno pro různé etapy a různá zatížení pracovat s rozdílnými materiálovými a průřezovými charakteristikami (viz kapitola 2.1. až 2.6.).

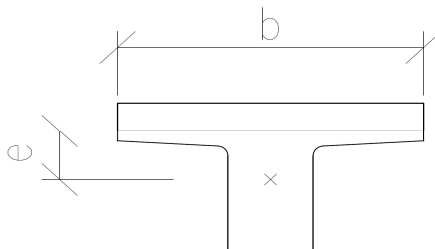
**Přehled časů a etap výstavby**

$t_{glob}$ [dny]	Etapa	Poznámka	Průřez
7	$g_{0,N} + P1$	Vnesení předpětí do nosníků	Nosník
56	$g_{0,D}$	Betonáž desky	Nosník
60	P2	Vnesení předpětí do desky	Spřažený nosník + deska
84	$(g-g_0)$	Ostatní stálé zatížení	Spřažený nosník + deska
168	UP	Uvedení do provozu	Spřažený nosník + deska
36500	KŽ	Konec životnosti	Spřažený nosník + deska

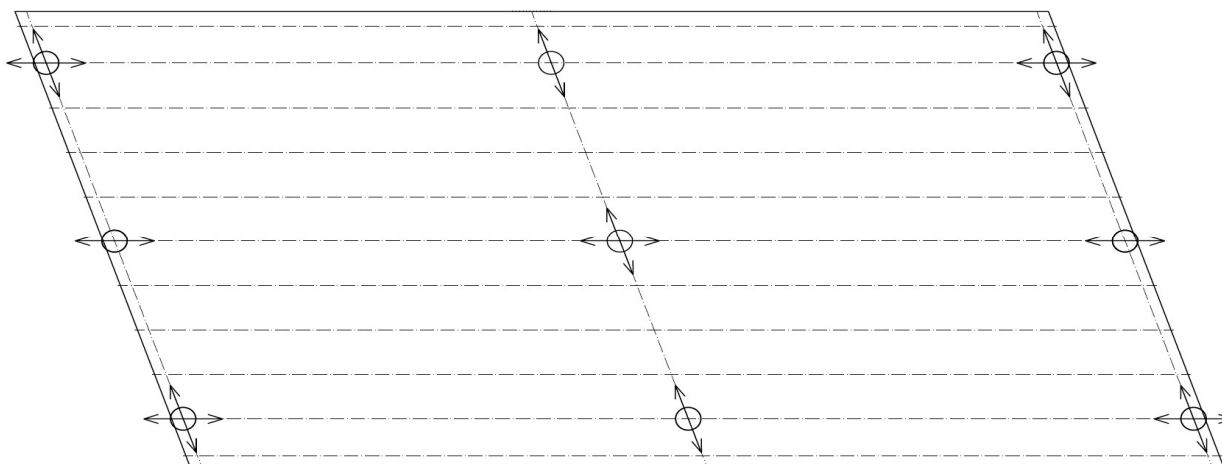
Výsledkem z výpočetního programu jsou vnitřní síly na nosnících, které jsou dále pro různé kombinace přepočítány na napětí po výšce průřezu. Jako nejvíce zatížený nosník z modelu vyšel vnitřní nosník a dimenzování včetně posouzení je tak provedeno právě na tomto nosníku. Veškeré výpočty s výjimkou vnitřních sil jsou dále počítány ručně v Microsoft Excel.

Vzhledem ke zvolenému výpočetnímu modelu popsanému v úvodu nebylo možné získat celkové ohybové momenty na nosnících přímo z výsledků. Celkový ohybový moment  $M_T$  se skládá z ohybového momentu na nosníku získaného přímo z výpočetního programu, ohybového momentu izotropní desky vynásobeného zatěžovací šířkou nosníku a ohybového momentu od normálového namáhání mezi nosníkem a deskou. Celkové ohybové momenty po délce nosníku viz kapitola 4.

$$M_T = M_p + b \cdot m_D + N \cdot e$$



**Schéma výpočetního modelu**



## 2. Konstrukce

### 2.1. Schéma nosné konstrukce

#### 2.1.1. Běžný nosník se spráženou deskou

$A_N$	Plocha nosníku
$A_D$	Plocha desky
$Z_{T,N}$	Poloha těžiště nosníku od spodních vláken průřezu
$Z_{T,D}$	Poloha těžiště desky od spodních vláken průřezu
$I_{0,N}$	Moment setrvačnosti nosníku
$I_{0,D}$	Moment setrvačnosti desky

$$A_N = 0,7315 \text{ m}^2$$

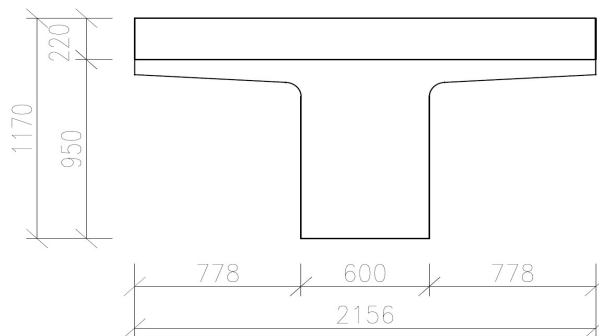
$$A_D = 0,4742 \text{ m}^2$$

$$Z_{T,N} = 0,5690 \text{ m}$$

$$Z_{T,D} = 1,0600 \text{ m}$$

$$I_{0,N} = 0,0656 \text{ m}^4$$

$$I_{0,D} = 0,0019 \text{ m}^4$$



### 2.2. Materiály

Konstrukce je vyrobena z prefabrikovaných betonových nosníků T-93 a monolitické desky a příčníků. Monolitické a prefabrikované části konstrukce mají rozdílné materiálové charakteristiky. Je tedy nutno každou tuto část popsat zvlášť a dále se zabývat změnami těchto charakteristik v čase (viz kapitola 2.3. až 2.6.). Ve výpočtu se vychází ze základních materiálových charakteristik betonu ve stáří 28 dní.

$f_{cm}$	Průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ck}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$E_{cm}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$E_c$	Tečnový modul pružnosti betonu
$f_{ctm}$	Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu

#### Prefabrikovaný nosník T-93 C45/55

$$f_{cm} = 53,000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 45,000 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 36,000 \text{ GPa}$$

$$E_c = 37,800 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} = 3,800 \text{ MPa}$$

#### Monolitické části C35/45

$$f_{cm} = 43,000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 35,000 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 33,500 \text{ GPa}$$

$$E_c = 35,175 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} = 3,200 \text{ MPa}$$

### 2.3. Krátkodobé průřezové charakteristiky

#### 2.3.1. Krátkodobé průřezové charakteristiky v jednotlivých časech

$f_{cm}$	Průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ck}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$E_{cm}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$E_c$	Tečnový modul pružnosti betonu
$A_{i,části}$	Ideální plocha dílčí části průřezu
$Z_{T,i,části}$	Ideální výška těžiště dílčí části průřezu nad spodními vlákny
$e_i$	Vzdálenost těžiště dílčí části průřezu od těžiště ideálního průřezu
$I_{i,části}$	Ideální moment setrvačnosti dílčí části průřezu
$A_i \cdot e_i^2$	Steinerův doplněk dílčí části průřezu

Použité vzorce:

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[ 1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right] \right\}$$

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm}$$

$$f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 \quad E_{cm}(t) = \left( \frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}} \right)^{0,3} \cdot E_{cm}$$

$$f_{ctm}(t) = \beta_{cc}(t)^\alpha \cdot f_{ctm} \quad E_c(t) = E_{cm}(t) \cdot 1,05$$

$$\alpha_e = \frac{E_{c,D}(t)}{E_{c,N}(t)}$$

$$A_{i,\text{části}} = \alpha_e \cdot A$$

$$z_{T,i,\text{části}} = \alpha_e \cdot z_T$$

$$e_i = z_{T,i} - z_T$$

$$I_{i,\text{části}} = \alpha_e \cdot I_0$$

s	
0,20	Rychle tvrdnoucí cement
0,25	Normálně tvrdnoucí cement
0,38	Pomalou tvrdnoucí cement

#### Nosník

t <sub>glob</sub> [dny]	t <sub>lok</sub> [dny]	s	β <sub>cc</sub> (t)	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> (t) [MPa]	f <sub>ck</sub> (t) [MPa]	α	f <sub>ctm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> (t) [MPa]	E <sub>cm</sub> [GPa]	E <sub>cm</sub> (t) [GPa]	E <sub>c</sub> (t) [GPa]
7	7	0,20	0,81873	53	43,393	35,393	1	3,8	3,111	36	33,904	35,599
56	56	0,20	1,00000	53	53,000	45,000	0,667	3,8	3,800	36	36,000	37,800
60	60	0,20	1,00000	53	53,000	45,000	0,667	3,8	3,800	36	36,000	37,800
84	84	0,20	1,00000	53	53,000	45,000	0,667	3,8	3,800	36	36,000	37,800
168	168	0,20	1,00000	53	53,000	45,000	0,667	3,8	3,800	36	36,000	37,800
36500	36500	0,20	1,00000	53	53,000	45,000	0,667	3,8	3,800	36	36,000	37,800

#### Deska

t <sub>glob</sub> [dny]	t <sub>lok</sub> [dny]	s	β <sub>cc</sub> (t)	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> (t) [MPa]	f <sub>ck</sub> (t) [MPa]	α	f <sub>ctm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> (t) [MPa]	E <sub>cm</sub> [GPa]	E <sub>cm</sub> (t) [GPa]	E <sub>c</sub> (t) [GPa]
60	4	0,20	0,71953	43	30,940	22,940	1	3,2	2,303	33,5	30,350	31,868
84	28	0,20	1,00000	43	43,000	35,000	0,667	3,2	3,200	33,5	33,500	35,175
168	112	0,20	1,00000	43	43,000	35,000	0,667	3,2	3,200	33,5	33,500	35,175
36500	36444	0,20	1,00000	43	43,000	35,000	0,667	3,2	3,200	33,5	33,500	35,175

#### Nosník

α <sub>e</sub>	A [m <sup>2</sup> ]	A <sub>i,části</sub> [m <sup>2</sup> ]	z <sub>T</sub> [m]	z <sub>T,i,části</sub> [m]	e <sub>i</sub> [m]	I <sub>0</sub> [m <sup>4</sup> ]	I <sub>i,části</sub> [m <sup>4</sup> ]	A <sub>i</sub> · e <sub>i</sub> <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]
1	0,7315	0,7315	0,569	0,569	0,0000	0,0656	0,0656	0,0000
1	0,7315	0,7315	0,569	0,569	0,0000	0,0656	0,0656	0,0000
1	0,7315	0,7315	0,569	0,569	-0,1735	0,0656	0,0656	0,0220
1	0,7315	0,7315	0,569	0,569	-0,1847	0,0656	0,0656	0,0250
1	0,7315	0,7315	0,569	0,569	-0,1847	0,0656	0,0656	0,0250
1	0,7315	0,7315	0,569	0,569	-0,1847	0,0656	0,0656	0,0250

#### Deska

α <sub>e</sub>	A [m <sup>2</sup> ]	A <sub>i,části</sub> [m <sup>2</sup> ]	z <sub>T</sub> [m]	z <sub>T,i,části</sub> [m]	e <sub>i</sub> [m]	I <sub>0</sub> [m <sup>4</sup> ]	I <sub>i,části</sub> [m <sup>4</sup> ]	A <sub>i</sub> · e <sub>i</sub> <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]
0,84306	0,4742	0,3998	1,060	0,894	0,3175	0,0019	0,0016	0,0403
0,93056	0,4742	0,4413	1,060	0,986	0,3063	0,0019	0,0018	0,0414
0,93056	0,4742	0,4413	1,060	0,986	0,3063	0,0019	0,0018	0,0414
0,93056	0,4742	0,4413	1,060	0,986	0,3063	0,0019	0,0018	0,0414

### 2.3.2 Krátkodobé ideální průřezové charakteristiky v jednotlivých časech

1,170	Celková výška průřezu [m]
-------	---------------------------

t <sub>glob</sub> [dny]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	z <sub>T,i</sub> [m]	I <sub>i</sub> [m <sup>4</sup> ]	W <sub>i</sub> <sup>d</sup> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>i</sub> <sup>h</sup> [m <sup>3</sup> ]	E <sub>c</sub> (t) <sub>eff</sub> [GPa]
7	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,10919	35,599
56	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,10919	37,800
60	1,1313	0,7425	0,12955	0,17448	0,30306	35,881
84	1,1728	0,7537	0,13376	0,17745	0,32133	36,953
168	1,1728	0,7537	0,13376	0,17745	0,32133	36,953
36500	1,1728	0,7537	0,13376	0,17745	0,32133	36,953

- $A_i$  Plocha ideálního průřezu  
 $z_{T,i}$  Výška těžiště ideálního průřezu nad spodními vlákny  
 $I_i$  Moment setrvačnosti ideálního průřezu  
 $W_i^d$  Průřezový modul ideálního průřezu - dolní vlákna  
 $W_i^h$  Průřezový modul ideálního průřezu - horní vlákna  
 $E_{c,eff}$  Efektivní modul pružnosti betonu ideálního průřezu (vypočteno jako vážený průměr z  $E_c$  nosníku a  $E_c$  desky s vahami dle momentů setrvačnosti jednotlivých částí průřezu).

Použité vzorce:

$$A_i = A_{i,D} + A_{i,N}$$

$$z_{T,i} = \frac{A_{i,N} \cdot z_{T,i,N} + A_{i,D} \cdot z_{T,i,D}}{A_i}$$

$$I_i = I_{i,D} + I_{i,N} + A_{i,D} \cdot e_{i,D}^2 + A_{i,N} \cdot e_{i,N}^2$$

$$W_i^d = \frac{I_i}{z_{T,i}} \quad W_i^h = \frac{I_i}{1,17 - z_{T,i}}$$

$$E_c(t)_{eff} = \frac{E_c(t)_N(I_{i,N} + A_{i,N} \cdot e_{i,N}^2) + E_c(t)_D(I_{i,D} + A_{i,D} \cdot e_{i,D}^2)}{I_i}$$

## 2.4. Smršťování betonu podle EN 1992-1-1

### 2.4.1. Autogenní smršťování betonu

Nosník - Autogenní smršťování, beton C45/55

$t_{glob}$ [dny]	$t_{lok}$ [dny]	$\varepsilon_{ca}(\infty)$		$\beta_{as}(t)$	$\varepsilon_{ca}(t)$
		[MPa]			
7	7	45,0	8,8E-05	0,411	0,00004
56	56	45,0	8,8E-05	0,776	0,00007
60	60	45,0	8,8E-05	0,788	0,00007
84	84	45,0	8,8E-05	0,840	0,00007
168	168	45,0	8,8E-05	0,925	0,00008
36500	36500	45,0	8,8E-05	1,000	0,00009

Deska - Autogenní smršťování, beton C35/45

$t_{glob}$ [dny]	$t_{lok}$ [dny]	$\varepsilon_{ca}(\infty)$		$\beta_{as}(t)$	$\varepsilon_{ca}(t)$
		[MPa]			
60	4	35,0	6,3E-05	0,330	0,00002
84	28	35,0	6,3E-05	0,653	0,00004
168	112	35,0	6,3E-05	0,880	0,00005
36500	36444	35,0	6,3E-05	1,000	0,00006

Použité vzorce:

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 \cdot t^{0,5})$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$$

### 2.4.2. Smršťování betonu vysycháním

$\alpha_{ds1}$	$\alpha_{ds2}$	
3,00	0,13	pro cement třídy S
4,00	0,12	pro cement třídy N
6,00	0,11	pro cement třídy R

RH	RH <sub>0</sub>
[%]	[%]
70,00	100,00

Nosník - Smršťování z vysychání, rychle tvrdnoucí vysokopevnostní cement, beton C45/55

$t_{glob}$ [dny]	$t_{lok}$ [dny]	$t_s$ [dny]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{cm0}$ [MPa]	$\alpha_{ds1}$	$\alpha_{ds2}$	$\beta_{RH}$	$\varepsilon_{cd,0}$	$h_0$ [mm]	$k_h$	$\beta_{ds}(t, t_s)$	$\varepsilon_{cd}(t)$
7	7	4,0	53,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00043	244	0,81	0,019	0,00001
56	56	4,0	53,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00043	244	0,81	0,254	0,00009
60	60	4,0	53,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00043	244	0,81	0,269	0,00009
84	84	4,0	53,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00043	244	0,81	0,344	0,00012
168	168	4,0	53,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00043	244	0,81	0,518	0,00018
36500	36500	4,0	53,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00043	244	0,81	0,996	0,00034

### Deska - Smršťování z vysychání, rychle tvrdnoucí vysokopevnostní cement, beton C35/45

$t_{glob}$ [dny]	$t_{lok}$ [dny]	$t_s$ [dny]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{cm0}$ [MPa]	$\alpha_{ds1}$	$\alpha_{ds2}$	$\beta_{RH}$	$\varepsilon_{cd,0}$	$h_0$ [mm]	$k_h$	$\beta_{ds}(t, t_s)$	$\varepsilon_{cd}(t)$
60	4	4,0	43,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00047	220	0,83	0,000	0,00000
84	28	4,0	43,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00047	220	0,83	0,155	0,00006
168	112	4,0	43,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00047	220	0,83	0,453	0,00018
36500	36444	4,0	43,00	10,00	6,00	0,11	1,018	0,00047	220	0,83	0,996	0,00039

$t_s$  Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním

$RH$  Relativní vlhkost okolního prostředí

$h_0$  Náhradní rozměr průřezu  $h_0=2*Ac/u$ , kde  $Ac$  je průřezová plocha betonu a  $u$  je obvod části průřezu vystavenému vysychání

### 2.4.3. Celkové smršťování betonu

#### Nosník - Smršťování podle EN1992-1-1, vše

$t_{glob}$ [dny]	$t_{lok}$ [dny]	$\varepsilon_{ca}(t)$	$\varepsilon_{cd}(t)$	$\varepsilon_{cs}(t)$
0	0	0	0	0
7	7	0,00004	0,00001	0,00004
56	56	0,00007	0,00009	0,00016
60	60	0,00007	0,00009	0,00016
84	84	0,00007	0,00012	0,00019
168	168	0,00008	0,00018	0,00026
36500	36500	0,00009	0,00034	0,00043

#### Deska - Smršťování podle EN1992-1-1, vše

$t_{glob}$ [dny]	$t_{lok}$ [dny]	$\varepsilon_{ca}(t)$	$\varepsilon_{cd}(t)$	$\varepsilon_{cs}(t)$
56	0	0,00000	0,00000	0,00000
60	4	0,00002	0,00000	0,00002
84	28	0,00004	0,00006	0,00010
168	112	0,00005	0,00018	0,00023
36500	36444	0,00006	0,00039	0,00046

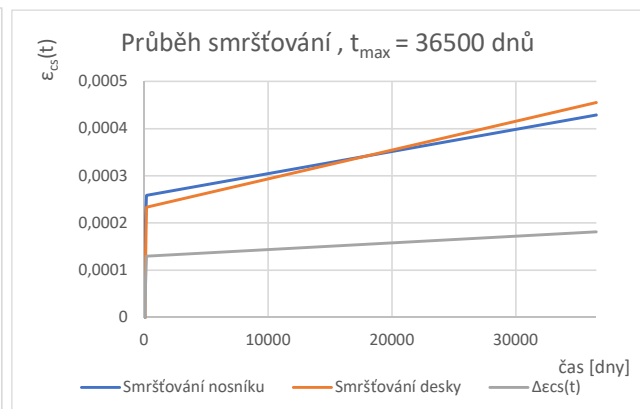
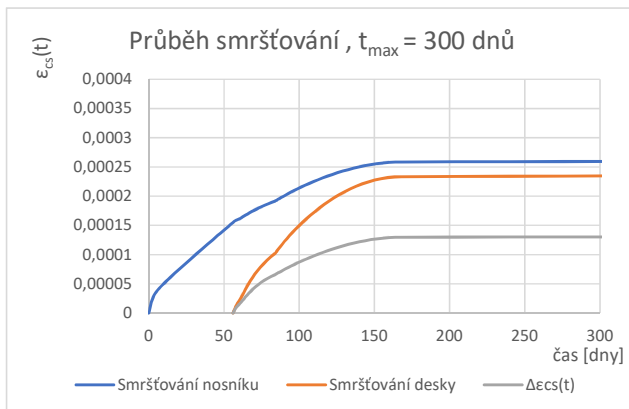
$\varepsilon_{ca}(t)$  Poměrné autogenní smršťování

$\varepsilon_{cd}(t)$  Poměrné smršťování vysycháním

$\varepsilon_{cs}(t)$  Celkové poměrné smršťování

Použité vzorce:

$$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{cd}(t)$$



## 2.5. Dotvarování podle EN 1992-1-1

### 2.5.1. Výpočet jednotlivých součinitelů dotvarování pro nosník a desku

Pozn. tabulky s výpočtem všech součinitelů viz další strana

$\phi(t, t_0)$  Součinitel dotvarování

$RH$  Relativní vlhkost okolního prostředí

$h_0$  Náhradní rozměr průřezu  $h_0=2*Ac/u$ , kde  $Ac$  je průřezová plocha betonu a  $u$  je obvod části průřezu vystavenému vysychání

$\phi_0$  Základní součinitel dotvarování

$f_{cm}$  Průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku

$t_0$  Stáří betonu ve dnech okamžiku vnesení zatížení



Použité vzorce:

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}}$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{(0,1 + t_0^{0,2})}$$

$$\phi_0 = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

$$\beta_c(t - t_0) = \left[ \frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0,3}$$

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0)$$

Vliv druhu cementu:

$\alpha$	=	-1	pro cement třídy S
$\alpha$	=	0	pro cement třídy N
$\alpha$	=	1	pro cement třídy R

## 2.5.2. Přehled součinitelů dotvarování a výpočet $E_c(t)$

$\chi = 0,8$

$t_{glob}$ [dny]	$t_{0,T}$ (20°C)	$\phi_N(t, t_0)$	$\phi_D(t, t_0)$	$E_{cm,N}(t)$ [GPa]	$E_{c,N}(t)$ [GPa]	$E_{cm,D}(t)$ [GPa]	$E_{c,D}(t)$ [GPa]	poznámka
56	7	0,743	-	36,000	23,702	-	-	$\xi_{0,N}$
60	7	0,762	-	36,000	23,487	30,350	-	$\xi_{0,N}$
	56	0,068	-	36,000	35,837	30,350	-	$\xi_{0,D}$
84	4	0,911	-	36,000	21,863	33,500	-	Smršťování nosníku
	7	0,851	-	36,000	22,490	33,500	-	$\xi_{0,N}$
	56	0,462	-	36,000	27,594	33,500	-	$\xi_{0,D}$
	60	0,434	0,761	36,000	28,065	33,500	21,860	P2 + smršťování desky
168	4	1,101	-	36,000	20,096	33,500	-	Smršťování nosníku
	7	1,035	-	36,000	20,676	33,500	-	$\xi_{0,N}$
	56	0,698	-	36,000	24,255	33,500	-	$\xi_{0,D}$
	60	0,683	1,214	36,000	24,443	33,500	17,846	P2 + smršťování desky
	84	0,601	0,889	36,000	25,525	33,500	20,551	(g-g <sub>0</sub> )
36500	4	1,741	-	36,000	15,797	33,500	-	Smršťování nosníku
	7	1,645	-	36,000	16,323	33,500	-	$\xi_{0,N}$
	56	1,213	-	36,000	19,181	33,500	-	$\xi_{0,D}$
	60	1,199	2,121	36,000	19,297	33,500	13,042	P2 + smršťování desky
	84	1,128	1,662	36,000	19,869	33,500	15,098	(g-g <sub>0</sub> )
	168	0,992	1,303	36,000	21,079	33,500	17,219	Čas uvedení do provozu

$\chi$  Součinitel stárnutí betonu

$\phi(t, t_0)$  Součinitel dotvarování

$E_{cm}$  Sečnový modul pružnosti betonu

$E_c$  Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování betonu

Použité vzorce:

$$E_c = 1,05 \cdot \frac{E_{cm}}{1 + \chi \cdot \phi(t, t_0)}$$

**Tabulky s výpočtem všech součinitelů pro nosník a desku**

$t_0 = 4,00$

**Nosník - C45/55**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t,t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
84	84	4,00	1,00	8,95	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,606	1,749	631,867	585,027	585,027	0,521	0,911
168	168	4,00	1,00	8,95	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,606	1,749	631,867	585,027	585,027	0,629	1,101
36500	36500	4,00	1,00	8,95	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,606	1,749	631,867	585,027	585,027	0,995	1,741

$t_0 = 7,00$

**Nosník - C45/55**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t,t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
56	56	7,00	1,00	12,11	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,572	1,653	631,867	585,027	585,027	0,450	0,743
60	60	7,00	1,00	12,11	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,572	1,653	631,867	585,027	585,027	0,461	0,762
84	84	7,00	1,00	12,11	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,572	1,653	631,867	585,027	585,027	0,515	0,851
168	168	7,00	1,00	12,11	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,572	1,653	631,867	585,027	585,027	0,626	1,035
36500	36500	7,00	1,00	12,11	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,572	1,653	631,867	585,027	585,027	0,995	1,645

$t_0 = 56,00$

**Nosník - C45/55**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t,t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
60	60	56,00	1,00	59,96	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,422	1,219	631,867	585,027	585,027	0,056	0,068
84	84	56,00	1,00	59,96	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,422	1,219	631,867	585,027	585,027	0,379	0,462
168	168	56,00	1,00	59,96	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,422	1,219	631,867	585,027	585,027	0,573	0,698
36500	36500	56,00	1,00	59,96	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,422	1,219	631,867	585,027	585,027	0,995	1,213

$t_0 = 60,00$

**Nosník - C45/55**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t,t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
84	84	60,00	1,00	63,91	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,417	1,204	631,867	585,027	585,027	0,360	0,434
168	168	60,00	1,00	63,91	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,417	1,204	631,867	585,027	585,027	0,567	0,683
36500	36500	60,00	1,00	63,91	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,417	1,204	631,867	585,027	585,027	0,995	1,199

$$t_0 = 84,00$$

**Nosník - C45/55**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t, t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
168	168	84,00	1,00	87,67	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,393	1,133	631,867	585,027	585,027	0,530	0,601
36500	36500	84,00	1,00	87,67	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,393	1,133	631,867	585,027	585,027	0,995	1,128

$$t_0 = 168,00$$

**Nosník - C45/55**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t, t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
36500	36500	168,00	1,00	171,22	53,00	70,00	244	0,748	0,920	0,813	1,251	2,308	0,345	0,996	631,867	585,027	585,027	0,995	0,992

$$t_{0, glob} = 60,00$$

$$t_{0, lok} = 4,00$$

**Deska - C35/45**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t, t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
84	28	4,00	1,00	8,95	43,00	70,00	220	0,866	0,960	0,902	1,373	2,562	0,606	2,131	594,307	569,855	569,855	0,357	0,761
168	112	4,00	1,00	8,95	43,00	70,00	220	0,866	0,960	0,902	1,373	2,562	0,606	2,131	594,307	569,855	569,855	0,570	1,214
36500	36444	4,00	1,00	8,95	43,00	70,00	220	0,866	0,960	0,902	1,373	2,562	0,606	2,131	594,307	569,855	569,855	0,995	2,121

$$t_{0, glob} = 84,00$$

$$t_{0, lok} = 28,00$$

**Deska - C35/45**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t, t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
168	112	28,00	1,00	32,46	43,00	70,00	220	0,866	0,960	0,902	1,373	2,562	0,475	1,670	594,307	569,855	569,855	0,533	0,889
36500	36444	28,00	1,00	32,46	43,00	70,00	220	0,866	0,960	0,902	1,373	2,562	0,475	1,670	594,307	569,855	569,855	0,995	1,662

$$t_{0, glob} = 168,00$$

$$t_{0, lok} = 112,00$$

**Deska - C35/45**

$t_{glob}$	$t_{lok}$	$t_{0,T}$	$\alpha$	$t_0$	$f_{cm}$	$RH$	$h_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\phi_{RH}$	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	$\phi_0$	$\beta_H$ pro $f_{cm} \leq 35 \text{MPa}$	$\beta_H$ pro $f_{cm} > 35 \text{MPa}$	$\beta_H$	$\beta_c(t-t_0)$	$\phi(t, t_0)$
[dny]	[dny]	(20°C)			[MPa]	[%]	[mm]												
36500	36444	112,00	1,00	115,48	43,00	70,00	220	0,866	0,960	0,902	1,373	2,562	0,372	1,310	594,307	569,855	569,855	0,995	1,303

## 2.6. Přehled kompletních průřezových charakteristik včetně vlivu dotvarování betonu

### Ideální průřezové charakteristiky v jednotlivých časech

$t_{glob}$ [dny]	Etapa	Zatížení	$t_{0,glob}$ [dny]	Průřez	$A_{N,i}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{D,i}$ [m <sup>2</sup> ]	$e_N$ [m]	$e_D$ [m]	$e_N^2 + A_{D,i}$ [m <sup>4</sup> ]	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$Z_{T,i}$ [m]	$I_{i}$ [m <sup>4</sup> ]	$W_i^d$ [m <sup>3</sup> ]	$W_i^h$ [m <sup>3</sup> ]	$Ec(t)_N$ [GPa]	$Ec(t)_D$ [GPa]	$Ec(t)_{eff}$ [GPa]	$\alpha_{e,D}$	$\phi(t)_N$	$\phi(t)_D$	$\phi(t)_{eff}$
7	$g_{0,N} + P1$	$g_{0,N} + P1$	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	35,599	-	35,599	-	-	-	-
		Staveništní	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	35,599	-	35,599	-	-	-	-
56	$g_{0,D}$	$g_{0,N} + P1$	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		$g_{0,D}$	56	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		Staveništní	56	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
60	P2	$g_{0,N} + P1$	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		$g_{0,D}$	56	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		P2	60	Spřažený - krátkodobý	0,7315	0,3998	-0,1735	0,3175	0,0623	1,1313	0,7425	0,12955	0,17448	0,30306	37,800	31,868	35,881	0,84306	-	-	-
		Staveništní + $\Delta T$	60	Spřažený - krátkodobý	0,7315	0,3998	-0,1735	0,3175	0,0623	1,1313	0,7425	0,12955	0,17448	0,30306	37,800	31,868	35,881	0,84306	-	-	-
84	(g-g <sub>0</sub> )	$g_{0,N} + P1$	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		$g_{0,D}$	56	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		P2 + ztráty P1	60	Spřažený	0,7315	0,3694	-0,1647	0,3263	0,0592	1,1009	0,7337	0,12628	0,17210	0,28946	28,065	21,860	26,060	0,77890	0,43360	0,76139	0,53952
		Smršťování	60	Spřažený	0,7315	0,4741	-0,1931	0,2979	0,0694	1,2056	0,7621	0,13689	0,17962	0,33559	21,863	21,860	21,862	0,99987	0,91122	0,76139	0,86307
		(g-g <sub>0</sub> ) + $\Delta T + \Delta s$	84	Spřažený - krátkodobý	0,7315	0,4413	-0,1847	0,3063	0,0664	1,1728	0,7537	0,13376	0,17745	0,32133	37,800	35,175	36,953	0,93056	-	-	-
168	UP	$g_{0,N} + P1$	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		$g_{0,D}$	56	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		P2 + ztráty P1	60	Spřažený	0,7315	0,3462	-0,1577	0,3333	0,0567	1,0777	0,7267	0,12367	0,17017	0,27900	24,443	17,846	22,317	0,73010	0,68310	1,21384	0,85411
		Smršťování	60	Spřažený	0,7315	0,4211	-0,1794	0,3116	0,0644	1,1526	0,7484	0,13175	0,17604	0,31249	20,096	17,846	19,369	0,88801	1,10120	1,21384	1,13761
		(g-g <sub>0</sub> ) + $\Delta s$	84	Spřažený	0,7315	0,3818	-0,1684	0,3226	0,0605	1,1133	0,7374	0,12764	0,17310	0,29504	25,525	20,551	23,917	0,80512	0,60109	0,88949	0,69436
		Doprava + $\Delta T$	168	Spřažený - krátkodobý	0,7315	0,4413	-0,1847	0,3063	0,0664	1,1728	0,7537	0,13376	0,17745	0,32133	37,800	35,175	36,953	0,93056	-	-	-
36500	KŽ	$g_{0,N} + P1$	7	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		$g_{0,D}$	56	Nosník	0,7315	-	-	-	-	0,7315	0,5690	0,06562	0,11533	0,17223	37,800	-	37,800	-	-	-	-
		P2 + ztráty P1	60	Spřažený	0,7315	0,3205	-0,1496	0,3414	0,0537	1,0520	0,7186	0,12064	0,16789	0,26725	19,297	13,042	17,293	0,67586	1,19859	2,12132	1,49422
		Smršťování	60	Spřažený	0,7315	0,3915	-0,1712	0,3198	0,0615	1,1230	0,7402	0,12868	0,17385	0,29938	15,797	13,042	14,906	0,82560	1,74107	2,12132	1,86408
		(g-g <sub>0</sub> ) + $\Delta s$	84	Spřažený	0,7315	0,3603	-0,1620	0,3290	0,0582	1,0918	0,7310	0,12527	0,17136	0,28539	19,869	15,098	18,329	0,75986	1,12804	1,66223	1,30051
Doprava + $\Delta T$	36500	Spřažený - krátkodobý	0,7315	0,4413	-0,1847	0,3063	0,0664	1,1728	0,7537	0,13376	0,17745	0,32133	37,800	35,175	36,953	0,93056	-	-	-		

## 2.7. Návrh předpětí P1

### 2.7.1. Předpínací výztuž

Průměr lana:	$\phi =$	15,7	mm
Průřezová plocha lana:	$A_{p1} =$	150,0	mm <sup>2</sup>
Počet lan v kabelu:	$n_s =$	7	ks
Počet kabelů:	$n_t =$	3	ks
Průřezová plocha kabelu:	$A_{t1} =$	1050,0	mm <sup>2</sup>
Celková průřezová plocha všech kabelů:	$A_t =$	3150,0	mm <sup>2</sup>
Charakteristická pevnost předpínací výztuže:	$f_{pk} =$	1860,0	MPa
Smluvní mez:	$f_{p0,1k} =$	0,88	1860,0 = 1636,8 MPa

Maximální napětí v předpínací výztuži:

$$\begin{aligned} \sigma_{Pmax} &= \min \{ 0,8 \cdot f_{pk} ; 0,9 \cdot f_{p0,1k} \} = \\ &= \min \{ 0,8 \cdot 1860,0 ; 0,9 \cdot 1636,8 \} = \\ &= \min \{ 1488,0 ; 1473,1 \} = 1473,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Maximální síla působící v předpínací výztuži:

$$P_{max} = A_t \cdot \sigma_{Pmax} = 0,00315 \cdot 1473,1 = 4,640 \text{ MN}$$

### 2.7.2. Uspořádání kabelů

Rozpětí:  $L = 22,0$  m Krytí:  $c = 90$  mm

Délky tečnového polygonu:  $l_1 = 5,5$  m  $l_2 = 11,0$  m  $l_3 = 5,5$  m  
 Excentricity:  $e_1 = 0,4340$  m  
 Osová vzdálenost kabelu od spodních/horních vláken:  $c_1 = 135$  mm

Pozn. Pro zjednodušení je ve výpočtu uvažován pouze lomený kabel

Lokální síly v bodech lomu kabelu:

$$F_0 = \frac{4,640 \cdot 0,4}{5,5} = 0,366 \text{ MN}$$

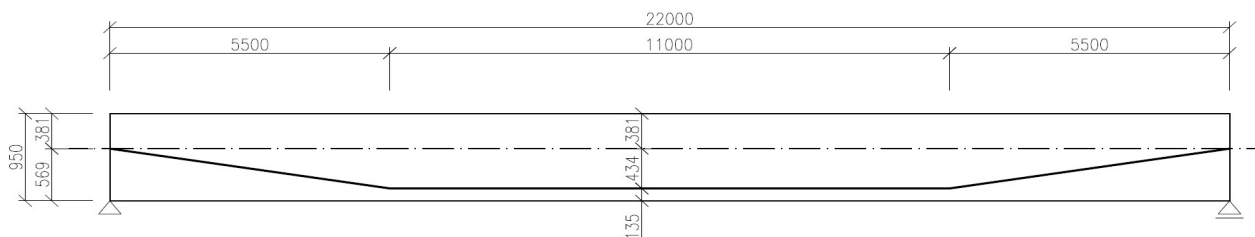
$$F_1 = \frac{4,640 \cdot 0,4}{5,5} = 0,366 \text{ MN}$$

$$F_2 = \frac{4,640 \cdot 0,4 + 0,0}{5,5} = 0,366 \text{ MN}$$

$$F_3 = \frac{4,640 \cdot 0,4 + 0,0}{5,5} = 0,366 \text{ MN}$$

$$R_0 = 0,0000 \text{ MN}$$

### 2.7.3. Schéma uspořádání kabelů



## 2.8. Návrh předpětí P2

### 2.8.1. Předpínací výztuž

Průměr lana:	$\phi =$	15,7	mm
Průřezová plocha lana:	$A_{p1} =$	150,0	mm <sup>2</sup>
Počet lan v kabelu:	$n_s =$	8	ks
Počet kabelů:	$n_t =$	2	ks
Průřezová plocha kabelu:	$A_{t1} =$	1200,0	mm <sup>2</sup>
Celková průřezová plocha všech kabelů:	$A_t =$	2400,0	mm <sup>2</sup>
Charakteristická pevnost předpínací výztuže:	$f_{pk} =$	1860,0	MPa
Smluvní mez:	$f_{p0,1k} =$	0,88	1860,0
			= 1636,8 MPa

Maximální napětí v předpínací výztuži:

$$\begin{aligned} \sigma_{Pmax} &= \min \{ 0,8 \cdot f_{pk} ; 0,9 \cdot f_{p0,1k} \} = \\ &= \min \{ 0,8 \cdot 1860,0 ; 0,9 \cdot 1636,8 \} = \\ &= \min \{ 1488,0 ; 1473,1 \} = 1473,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Maximální síla působící v předpínací výztuži:

$$P_{max} = A_t \cdot \sigma_{Pmax} = 0,00240 \cdot 1473,1 = 3,535 \text{ MN}$$

### 2.8.2. Uspořádání kabelů

Rozpětí:	$L_1 =$	22,0	m	Krytí:	$c =$	90	mm
	$L_2 =$	22,0	m				

Délky tečnového polygonu:

$l_1 =$	5,0	m
$l_2 =$	7,6	m
$l_3 =$	8,9	m
$l_4 =$	0,5	m
$l_5 =$	0,5	m
$l_6 =$	8,9	m
$l_7 =$	7,6	m
$l_8 =$	5,0	m

Excentricity:

$e_1 =$	0,3825	m
$e_2 =$	0,2925	m
$e_3 =$	0,3825	m

Osová vzdálenost kabelu od spodních/horních vláken:

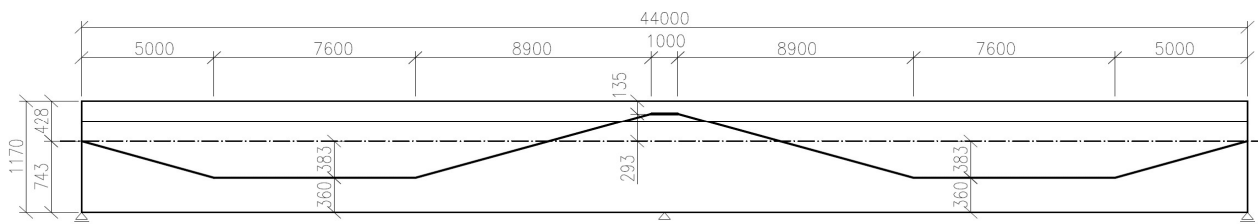
$c_1 =$	360	mm
$c_2 =$	135	mm
$c_3 =$	360	mm

Pozn. Pro zjednodušení je ve výpočtu uvažován pouze lomený kabel

Lokální síly v bodech lomu kabelu:

$$\begin{aligned} F_0 &= 3,535 \cdot \frac{0,4}{5,0} = 0,270 \text{ MN} \\ F_1 &= 3,535 \cdot \frac{0,4}{5,0} = 0,270 \text{ MN} \\ F_2 &= 3,535 \cdot \frac{0,4 + 0,3}{8,9} = 0,268 \text{ MN} \\ F_3 &= 3,535 \cdot \frac{0,4 + 0,3}{8,9} = 0,268 \text{ MN} \\ F_4 &= 3,535 \cdot \frac{0,3 + 0,4}{8,9} = 0,268 \text{ MN} \\ F_5 &= 3,535 \cdot \frac{0,3 + 0,4}{8,9} = 0,268 \text{ MN} \\ F_6 &= 3,535 \cdot \frac{0,4}{5,0} = 0,270 \text{ MN} \\ F_7 &= 3,535 \cdot \frac{0,4}{5,0} = 0,270 \text{ MN} \end{aligned}$$

### 2.8.3. Schéma uspořádání kabelů



### 3. Zatížení

Ve výpočtovém programu SCIA Engineer 16.0 byly vytvořeny dva výpočetní modely. Prvním modelem je model prostého nosníku znázorňující dobu před vybetonováním monolitických částí konstrukce a druhým modelem je model roštu, který působí jako spojitý nosník o dvou polích. Na modelu prostého nosníku bylo uvažováno zatížení vlastní tíhou prefabrikovaných nosníků, vlastní tíha monolitických částí a staveništní zatížení. Veškeré další zatížení už je uvažováno pouze na model roštu. Všechna zatížení byla zadávána v charakteristických hodnotách.

#### 3.1. Zatížení stálé

##### 3.1.1. Vlastní tíha nosné konstrukce $g_0$

Jak již bylo řečeno v úvodu, zatížení od vlastní tíhy nosné konstrukce je rozděleno na zatížení od prefabrikovaných nosníků ( $g_{0, \text{nosník}}$ ) a zatížení od monolitických částí konstrukce ( $g_{0, \text{deska, příčnick}}$ ). Zatížení od nosníků je uvažováno jako liniové zatížení a zatížení od monolitických částí jako zatížení plošné.

Běžný prefabrikovaný nosník v poli	25*0,733=	18,325 kN/m
Krajní prefabrikovaný nosník	25*0,654=	16,350 kN/m
Monolitická deska	25*0,220=	5,500 kN/m <sup>2</sup>
Monolitický příčnick	25*1,150=	28,750 kN/m <sup>2</sup>

##### 3.1.2. Staveništní zatížení

Staveništní zatížení je uvažováno hodnotou 1kN/m<sup>2</sup> po celé ploše konstrukce. Pro kombinace je uvažováno vždy na jedné polovině mostu nebo na celé ploše a z těchto zatěžovacích stavů je sestavena obálka ohybových momentů. Pro model samostatného nosníku je toto zatížení přepočteno na liniové zatížení.

Zatížení na běžný nosník v poli	1*2,155=	2,155 kN/m
Zatížení na krajní nosník	1*1,400=	1,400 kN/m

##### 3.1.3. Ostatní stálé zatížení

###### 1) Střední hodnota ( $g-g_0$ )<sub>m</sub>

Železobetonové římsy	25*0,349/0,500=	17,450 kN/m <sup>2</sup>
<u>Ocelové zábradelní svodidlo</u>	<u>2/0,500=</u>	<u>4,000 kN/m<sup>2</sup></u>
CELKEM		21,450 kN/m <sup>2</sup>
Hydroizolace	23*0,005=	0,115 kN/m <sup>2</sup>
ACL 16+	25*0,050=	1,250 kN/m <sup>2</sup>
<u>ACO 11+</u>	<u>25*0,040=</u>	<u>1,000 kN/m<sup>2</sup></u>
CELKEM		2,365 kN/m <sup>2</sup>

###### 2) Horní charakteristická hodnota ( $g-g_0$ )<sub>k,sup</sub>

( $g-g_0$ ) <sub>k,sup</sub>	1,4*2,365=	3,311 kN/m <sup>2</sup>
------------------------------	------------	-------------------------

###### 3) Dolní charakteristická hodnota ( $g-g_0$ )<sub>k,inf</sub>

( $g-g_0$ ) <sub>k,inf</sub>	0,8*2,365=	1,892 kN/m <sup>2</sup>
------------------------------	------------	-------------------------

##### 3.1.4. Poklesy podpor

Poklesy jednotlivých podpor jsou uvažovány hodnotou 5 mm. Zatížení je rozděleno do třech zatěžovacích stavů. Každý jeden zatěžovací stav znázorňuje pokles jedné podpory. Výsledkem je poté obálka z těchto stavů.

### 3.1. Zatížení proměnné

#### 3.2.1. Zatížení dopravou

Volná šířka mezi svodidly je 21,0 m. Tato šířka je tedy rozdělena na 7 zatěžovacích pruhů po 3,0 m. Šířkové uspořádání zatížení na mostě je rozebráno v následujících podkapitolách. Po délce mostu jsou do výpočetního modelu jednotlivá zatížení zadána vždy ve čtvrtinách a v polovině příslušného pole. Tím jsou pokryty téměř všechny extrémy, které na konstrukci mohou nastat a nedojde tak vlivem tohoto zjednodušení k výrazné nepřesnosti výsledků.

##### 3.2.1.1. Model zatížení 1 (LM 1)

Model zatížení 1 je složen ze dvou dílčích soustav. A to soustředěné zatížení od dvojnápravy ( $Q_{ik} * a_Q$ ) a rovnoměrné zatížení ( $q_{ik} * a_Q$ ). Jelikož se jedná o dálniční most, uvažují se jednotlivé součinitele pro skupinu pozemní komunikace 1.



Umístění	Dvojnáprava (TS)			Rovnoměrné zatížení (UDL)		
	$Q_{ik}$	$\alpha_Q$	$Q_{ik} * \alpha_Q$	$q_{ik}$	$\alpha_q$	$q_{ik} * \alpha_q$
	[kN]		[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č. 1	300,00	1,00	300,00	9,00	1,00	9,00
Pruh č. 2	200,00	1,00	200,00	2,50	2,40	6,00
Pruh č. 3	100,00	1,00	100,00	2,50	1,20	3,00
Ostatní pruhy	0,00	-	-	2,50	1,20	3,00

Nápravové síly působí na kontaktní ploše 0,4 x 0,4 m.

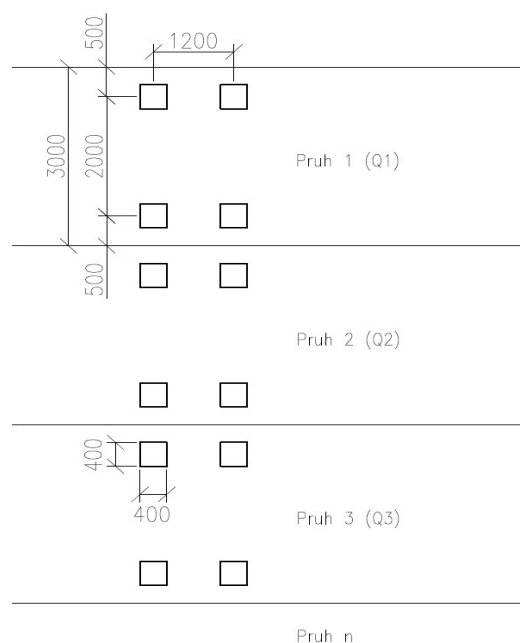
Nápravové síly převedeny na plošné zatížení:

$$\text{Pruh 1 } q_1 = \frac{300/2}{0,4 \cdot 0,4} = 937,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pruh 2 } q_2 = \frac{200/2}{0,4 \cdot 0,4} = 625,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pruh 2 } q_3 = \frac{100/2}{0,4 \cdot 0,4} = 312,50 \text{ kN/m}^2$$

Schéma nápravového zatížení:



### 3.2.1.2. Model zatížení 2 (LM 2)

Model zatížení 2 je tvořen jednou nápravovou silou ( $\beta_Q * Q_{ak}$ ). Tato nápravová síla je umístěna vždy do samostatného zatěžovacího pruhu viz 3.1.2.1 Model zatížení 1 (LM 1).

Velikost nápravové síly  $Q_{ak} = 400,00 \text{ kN}$

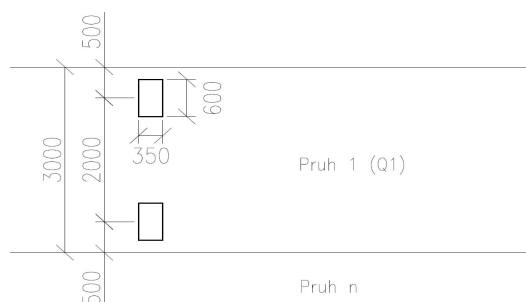
Součinitel  $\beta_q = \alpha_{Q1} = 1,00$

Nápravová síla působí na kontaktní ploše 0,35 x 0,6 m.

Nápravová síla převedena na plošné zatížení:

$$q_1 = \frac{400/2}{0,35 \cdot 0,6} = 952,38 \text{ kN/m}^2$$

Schéma nápravového zatížení:



### 3.2.1.3. Model zatížení 3 (LM 3)

Model zatížení 3 představuje zatížení konstrukce zvláštními vozidly. Pro dálnice se v ČR uvažuje zatížení s označením 1800/200 resp. 3000/240. První číslo v označení udává jeho celkovou tíhu v kN a druhé číslo maximální sílu na nápravu v kN. Pro nápravu 200 kN je uvažuje šířka vozidla 3,0 m, pro nápravu 240 kN se uvažuje šířka vozidla 4,5 m.

#### Umístění a kombinace zatížení pro zatížení 1800/200:

Zvláštní vozidlo se pohybuje v pruhu č. 1, ve kterém se po celé délce mostu neuvažuje žádné jiné zatížení. V dalších pruzích se uvažuje zatížení LM 1 a to bez nápravových sil (pouze UDL).

Nápravová síla působí na kontaktní ploše 0,15 x 1,2 m.

Počet náprav: 9 x 200 kN

Nápravová síla převedena na plošné zatížení:

$$q_1 = \frac{200/2}{0,15 \cdot 1,2} = 555,56 \text{ kN/m}^2$$

#### Umístění a kombinace zatížení pro zatížení 3000/240:

Zvláštní vozidlo šířky 4,5 m se pohybuje v předepsané stopě, přičemž se uvažuje jeho možné vychýlení z ideální stopy ±0,5 m. Na celé konstrukci je vyloučena jakákoliv jiná doprava. Vozidlo je tedy v modelu umístěno na střed konstrukce s výchytkou 0,5m od ideální stopy.

Nápravová síla působí na kontaktní ploše 0,15 x 1,2 m.

Počet náprav: 1 x 120 kN + 12 x 240 kN

Nápravová síla převedena na plošné zatížení:

$$q_1 = \frac{120/2}{0,15 \cdot 1,2} = 333,33 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = \frac{240/3}{0,15 \cdot 1,2} = 444,44 \text{ kN/m}^2$$

Schéma nápravového zatížení 1800/200:

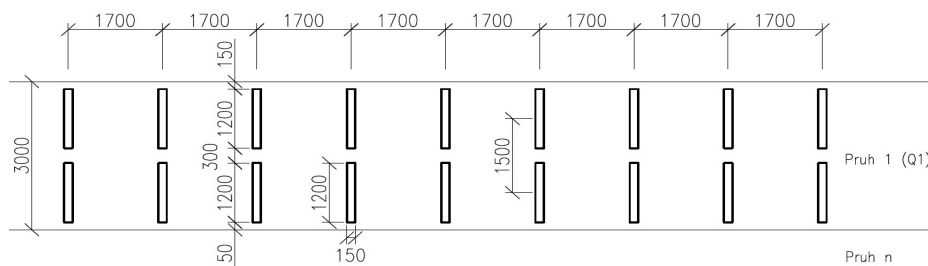
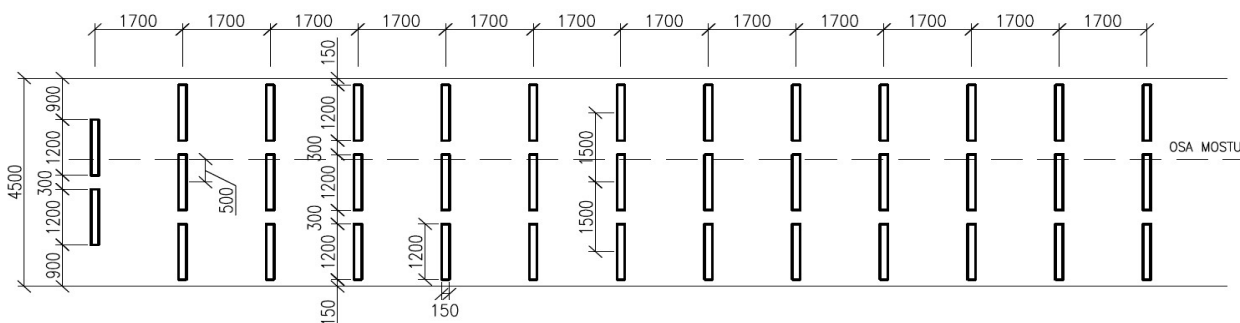


Schéma nápravového zatížení 3000/240:



### 3.2.1.4. Model zatížení 3 na únavu

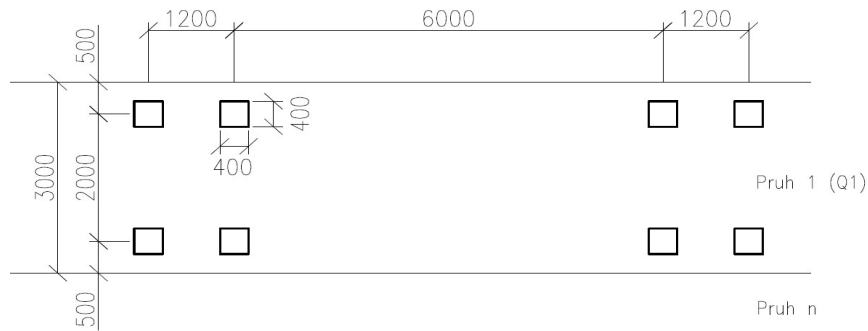
Model zatížení 3 na únavu je tvořen čtyřmi nápravovými silami o velikosti 120 kN. Tato nápravová síla je umístěna vždy do samostatného zatěžovacího pruhu viz 3.1.2.1 Model zatížení 1 (LM 1).

Nápravová síla působí na kontaktní ploše 0,4 x 0,4 m.

Nápravová síla převedena na plošné zatížení:

$$q_1 = \frac{120/2}{0,4 \cdot 0,4} = 375,00 \text{ kN/m}^2$$

Schéma nápravového zatížení:



### 3.2.2. Zatížení teplotními změnami

Vzhledem ke spřažení prefabrikovaných nosníků a monolitické desky je zatížení od teploty rozděleno na nerovnoměrné zatížení nosníků a rovnoměrné zatížení desky. Z celkového rozdílu teplot pro  $\Delta T_{\text{heat}}$  a  $\Delta T_{\text{cool}}$  jsou z podobnosti trojúhelníku dopočítány konkrétní hodnoty teplot pro dané povrchy. Ty jsou potom zadány do výpočetního programu. Pro horní povrch teplejší než spodní je použit rozdíl 15°C, pro spodní povrch teplejší než horní je použit rozdíl 8°C.

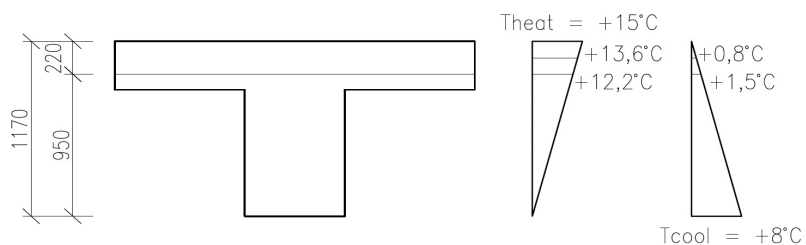
#### Konkrétní hodnoty teplot pro dané povrchy $\Delta T_{\text{heat}}$ :

Nosník dolní vlákna	0 °C
Nosník horní vlákna	12,2 °C
Deska střední hodnota	13,6 °C

#### Konkrétní hodnoty teplot pro dané povrchy $\Delta T_{\text{cool}}$ :

Nosník dolní vlákna	8 °C
Nosník horní vlákna	1,5 °C
Deska střední hodnota	0,8 °C

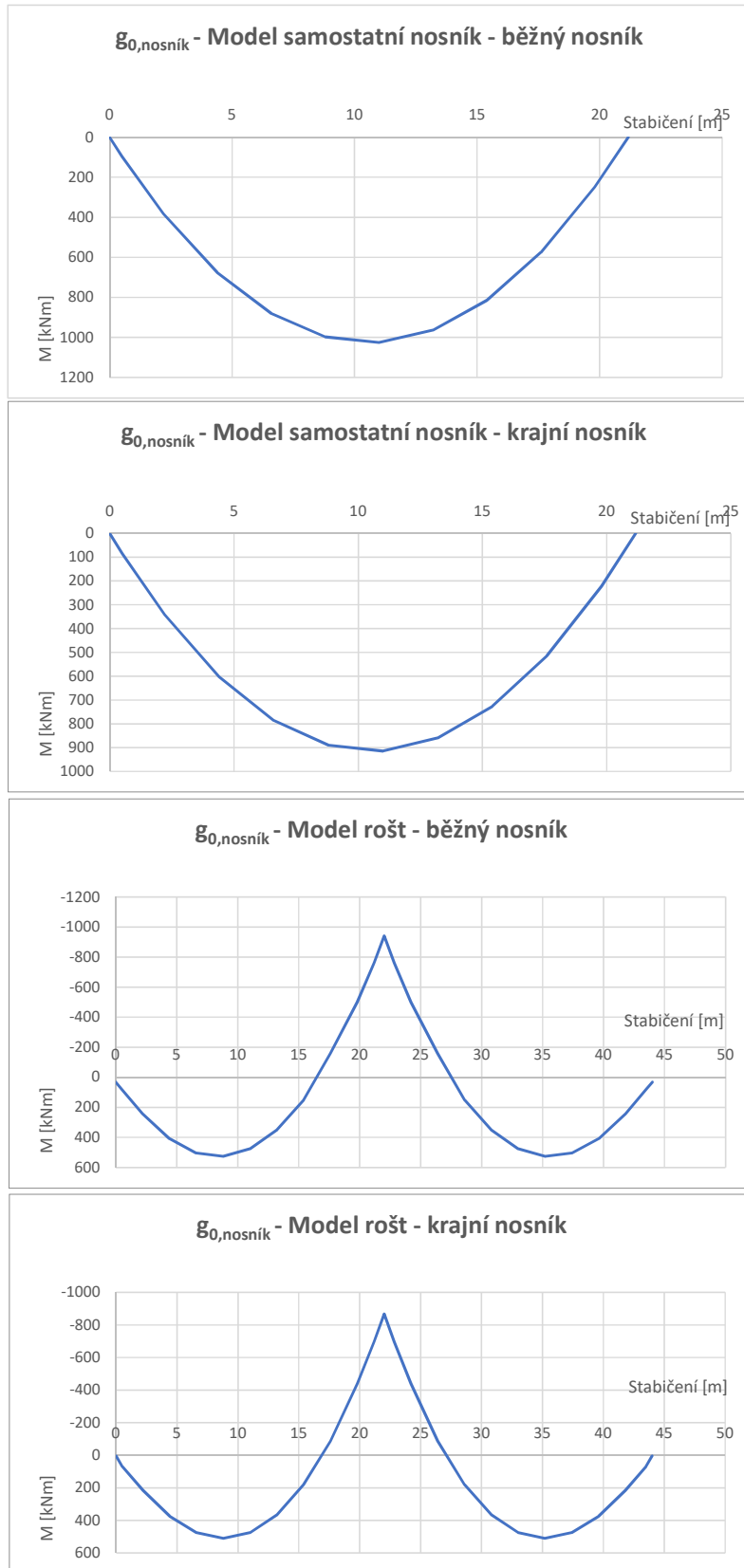
Schéma rozdělení teplot po průřezu:

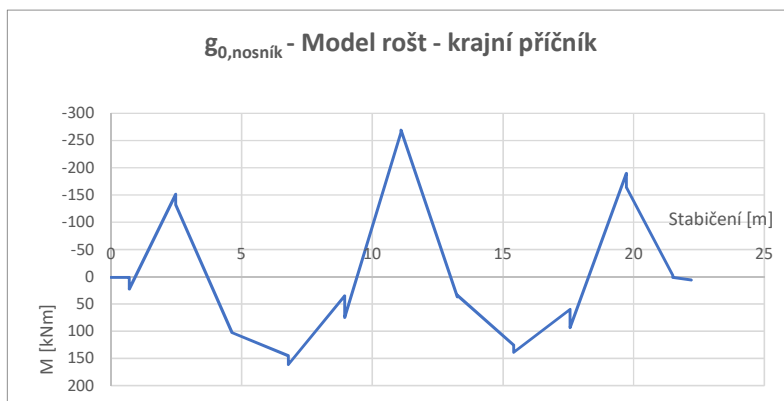
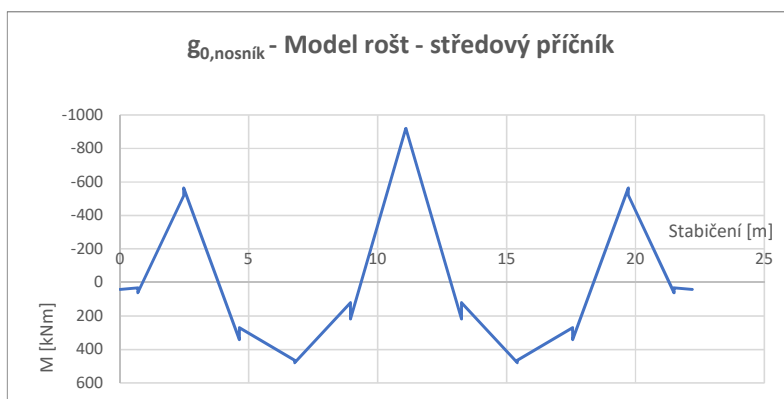


## 4. Vnitřní síly

### 4.1. Vlastní tíha nosníku

#### 4.1.1. Vnitřní síly bez vlivu dotvarování betonu





#### 4.1.2. Redistribuce vnitřních sil vlivem dotvarování betonu

Pozn. součinitel dotvarování  $\phi$  uvažován pouze součinitel pro nosník

$\phi(t_1, t_0)$  0,762

	$t_0$	$t_1$	$t_{84}$	$t_{168}$	$t_{36500}$
čas t	7	60	84	168	36500
$E_c(t)_{eff}$	35,599	35,881			
redukční souč.			0,067	0,178	0,454
$\phi(t, t_0)$			0,851	1,035	1,645
$\phi(t, t_1)$			0,434	0,683	1,199

$$S_t = S_0 + (S_1 - S_0) \cdot \frac{E_c(t_1)}{E_c(t_0)} \cdot \left[ \frac{\phi(t, t_0) - \phi(t_1, t_0)}{1 + \chi \cdot \phi(t, t_1)} \right]$$

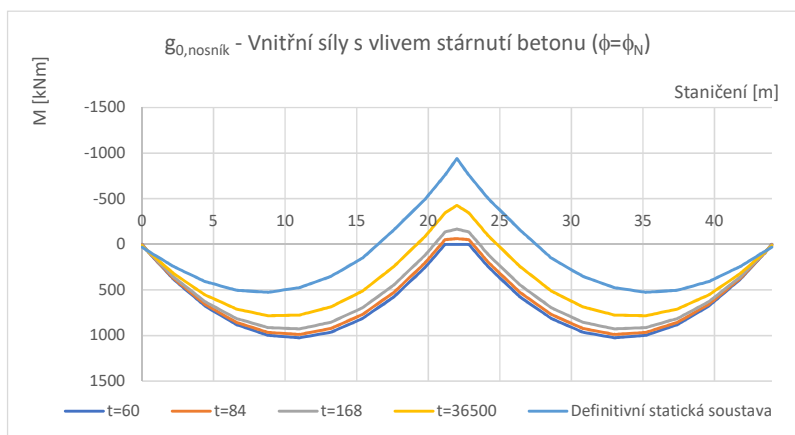
$S_0$  Vnitřní síly ihned po ukončení výstavby (vnitřní síly na prostém nosníku)

$S_1$  Vnitřní síly na definitivní statické soustavě (model rošt)

$t_0$  Stáří betonu při vyvození konstantního stálého zatížení

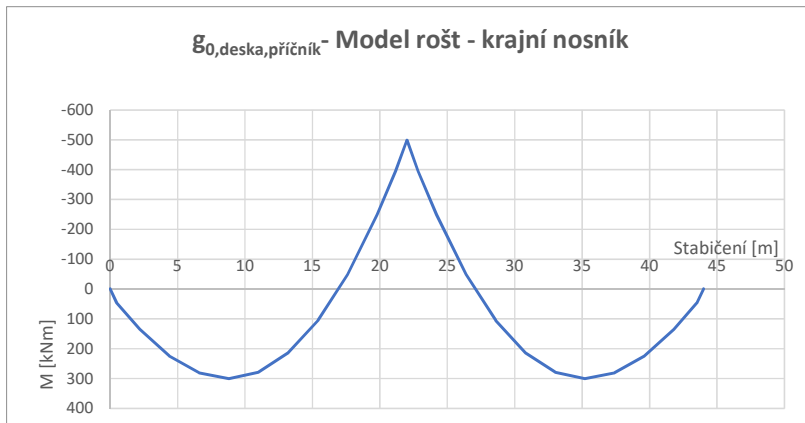
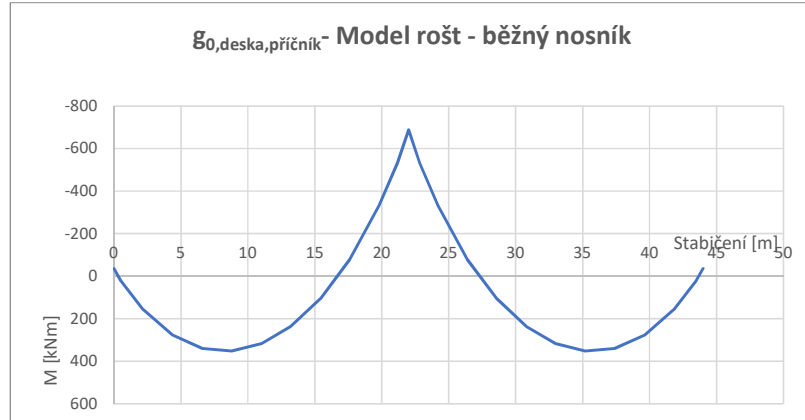
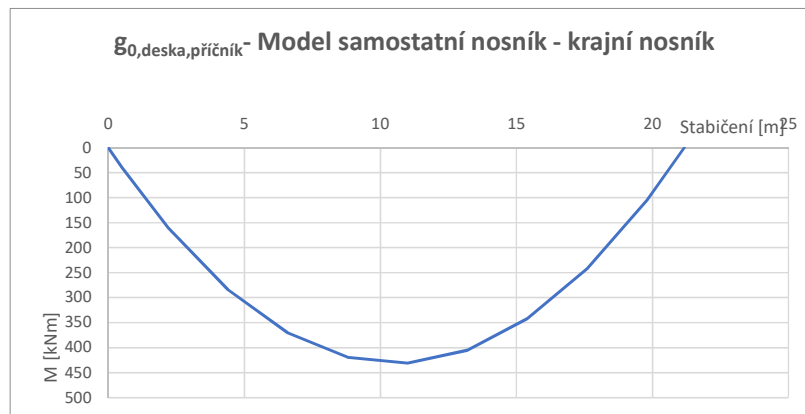
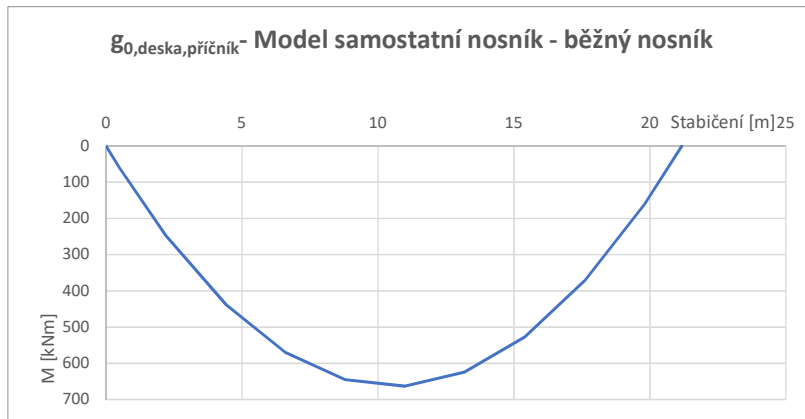
$t_1$  Stáří betonu při změně statického schématu

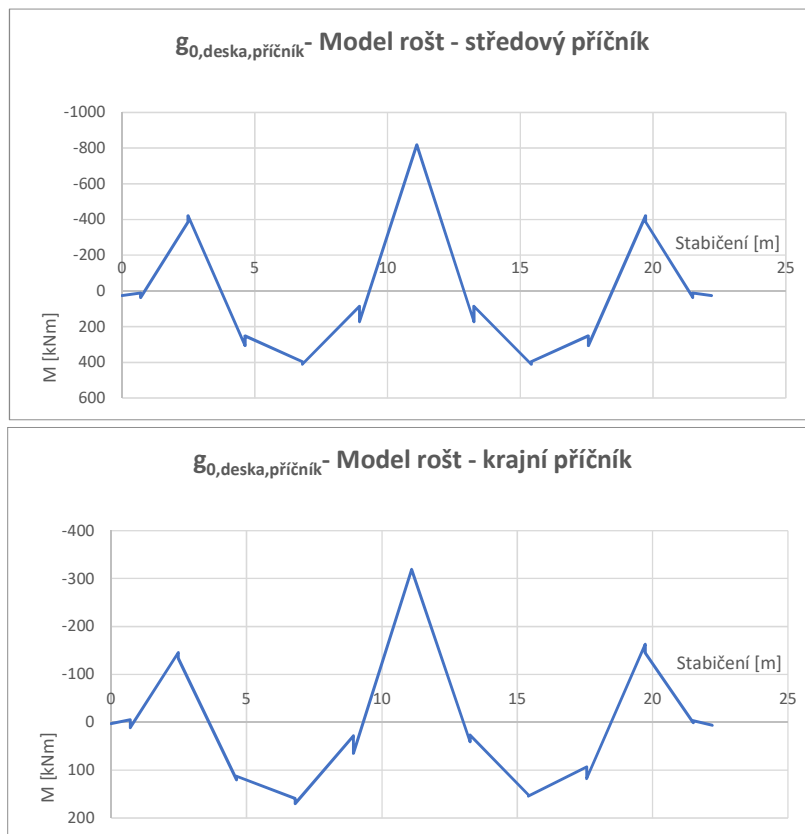
$\chi$  Součinitel stárnutí betonu



## 4.2. Vlastní tíha monolitických částí

### 4.2.1. Vnitřní síly bez vlivu dotvarování betonu





#### 4.2.2. Redistribuce vnitřních sil vlivem dotvarování betonu

Pozn. součinitel dotvarování  $\phi$  uvažován pouze nosník

$$\phi(t_1, t_0) = 0,762$$

	$t_0$	$t_1$	$t_{84}$	$t_{168}$	$t_{16500}$
čas t	7	60	84	168	36500
$E_c(t)_{eff}$	35,599	35,881			
redukční souč.			0,067	0,178	0,454
$\phi(t, t_0)$			0,851	1,035	1,645
$\phi(t, t_1)$			0,434	0,683	1,199

$$S_t = S_0 + (S_1 - S_0) \cdot \frac{E_c(t_1)}{E_c(t_0)} \cdot \left[ \frac{\phi(t, t_0) - \phi(t_1, t_0)}{1 + \chi \cdot \phi(t, t_1)} \right]$$

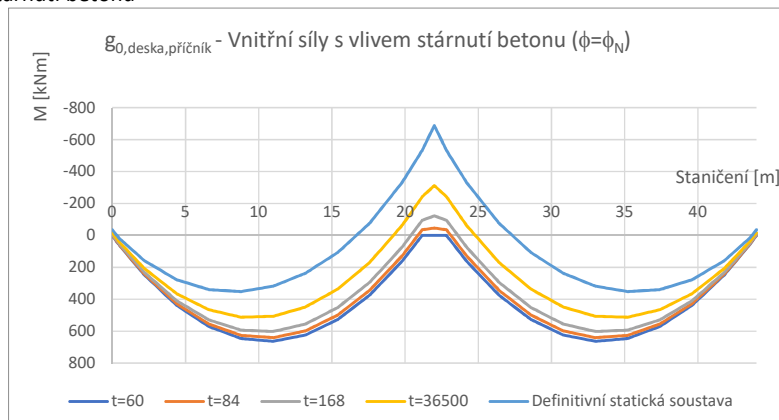
$S_0$  Vnitřní síly ihned po ukončení výstavby (vnitřní síly na prostém nosníku)

$S_1$  Vnitřní síly na definitivní statické soustavě (model rošt)

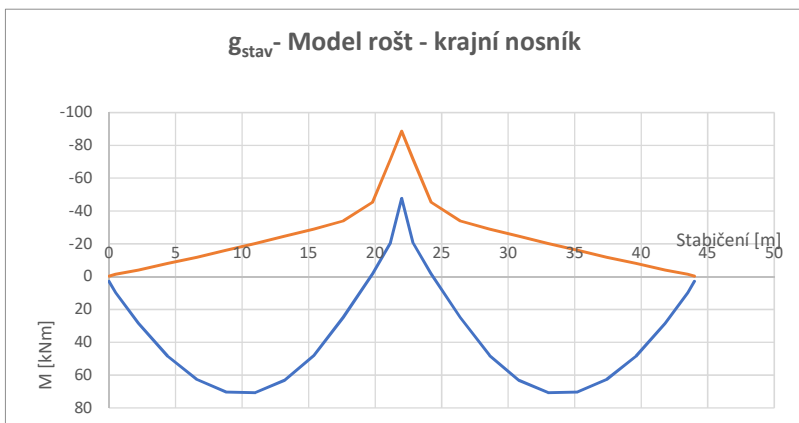
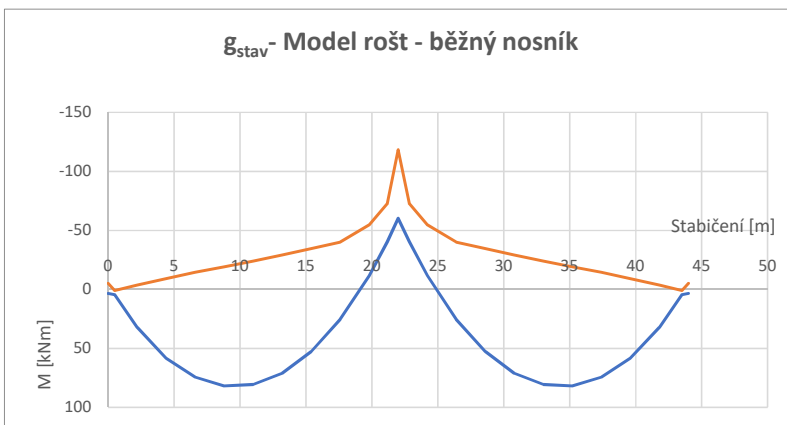
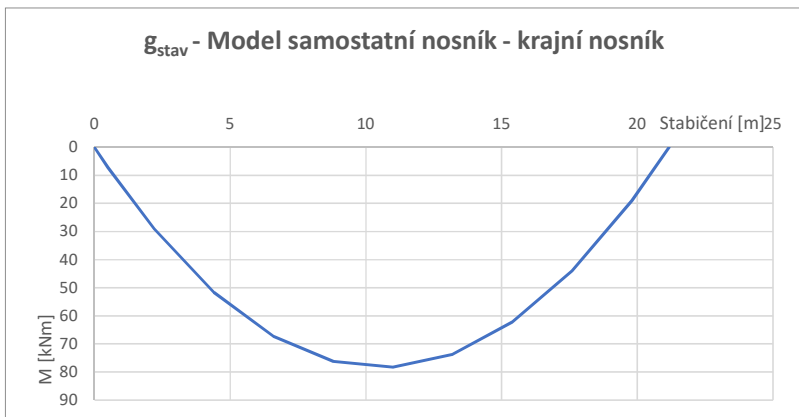
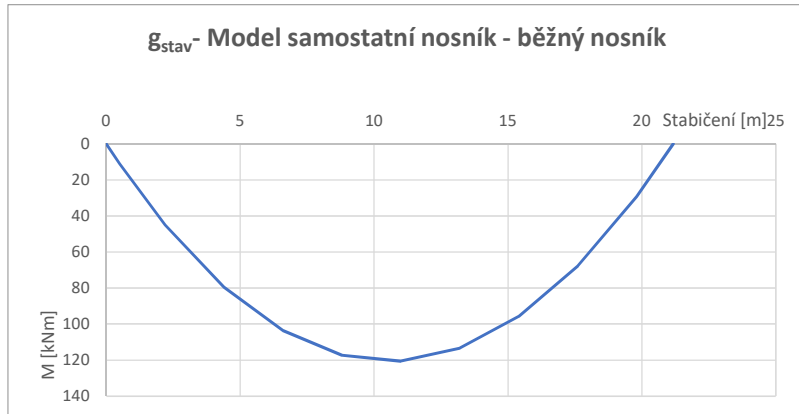
$t_0$  Stáří betonu při vyození konstantního stálého zatížení

$t_1$  Stáří betonu při změně statického schématu

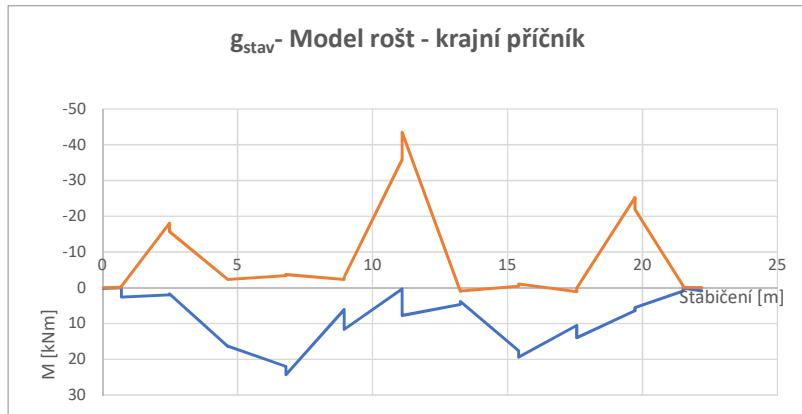
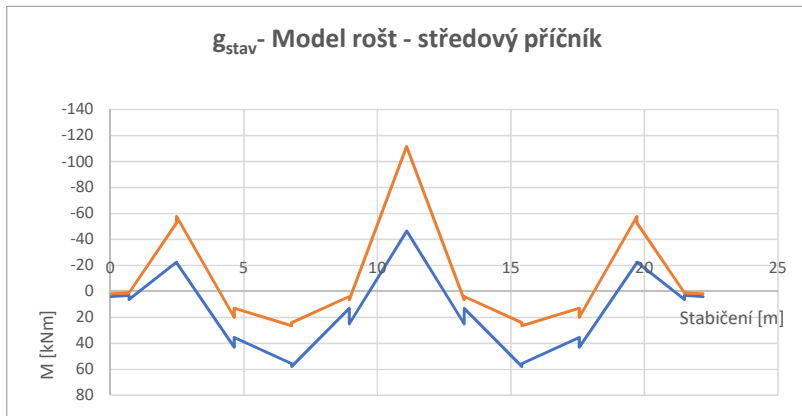
$\chi$  Součinitel stárnutí betonu



### 4.3. Staveništní zatížení

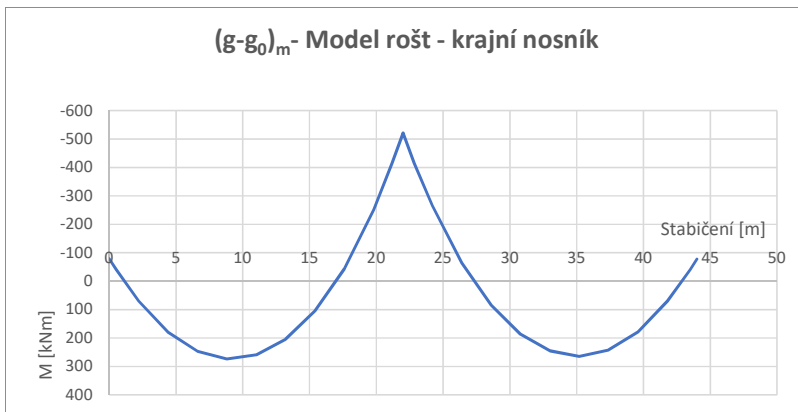
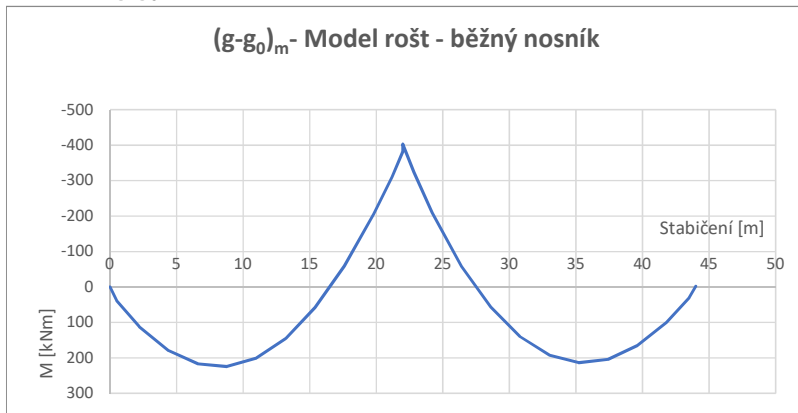


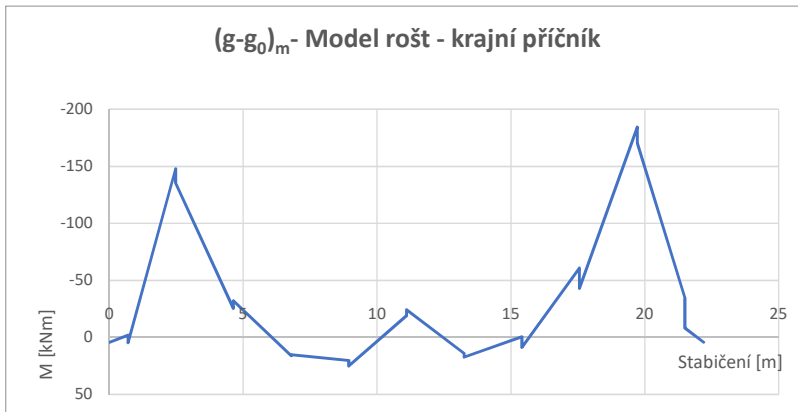
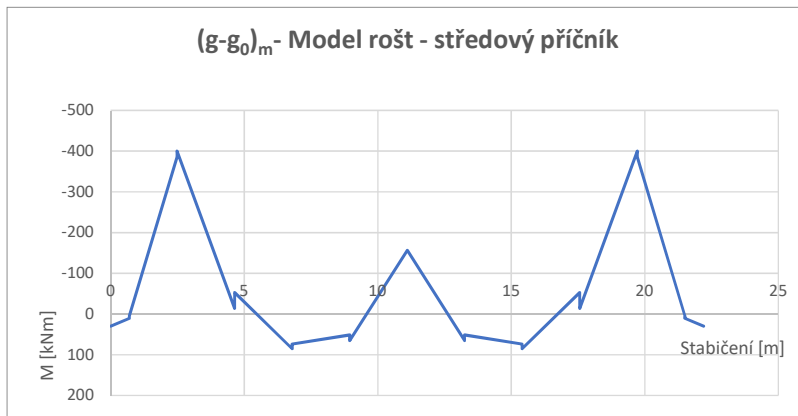




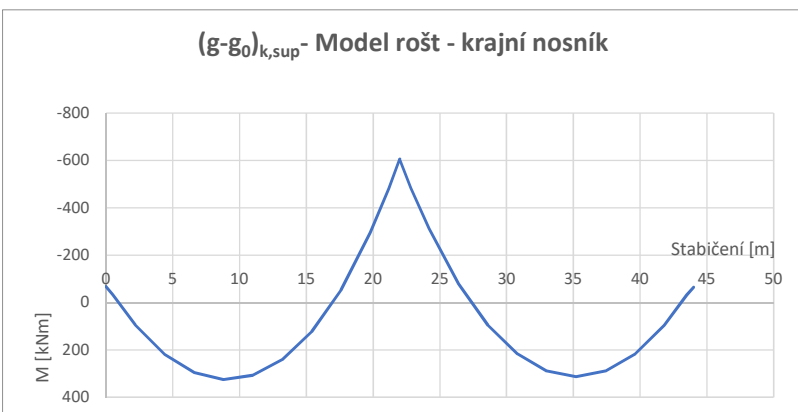
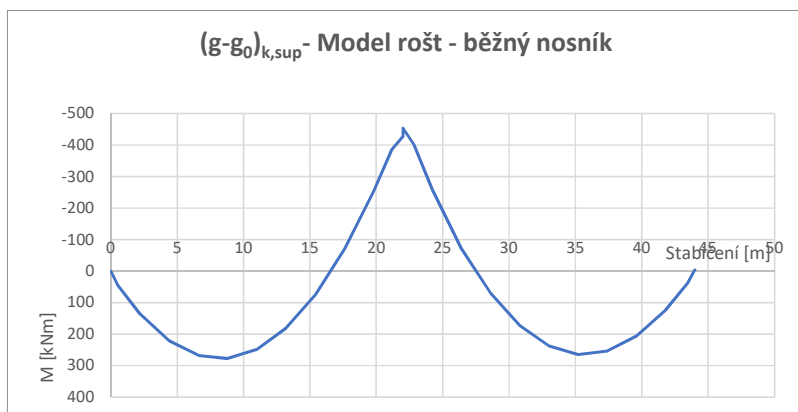
#### 4.4. Ostatní stálé zatížení

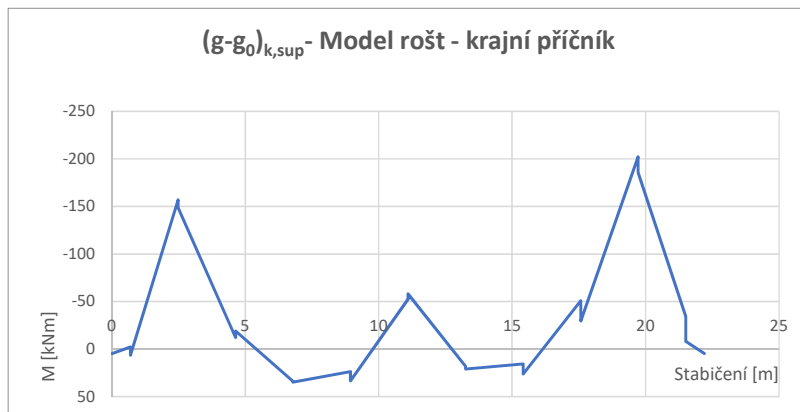
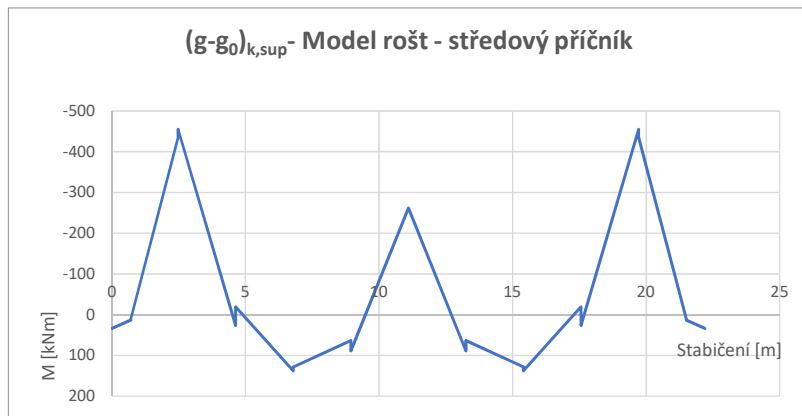
##### 4.4.1. Ostatní stálé zatížení $(g-g_0)_m$



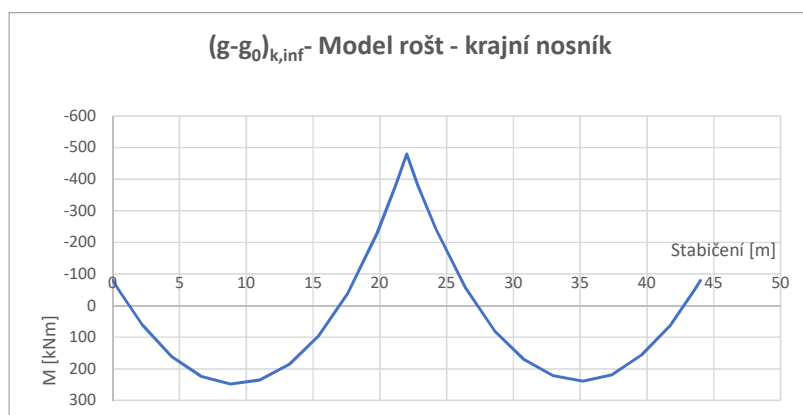
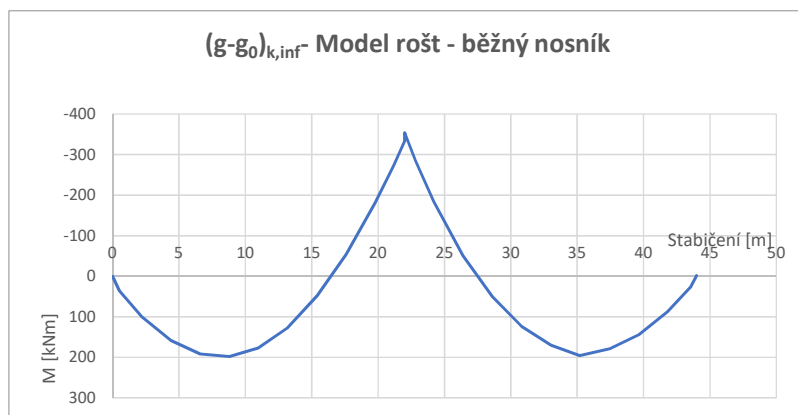


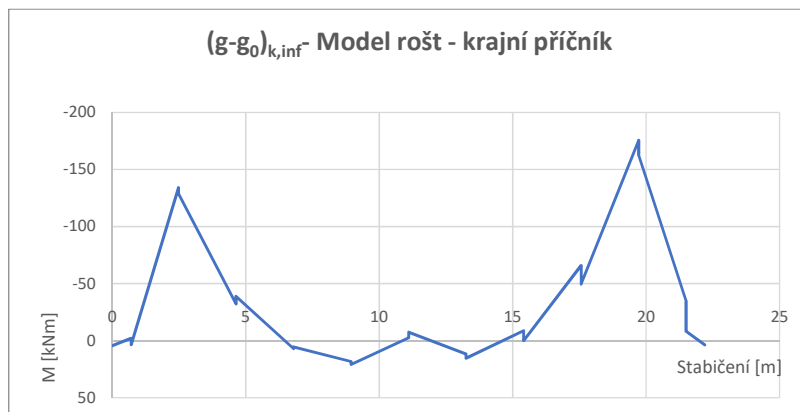
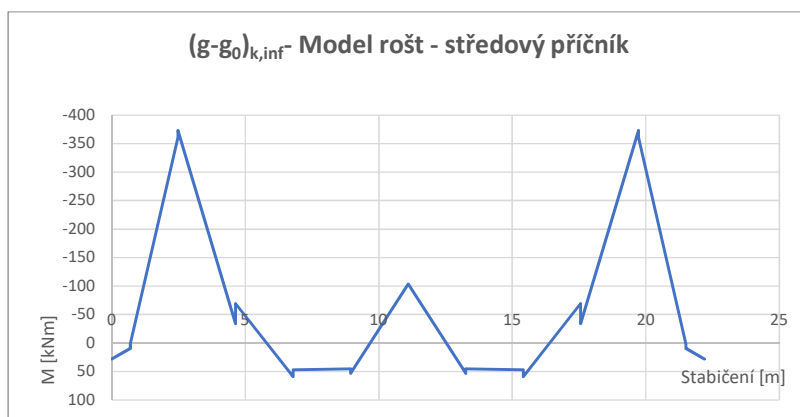
#### 4.4.2. Ostatní stálé zatížení $(g-g_0)_{k,sup}$





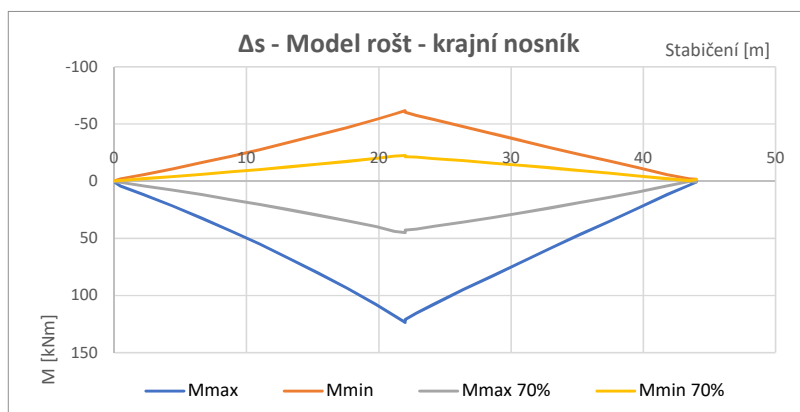
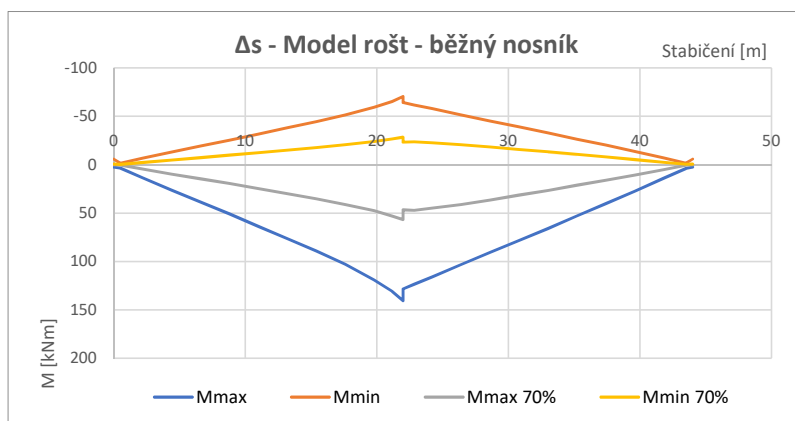
#### 4.4.3. Ostatní stálé zatížení $(g-g_0)_{k,inf}$

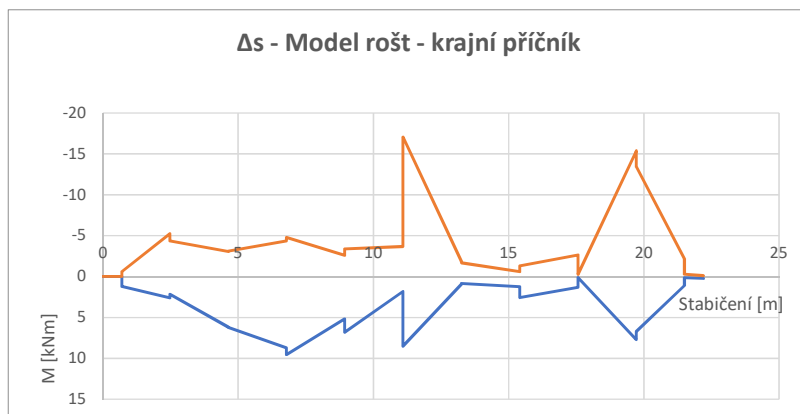
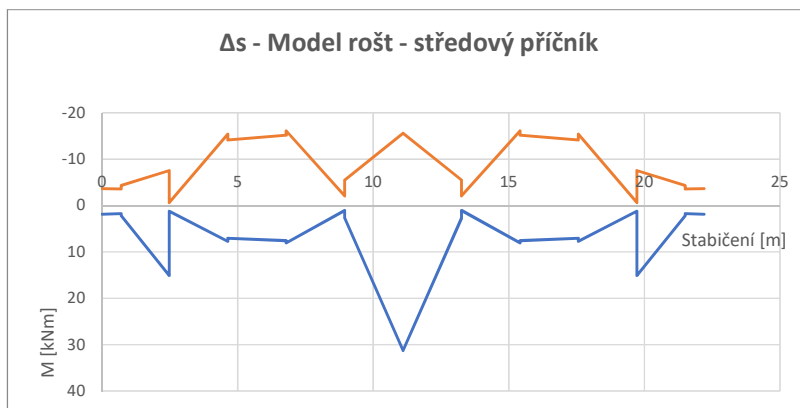




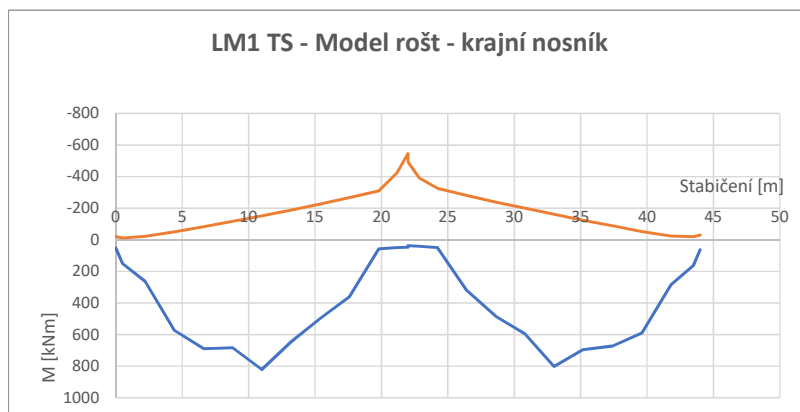
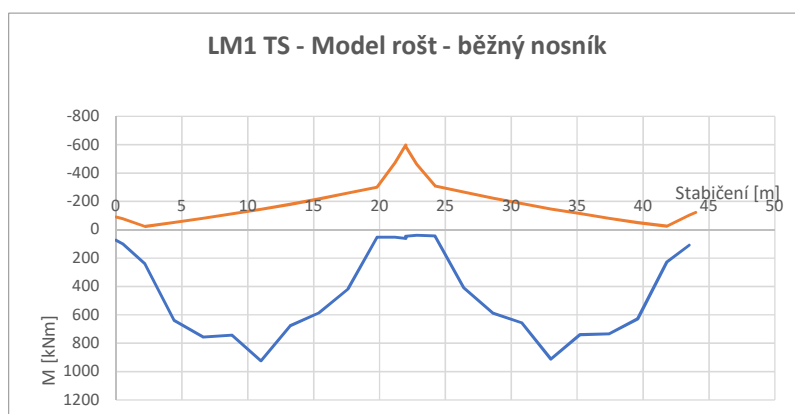
#### 4.5. Pokles podpor

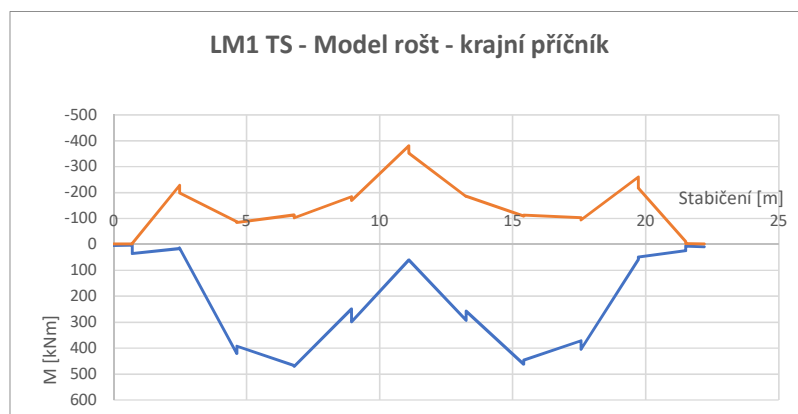
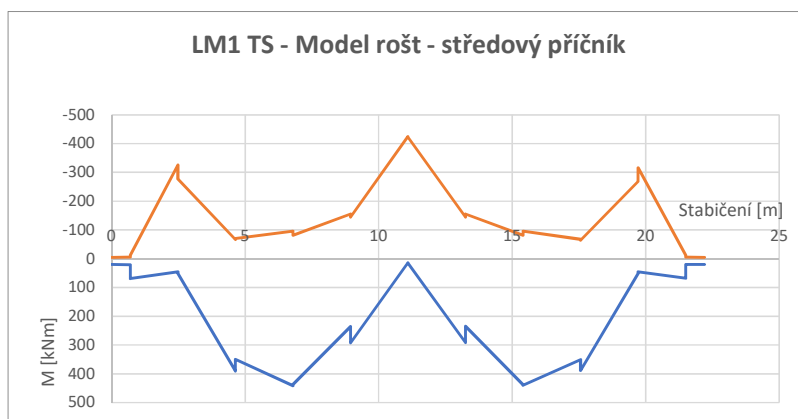
Vlivem relaxace dochází na konstrukci k poklesu účinků od poklesů podpor a proto jsou vnitřní síly na konci životnosti redukovány na 70 %.



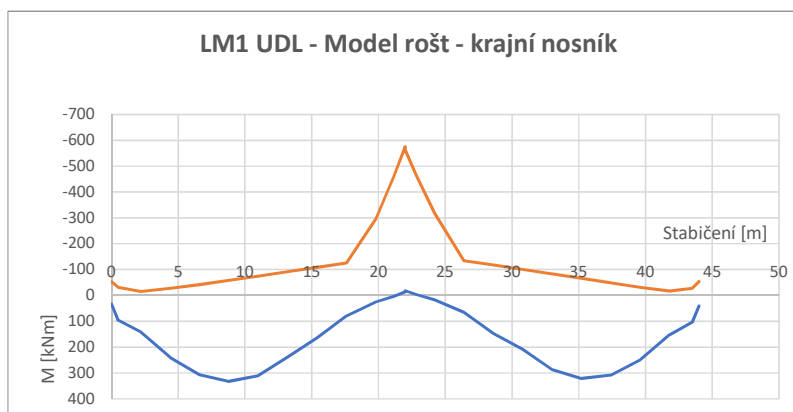
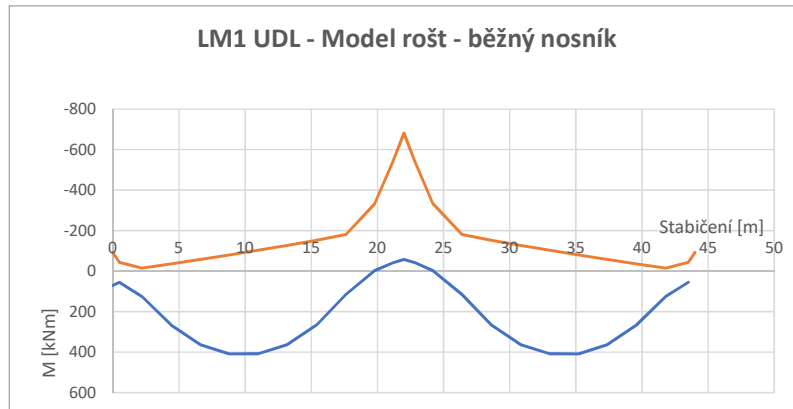


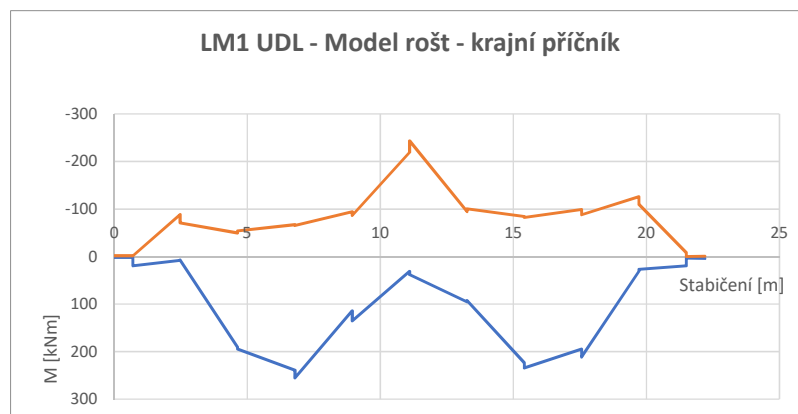
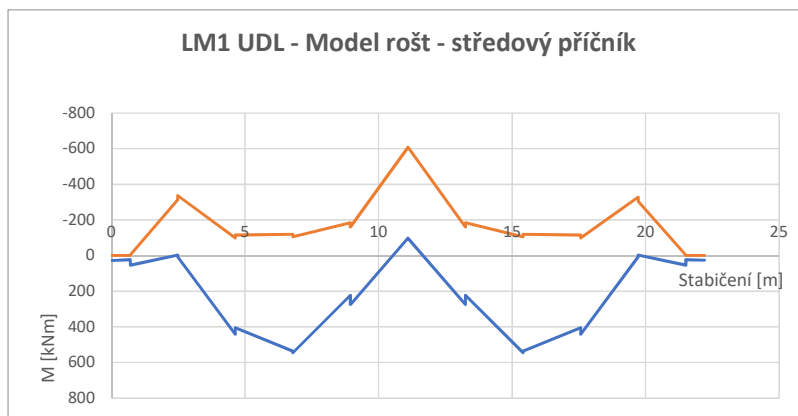
#### 4.6. Zatížení dopravou LM1 - TS



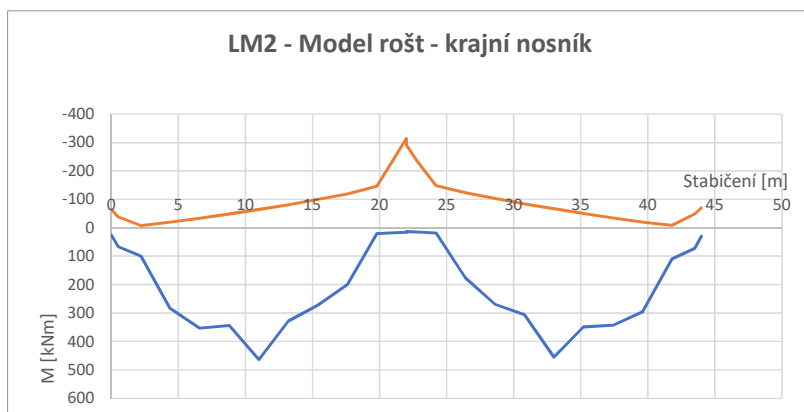
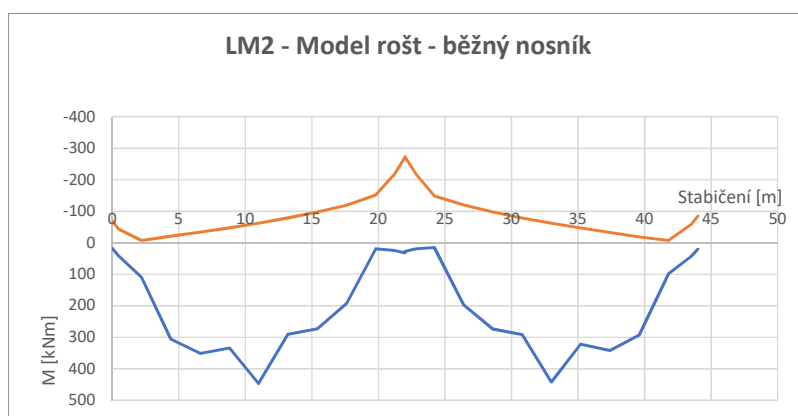


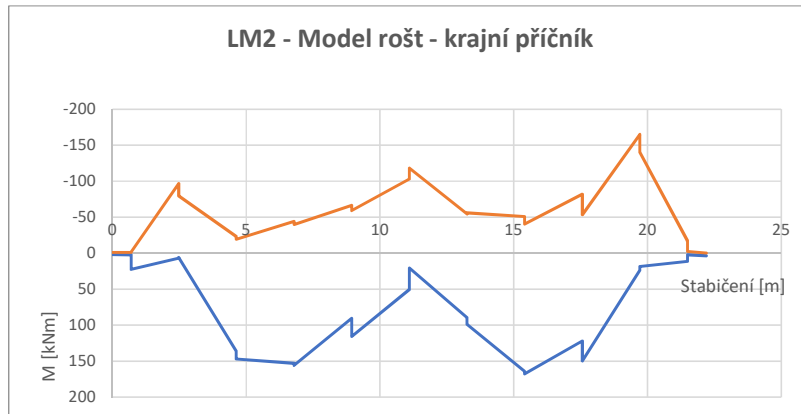
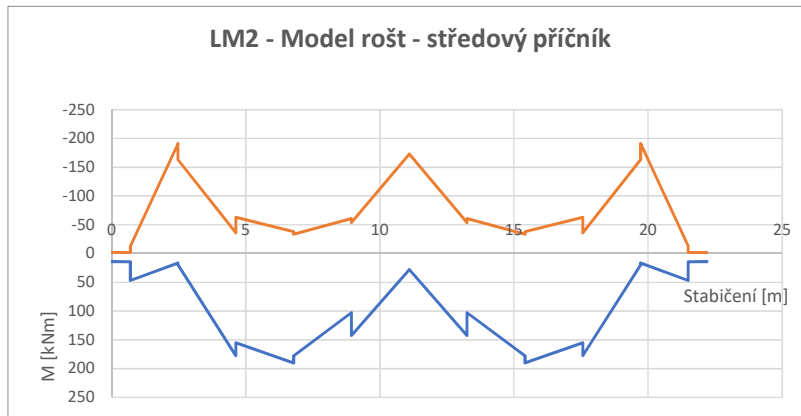
#### 4.7. Zatížení dopravou LM1 - UDL



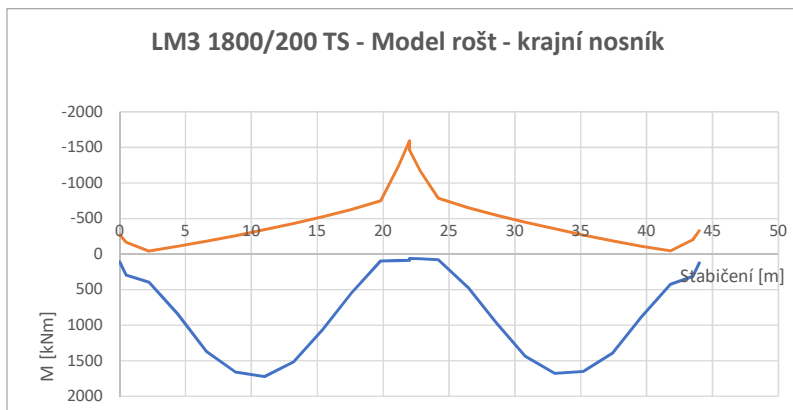
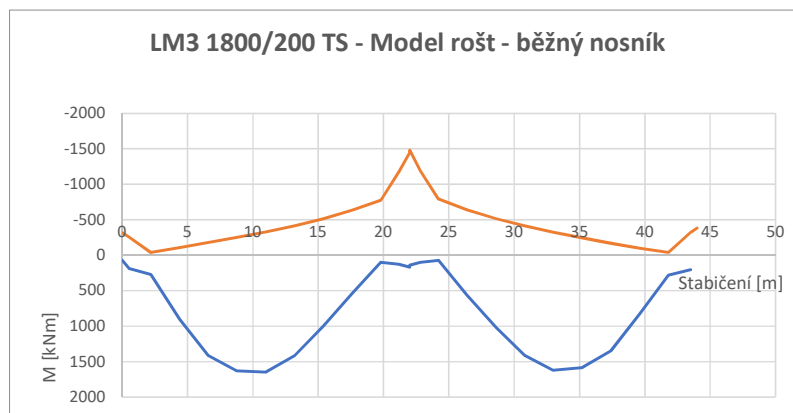


#### 4.8. Zatížení dopravou LM2

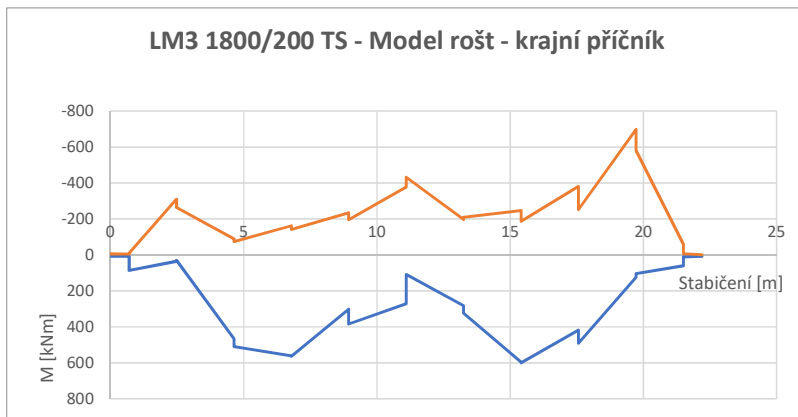
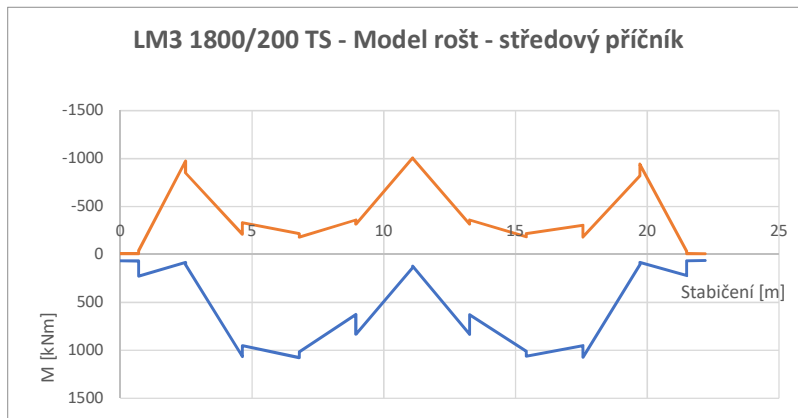




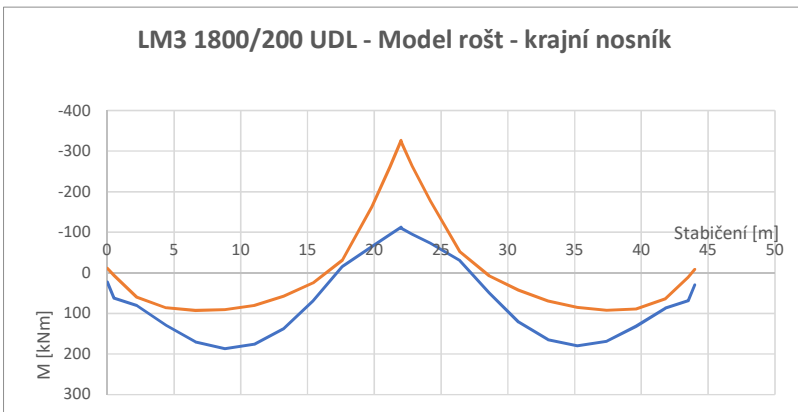
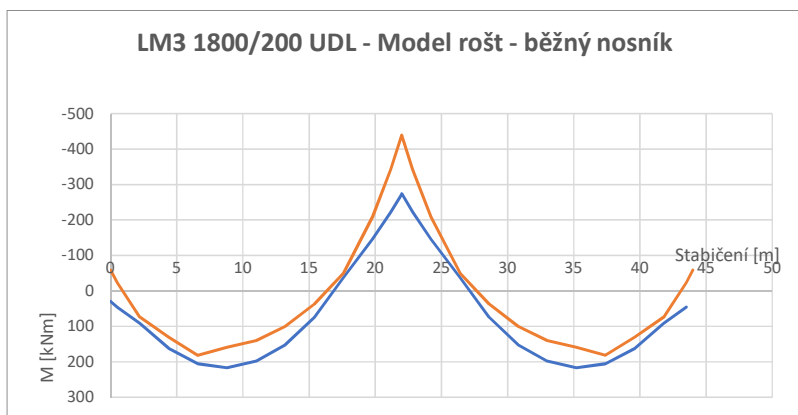
#### 4.9. Zatížení dopravou LM3 1800/200 - TS

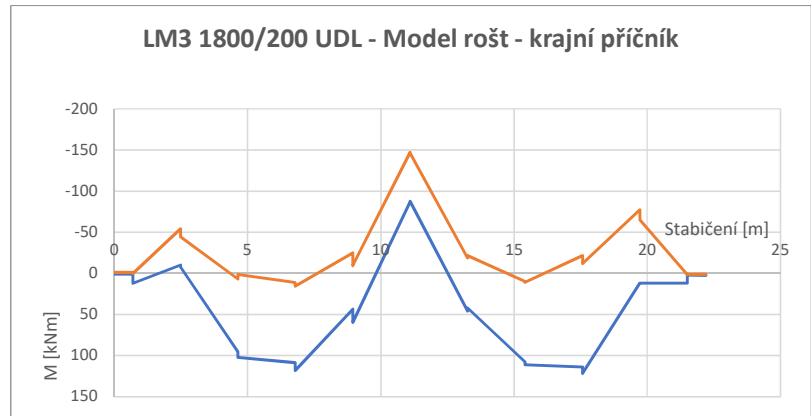
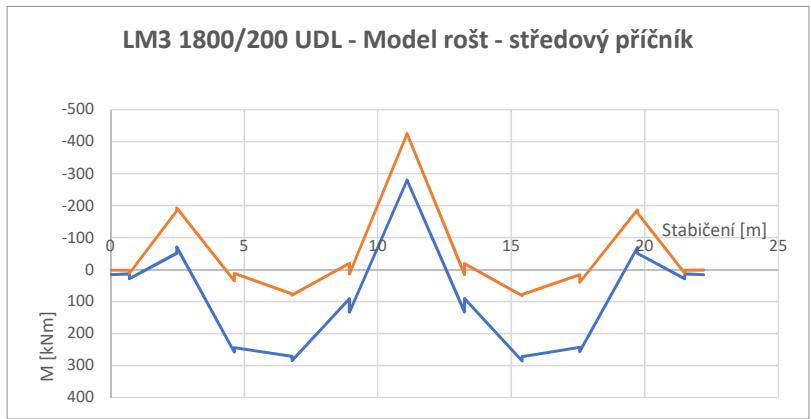




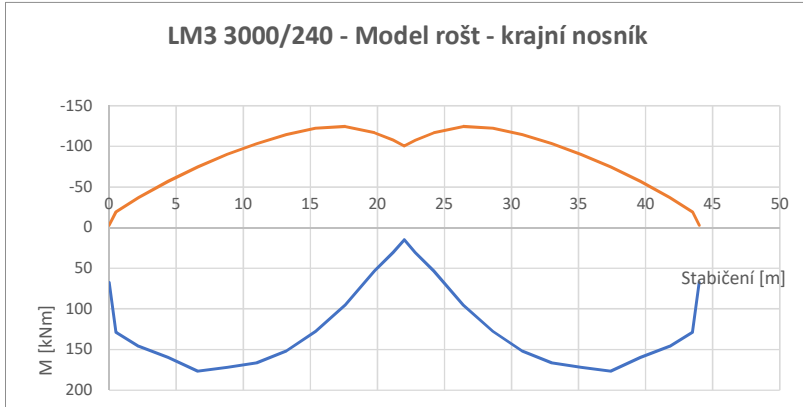
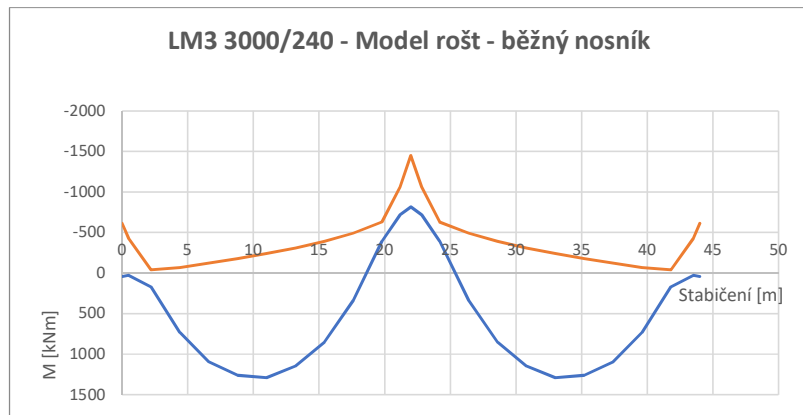


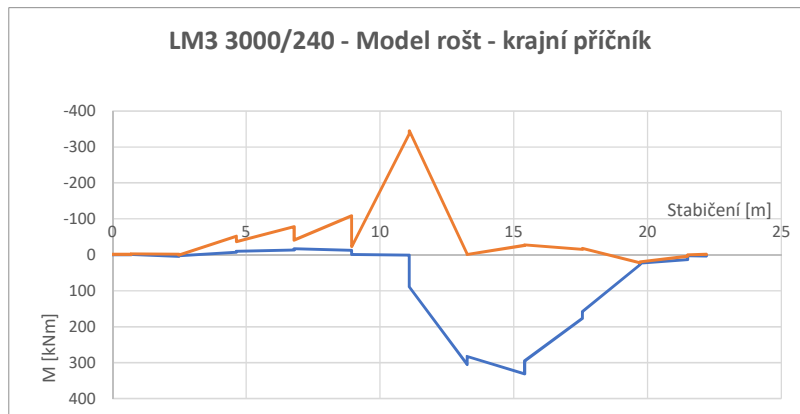
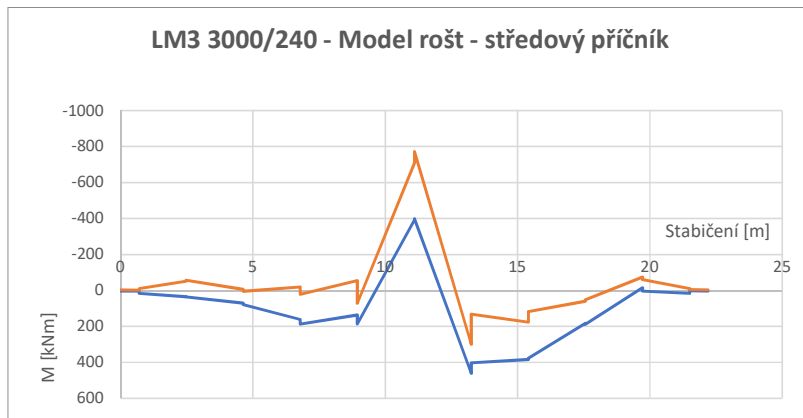
#### 4.10. Zatížení dopravou LM3 1800/200 - UDL



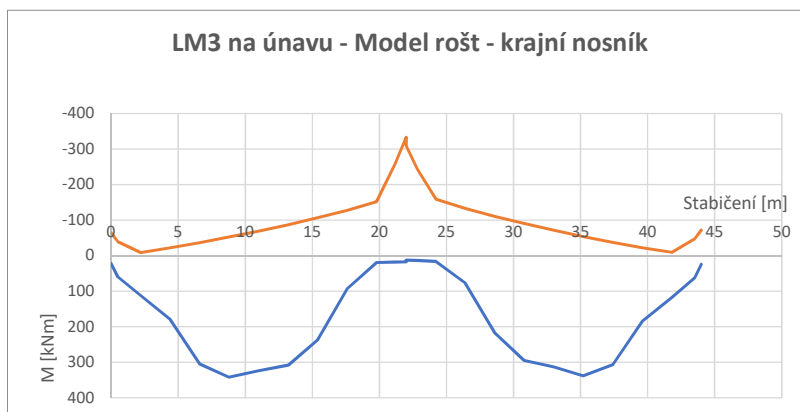
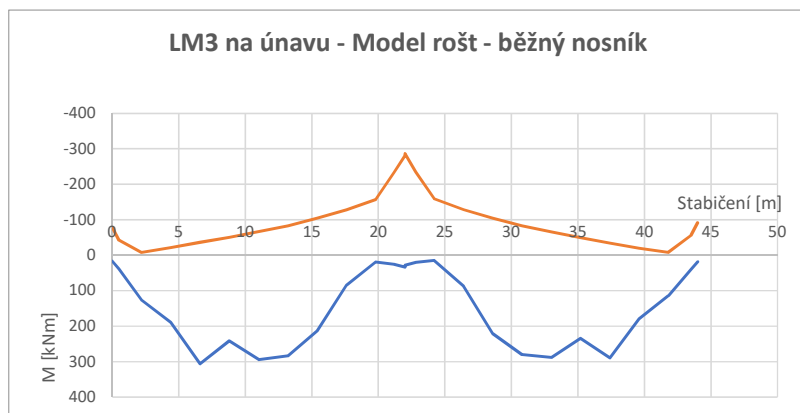


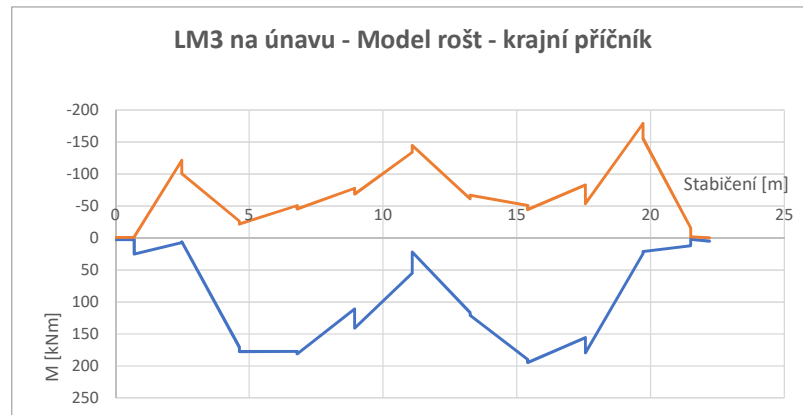
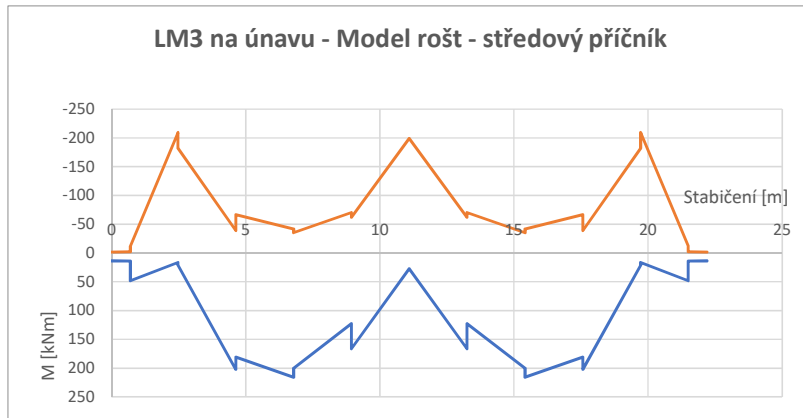
#### 4.11. Zatížení dopravou LM3 3000/240





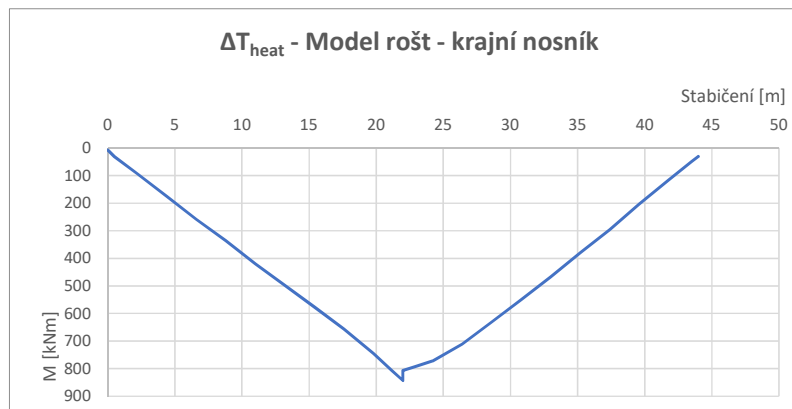
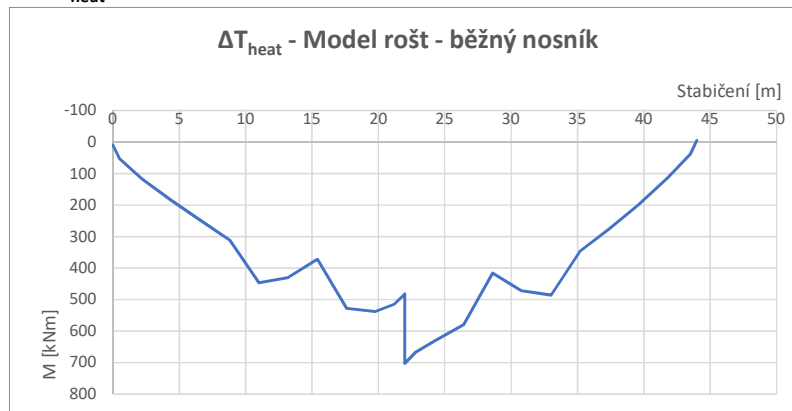
#### 4.12. Zatížení dopravou LM3 na únavu

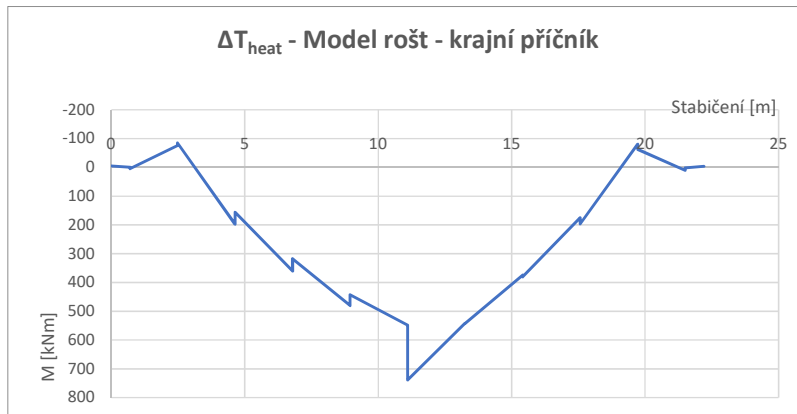
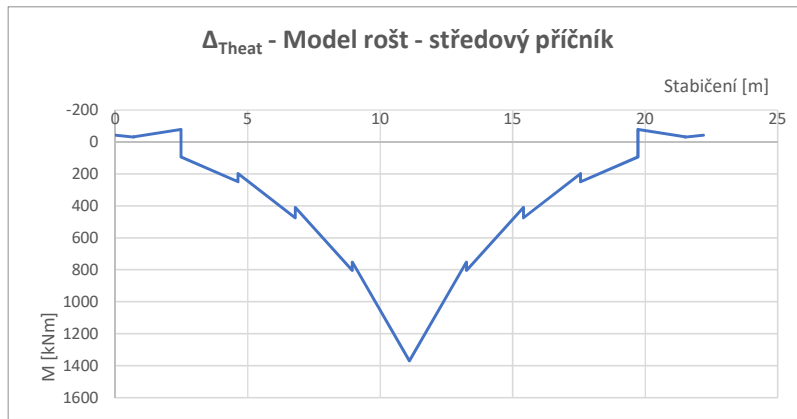




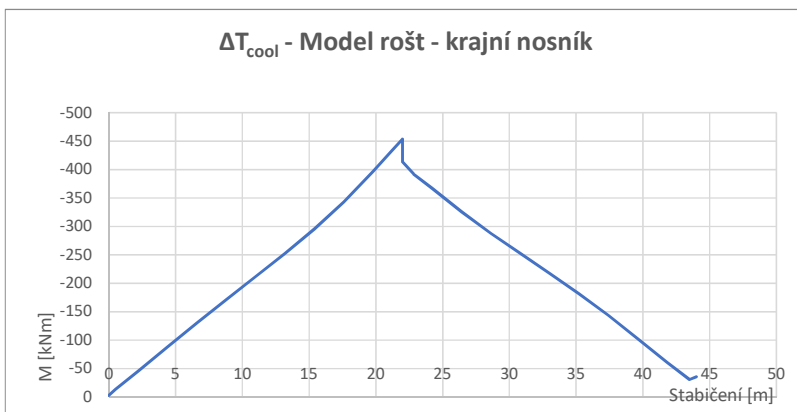
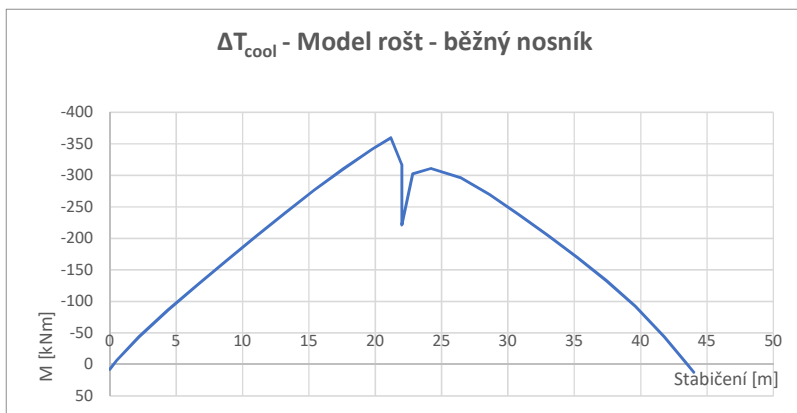
### 4.13. Zatížení teplotou

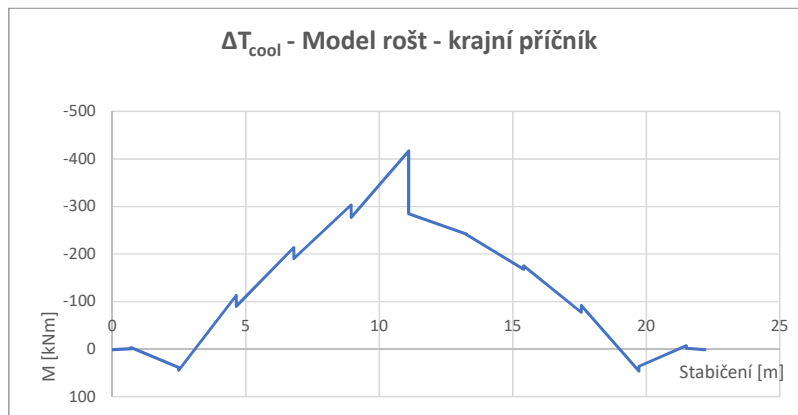
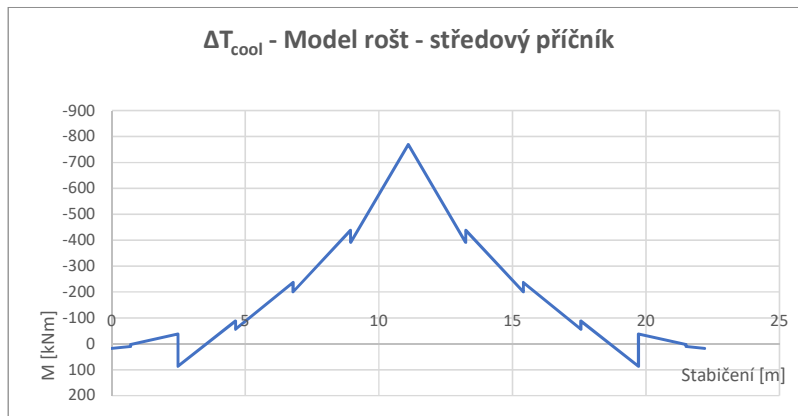
#### 4.13.1. Zatížení teplotou $\Delta T_{\text{heat}}$





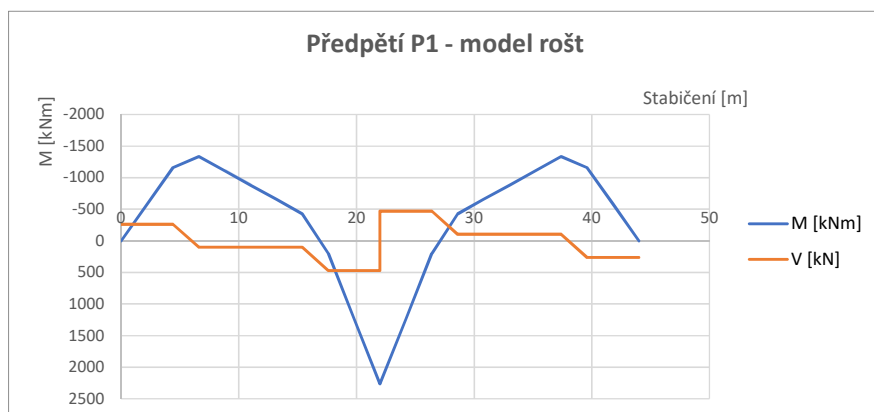
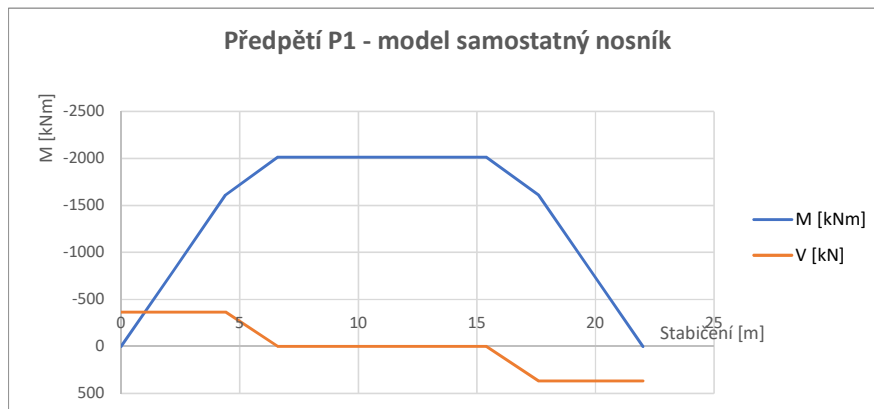
#### 4.13.2. Zatížení teplotou $\Delta T_{\text{cool}}$





#### 4.14. Předpětí P1

##### 4.14.1. Vnitřní síly bez vlivu dotvarování betonu



#### 4.14.2. Redistribuce vnitřních sil vlivem dotvarování betonu

Pozn. součinitel dotvarování  $\phi$  uvažován pouze součinitel pro nosník

$$\phi(t_1, t_0) = 0,762$$

	$t_0$	$t_1$	$t_{84}$	$t_{168}$	$t_{16500}$
čas t	7	60	84	168	36500
$E_c(t)_{\text{eff}}$	35,599	35,881			
redukční souč.			0,067	0,178	0,454
$\phi(\infty, t_0)$			0,851	1,035	1,645
$\phi(\infty, t_1)$			0,434	0,683	1,199

$$S_t = S_0 + (S_1 - S_0) \cdot \frac{E_c(t_1)}{E_c(t_0)} \cdot \left[ \frac{\phi(t, t_0) - \phi(t_1, t_0)}{1 + \chi \cdot \phi(t, t_1)} \right]$$

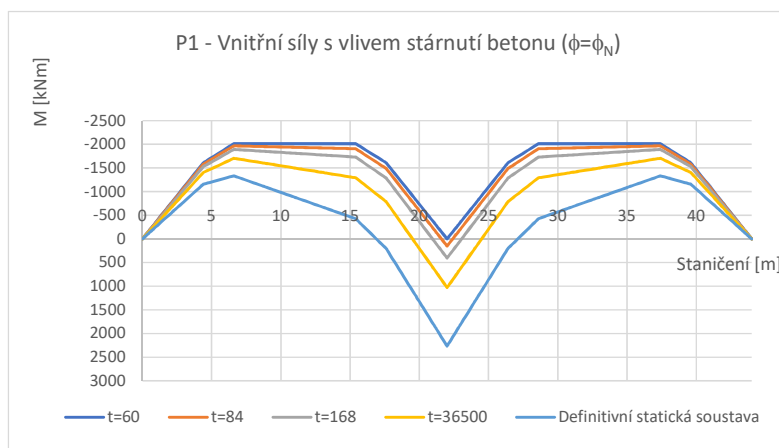
$S_0$  Vnitřní síly ihned po ukončení výstavby (vnitřní síly na prostém nosníku)

$S_1$  Vnitřní síly na definitivní statické soustavě (model rošt)

$t_0$  Stáří betonu při vyvození konstantního stálého zatížení

$t_1$  Stáří betonu při změně statického schématu

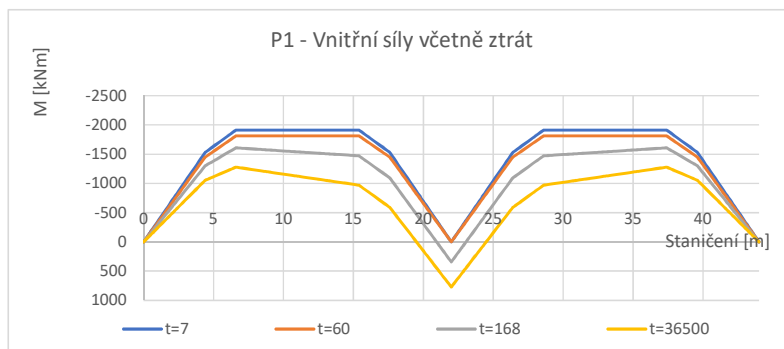
$\chi$  Součinitel stárnutí betonu



#### 4.14.3. Ztráty předpětí v průběhu času

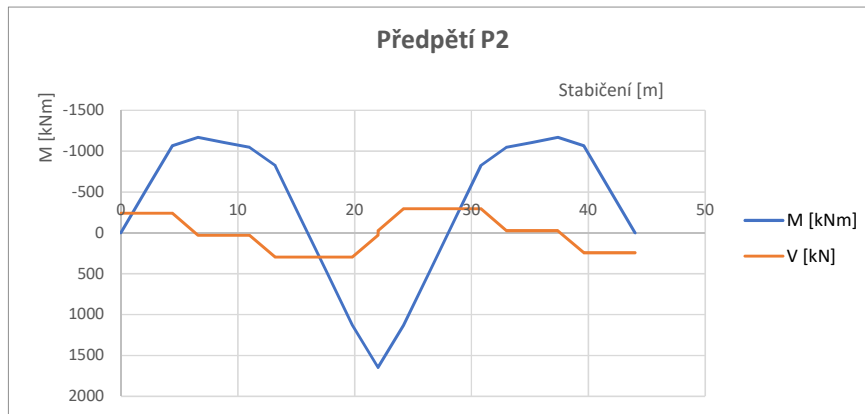
$t_{\text{glob}}$ [dny]	Etapa	Ztráty [%]
7	P1	5
60	P2	10
168	UP	15
36500	KŽ	25

Pozn. vlivem ztrát vzniká ohybový moment, který působí na konstrukci v opačném smyslu než moment od předpětí. Výsledný ohybový moment na konstrukci je tedy součtem ohybových momentů od ztráty předpětí a předpětí s vlivem redistribuce. Pro výpočet napětí je využit moment od ztráty předpětí, který v různých časech působí na průřez s příslušnými průřezovými charakteristikami pro daný čas. Výpočet napětí včetně ztrát viz kap. 5.



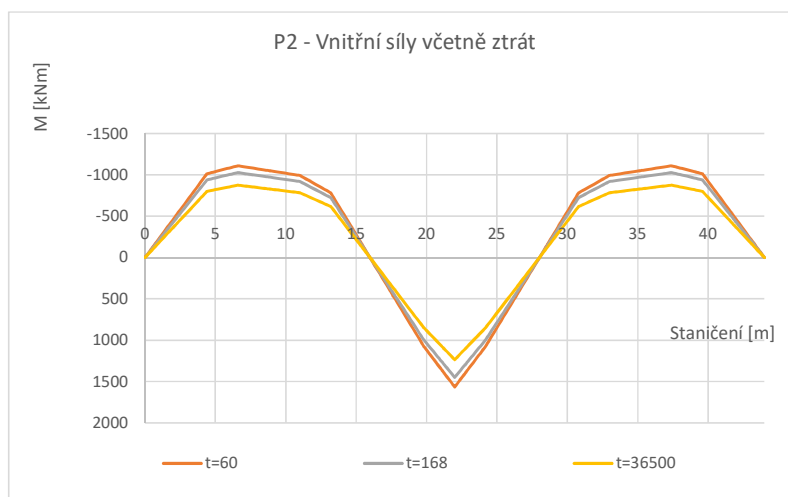
## 4.15. Předpětí P2

### 4.15.1. Vnitřní síly



### 4.15.2. Ztráty předpětí v průběhu času

$t_{glob}$ [dny]	Etapa	Ztráty [%]
60	P2	5
168	UP	12
36500	KŽ	25



## 4.16. Smršťování

### 4.16.1. Výpočet vnitřních sil od smršťování

$t_{glob}$ [dny]	$\varepsilon_{cs,N}(t)$	$\varepsilon_{cs,D}(t)$	$\Delta\varepsilon_{cs}(t)$	$E_{c,D}(t)$ [GPa]	$\sigma_s(t)$ [MPa]	$N(t)$ [kN]	$z(t)$ [m]	$M_{koncový}(t)$ [kNm]
56	0,00016	0,00000	0,00000	-	-	-	-	-
60	0,00016	0,00002	0,00001	31,86762	0,46841	187,266	0,151	28,301
84	0,00019	0,00010	0,00007	21,85988	1,43445	632,991	0,233	147,260
168	0,00026	0,00023	0,00013	17,84563	2,31754	1022,682	0,233	237,918
36500	0,00043	0,00046	0,00018	13,04199	2,36501	1043,629	0,233	242,791

$\varepsilon_{cs,N}$  Celkové poměrné smršťování nosníku

$\varepsilon_{cs,D}$  Celkové poměrné smršťování desky

$E_{c,D}(t)$  Modul pružnosti betonu desky včetně vlivu dotvarování betonu

$\sigma_s$  Napětí v desce

$N$  Normálové síla v desce

$z$  Rameno působící síly v desce vzhledem k těžišti ideálního průřezu

$M_{koncový}$  Koncový moment vyvolaný smršťováním betonu



Použité vzorce:

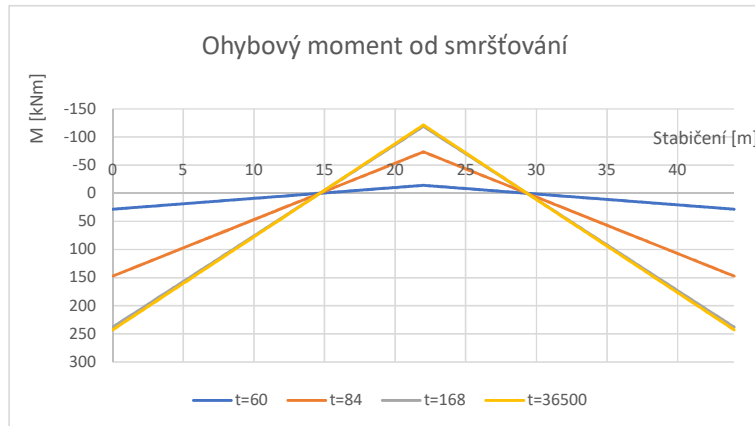
$$\Delta \varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{cs,D}(t) - (\varepsilon_{cs,N}(t) - \varepsilon_{cs,N}(56))$$

$$\sigma_s(t) = \Delta \varepsilon_{cs}(t) \cdot E_{c,D}(t)$$

$$N(t) = \sigma_s(t) \cdot A_{i,D}(t)$$

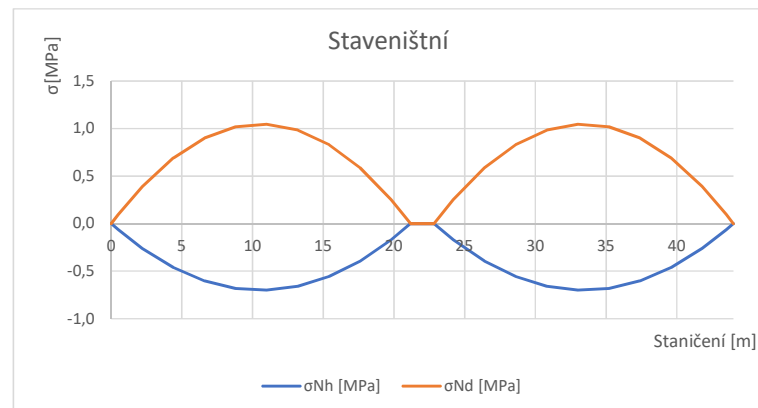
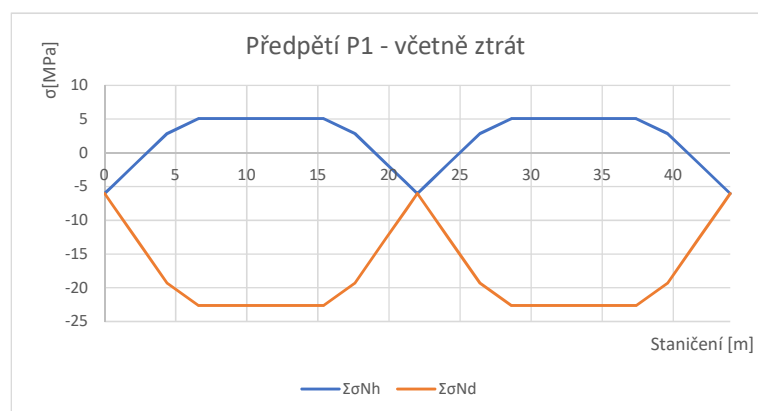
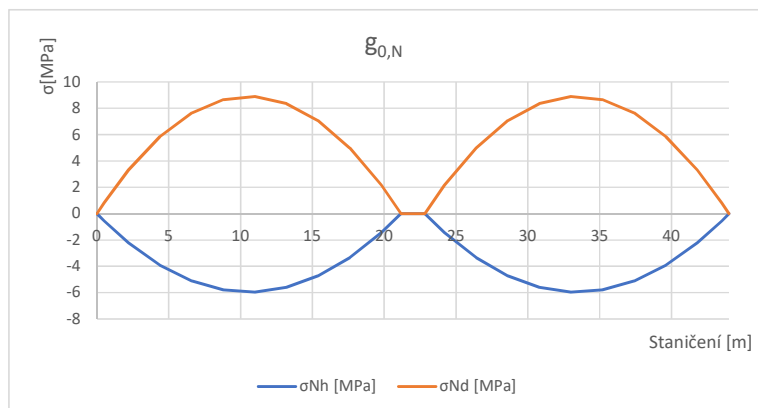
$$z(t) = z_{T,i,D}(t) - z_{T,i}(t)$$

$$M_{koncový}(t) = N(t) \cdot z(t)$$

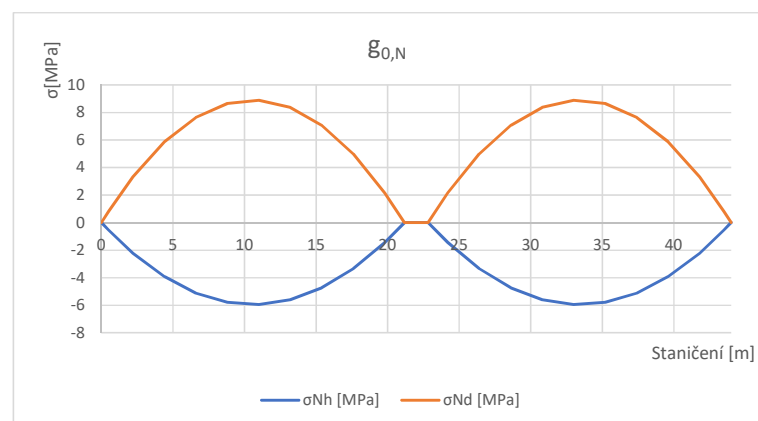


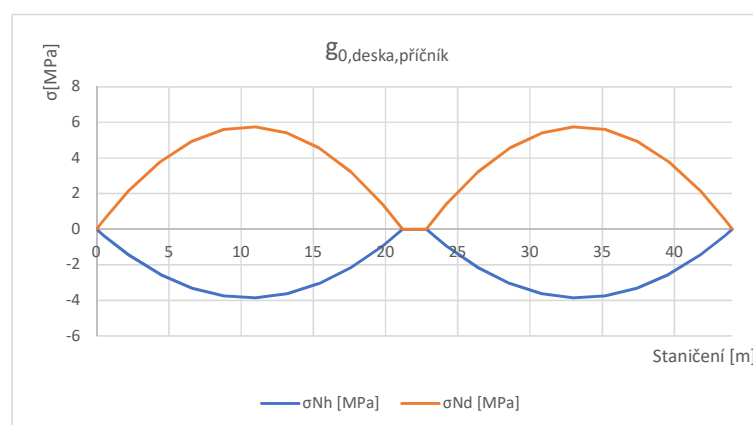
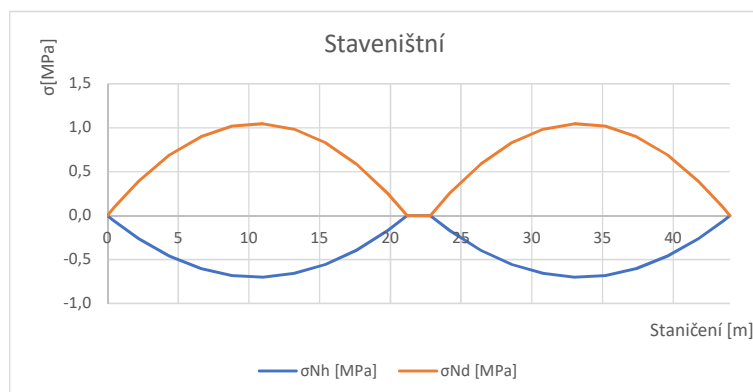
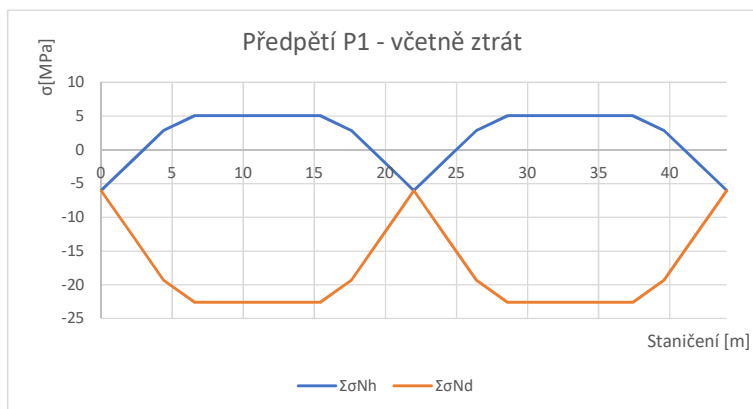
## 5. Napětí na průřezu pro jednotlivé časy a typy zatížení

### 5.1. Čas $t_{glob} = 7$ dní (vnesení $g_{0,N}$ + předpětí P1)

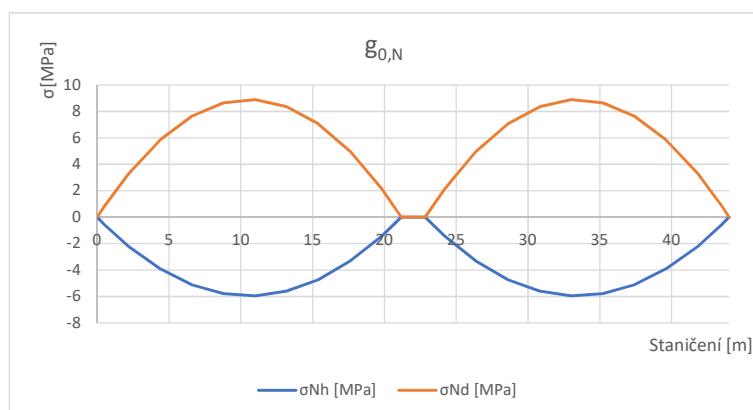


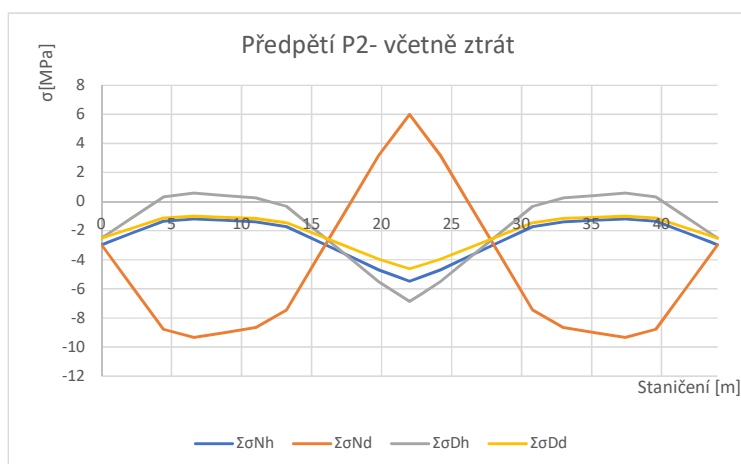
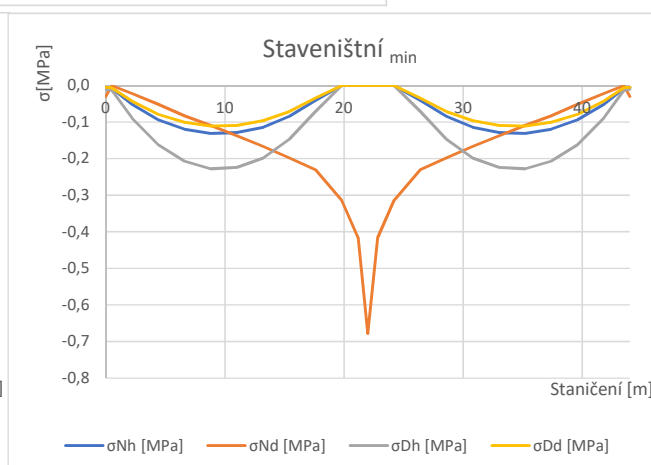
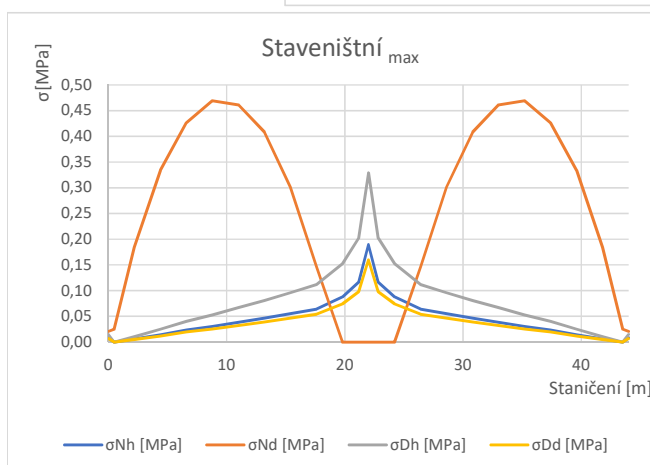
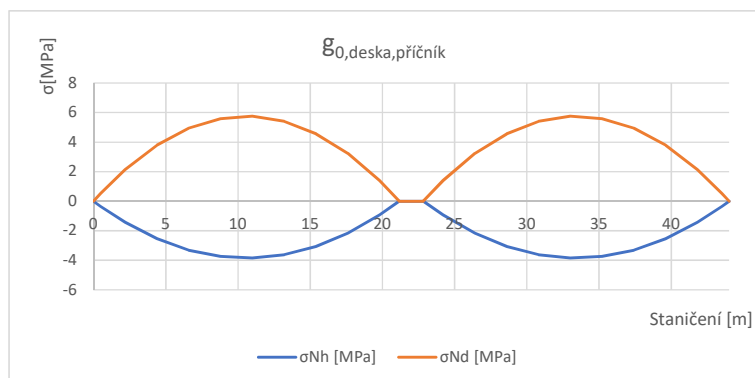
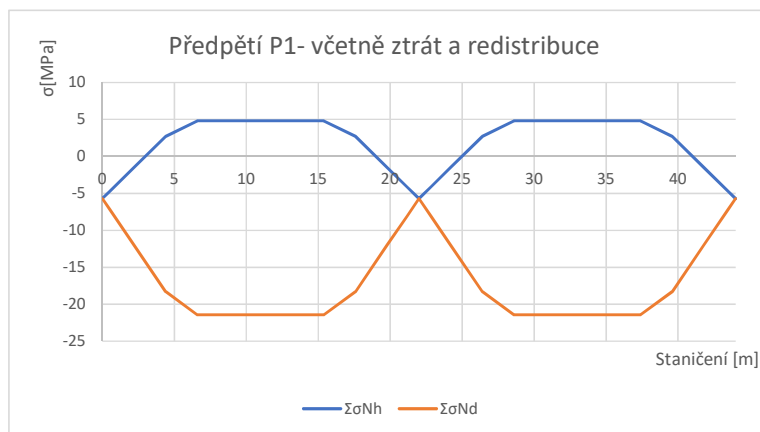
### 5.2. Čas $t_{glob} = 56$ dní ( $g_{0,D}$ - betonáž desky)

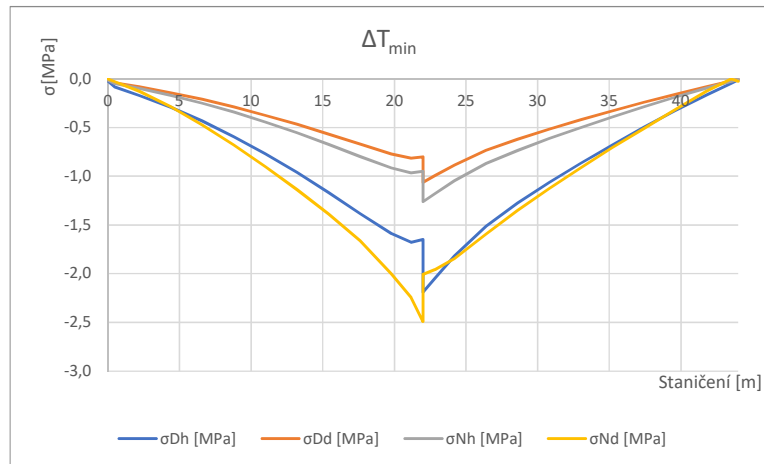
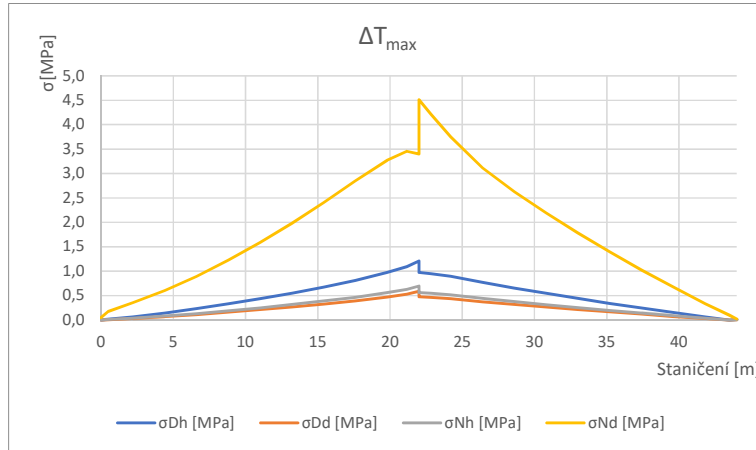




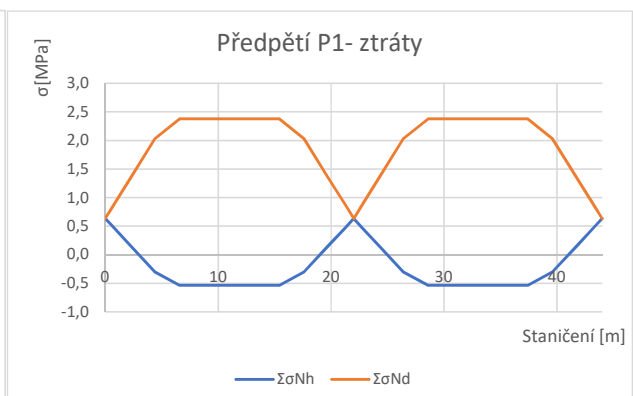
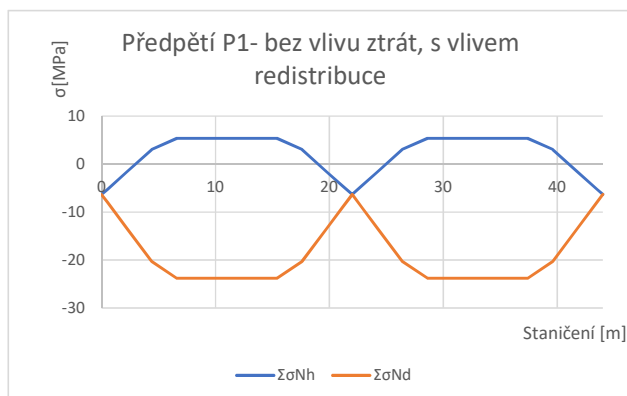
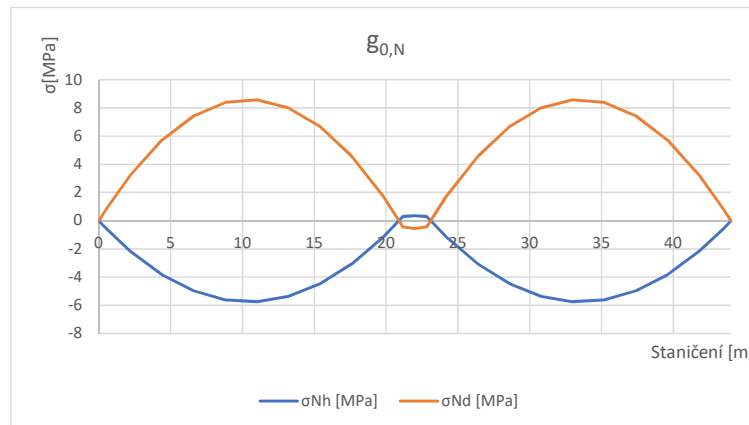
### 5.3. Čas $t_{glob} = 60$ dní (vnesení předpětí P2)

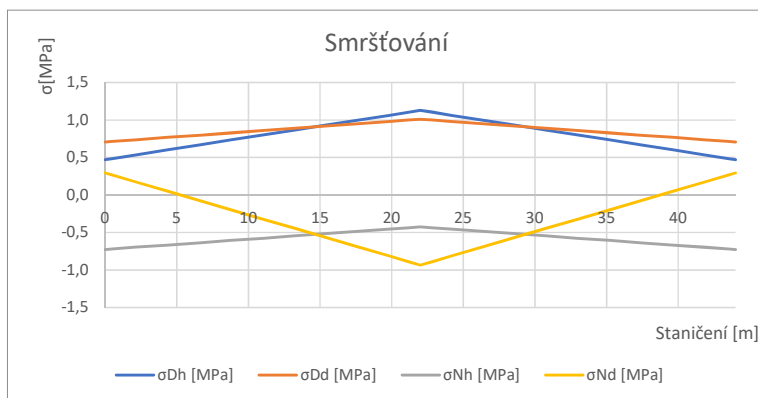
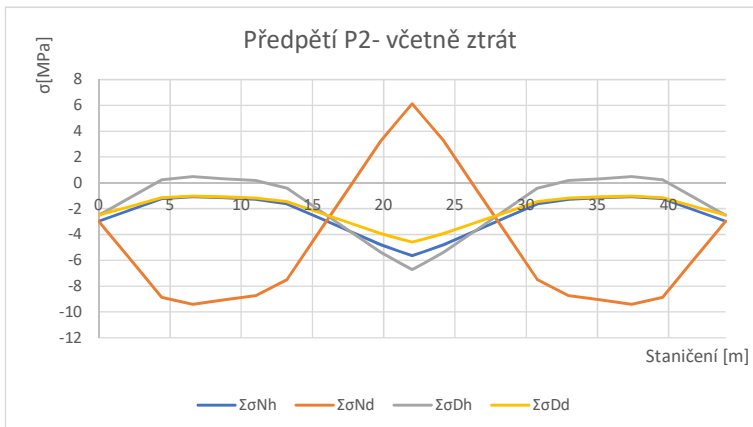
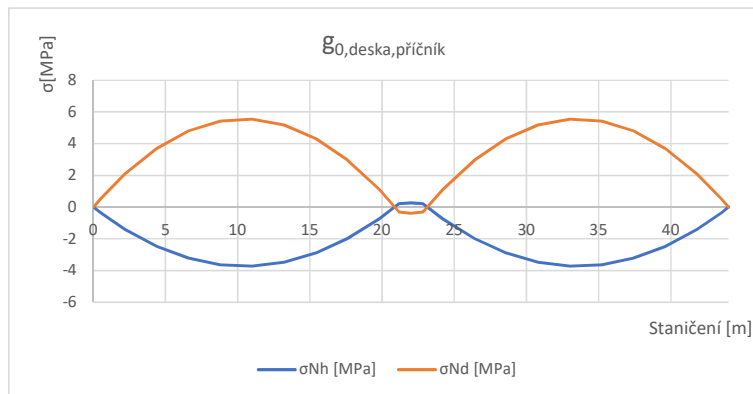
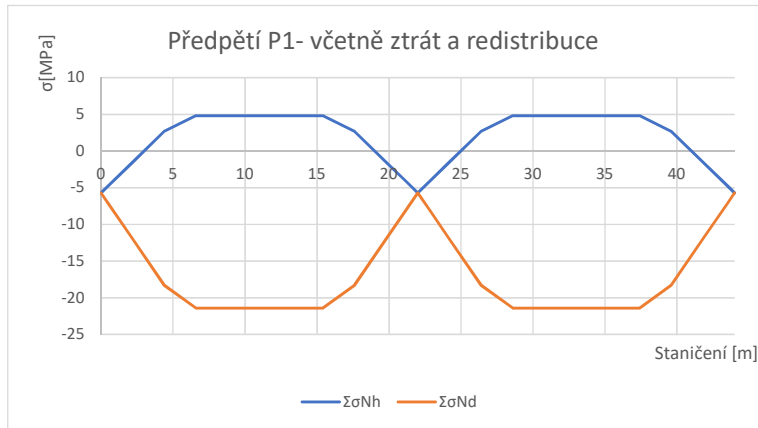


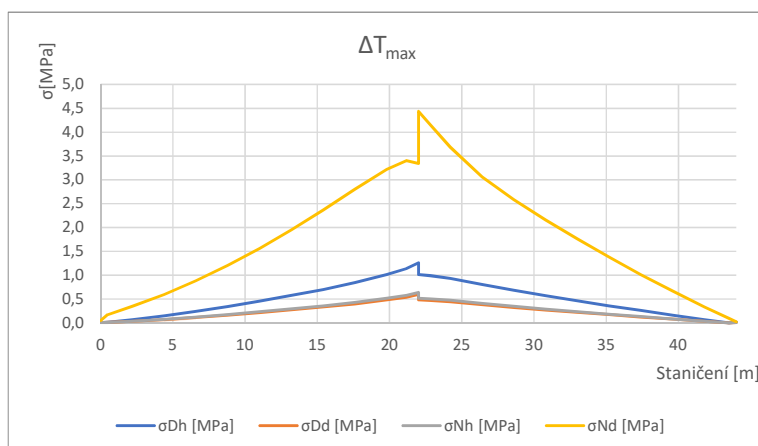
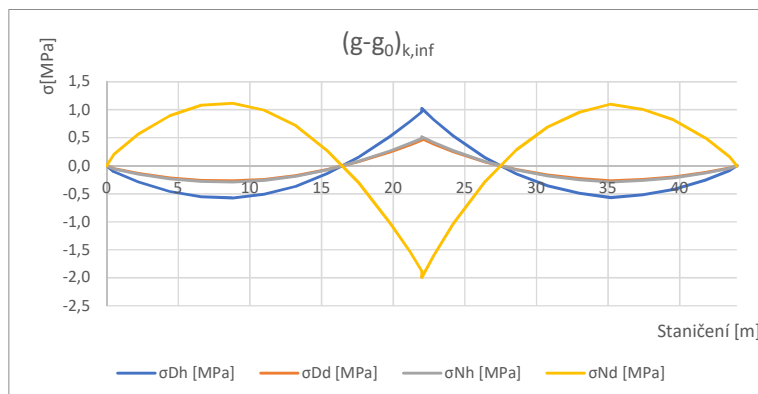
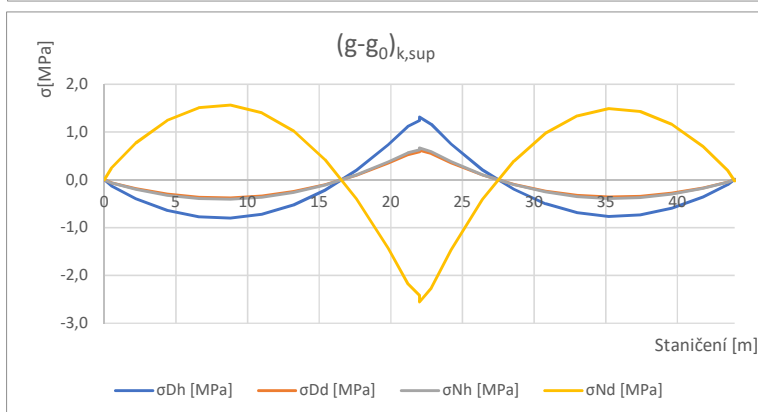
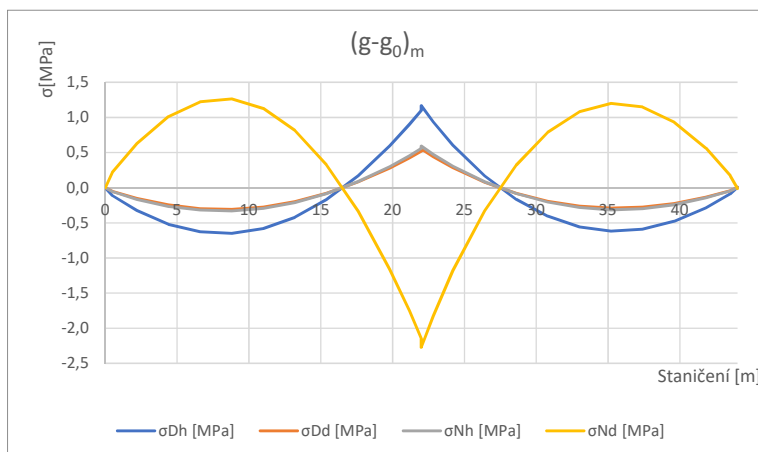


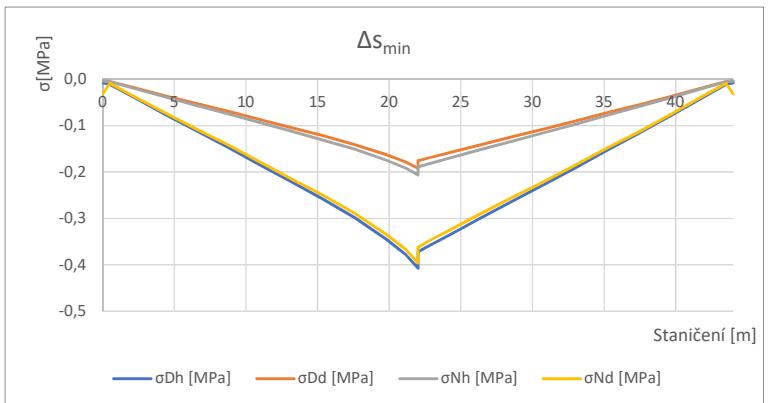
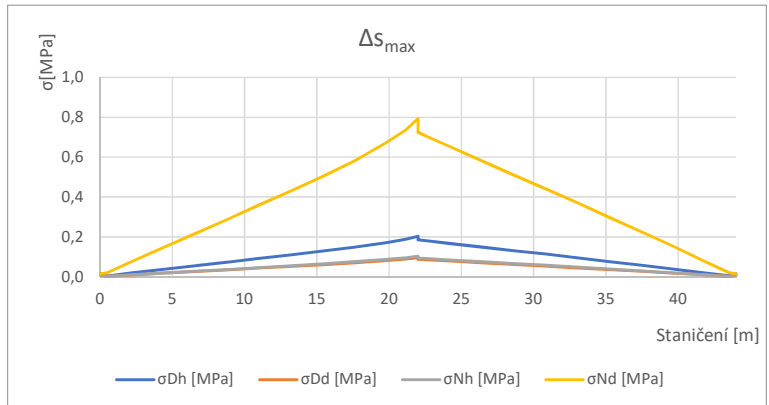
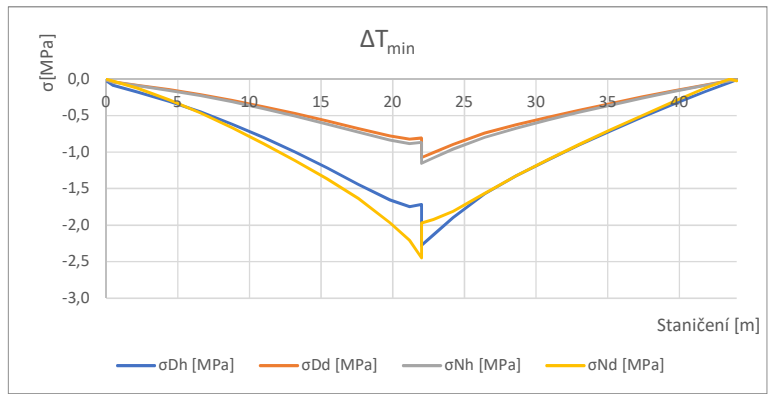


#### 5.4. Čas $t_{\text{glob}} = 84$ dní (vnesení ( $g-g_0$ ))

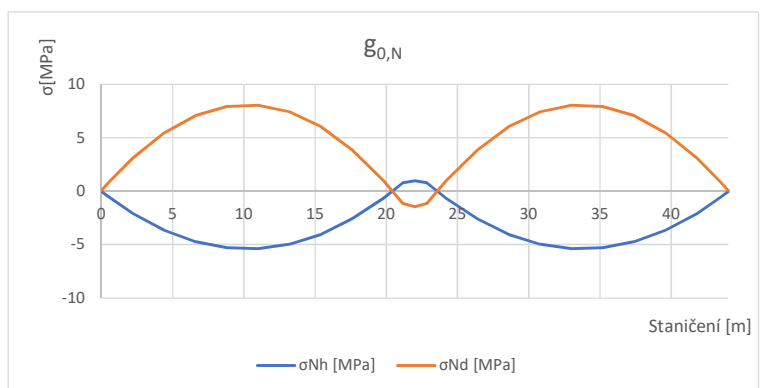




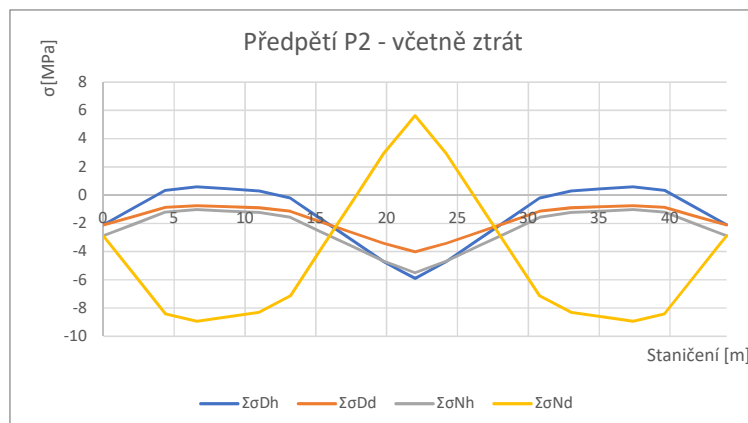
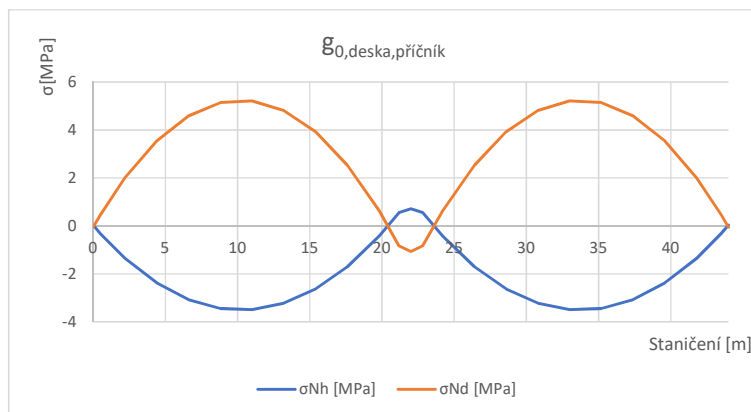
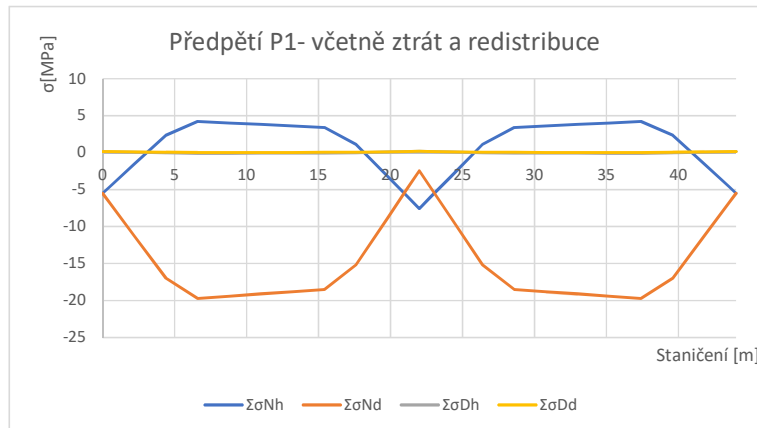
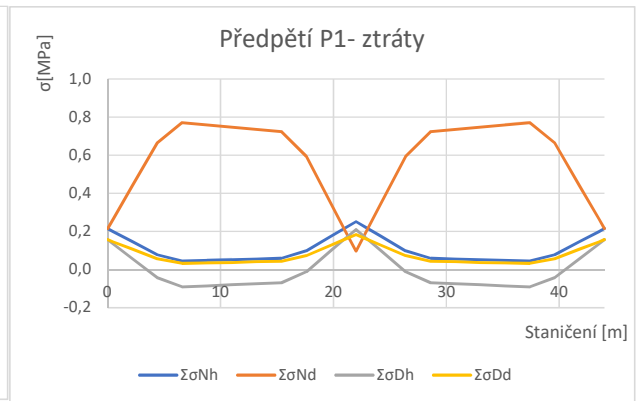
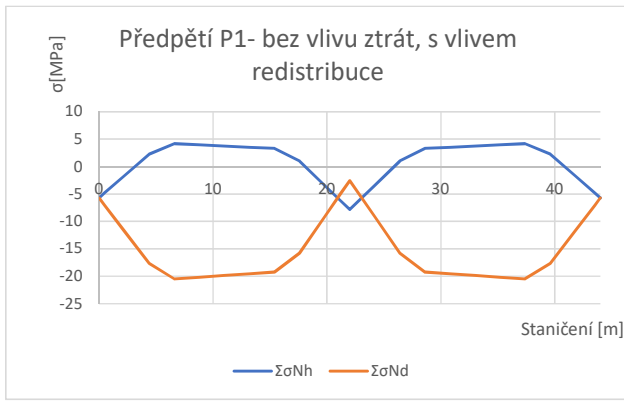


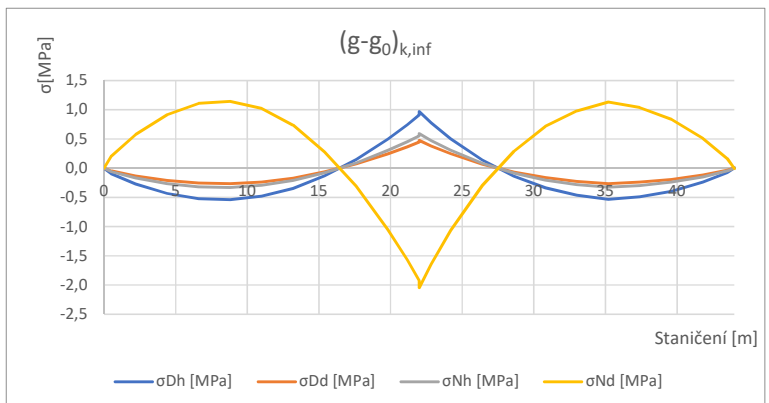
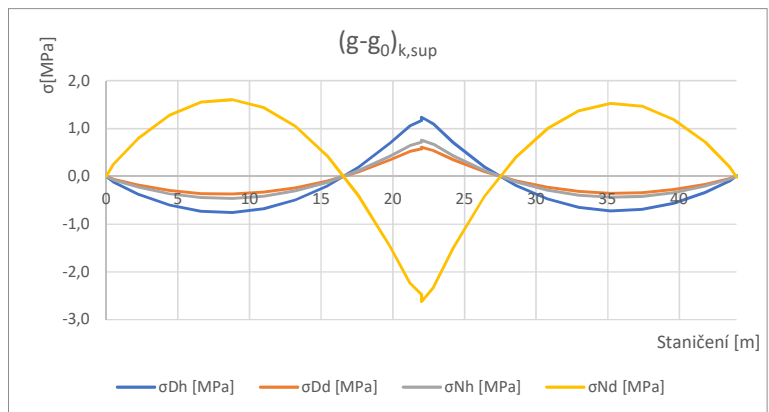
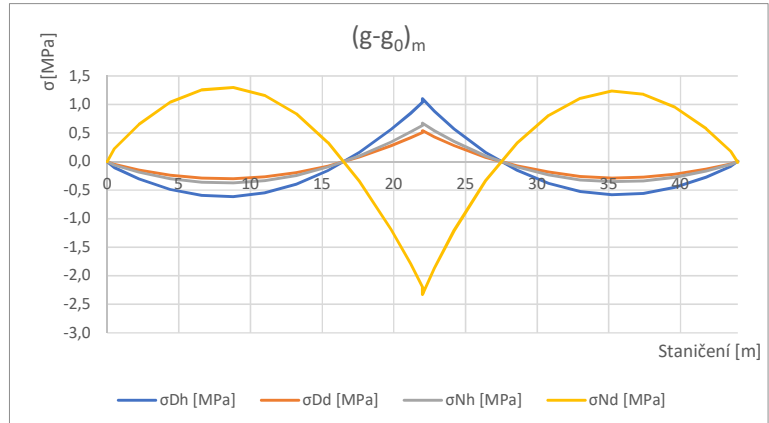
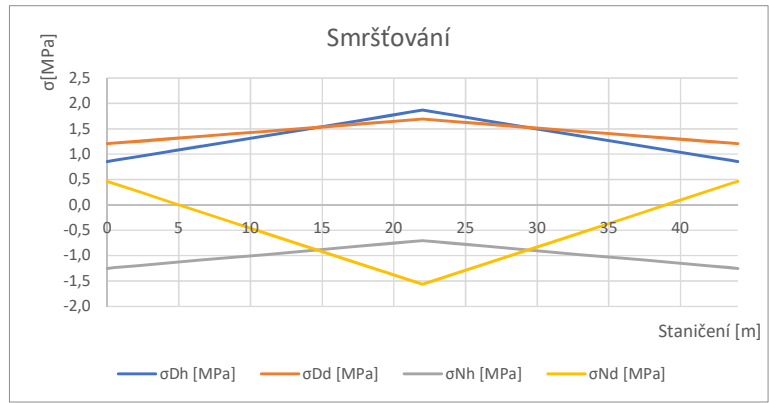


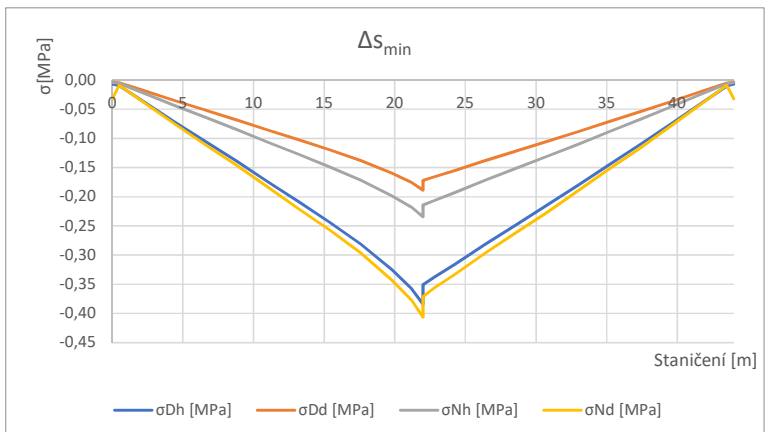
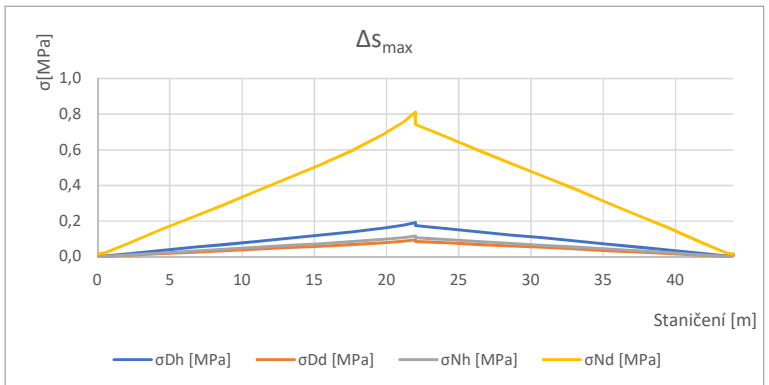
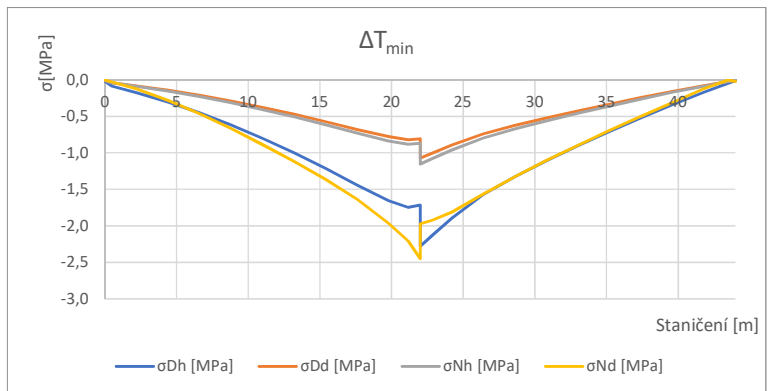
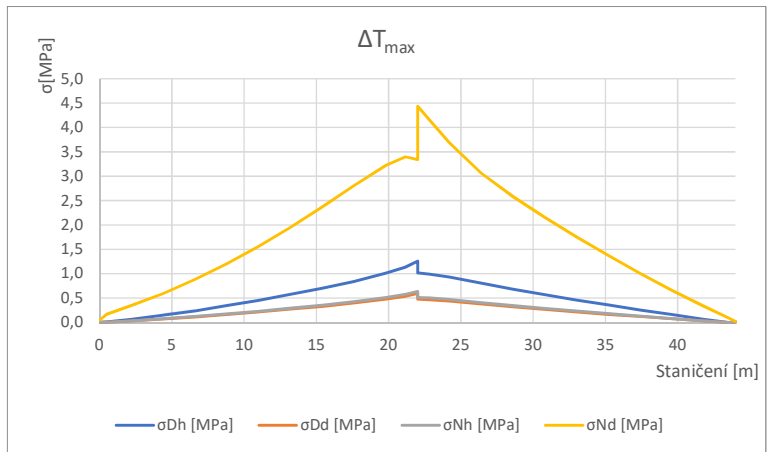
### 5.5. Čas $t_{\text{glob}} = 168$ dní (uvedení do provozu - UP)

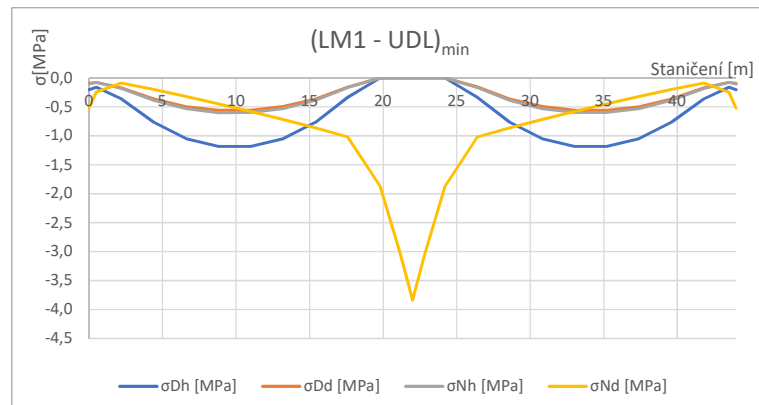
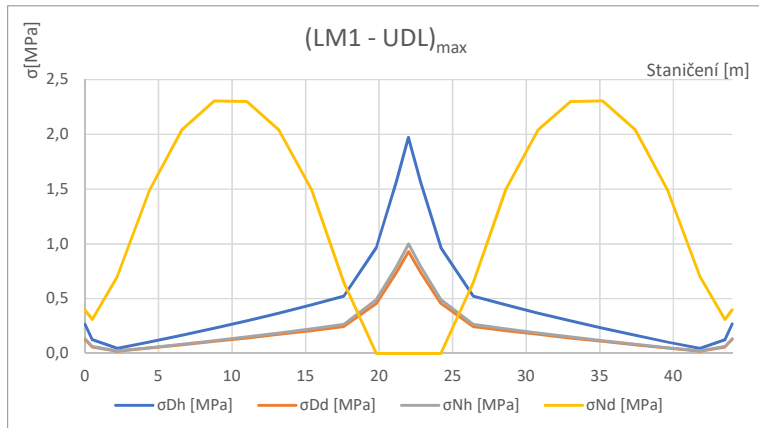
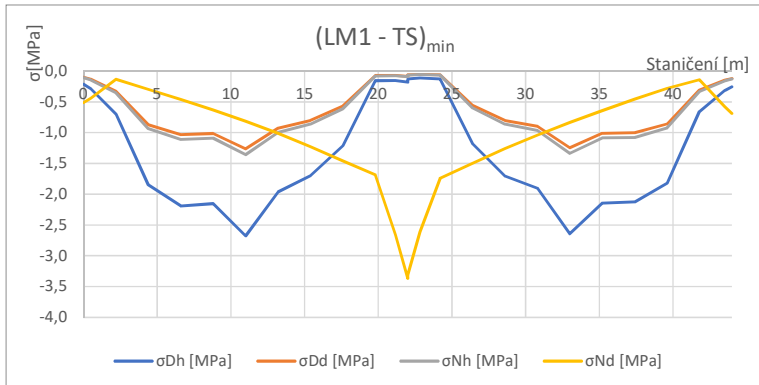
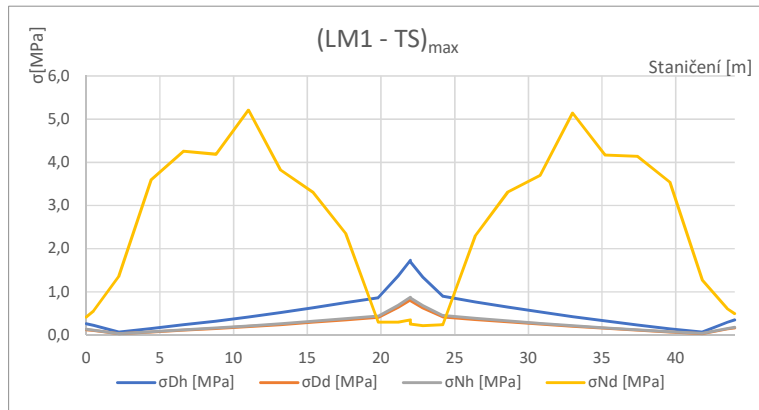


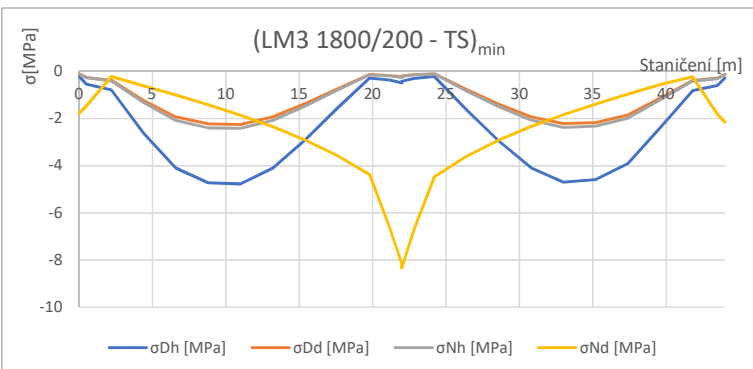
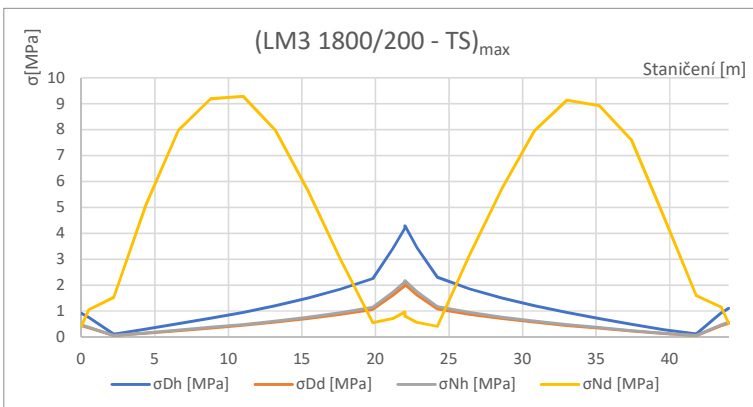
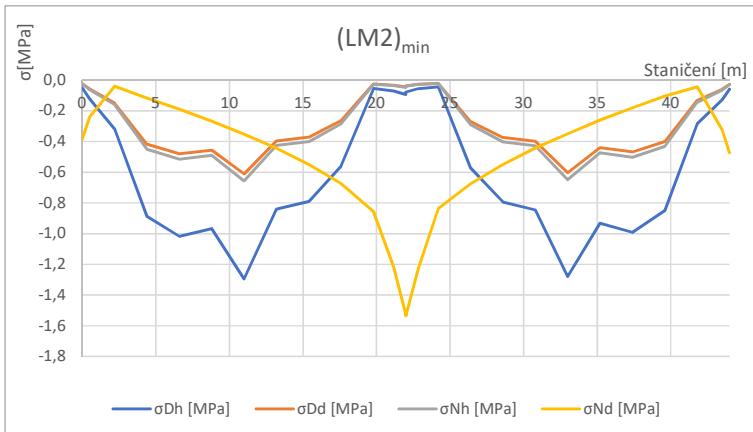
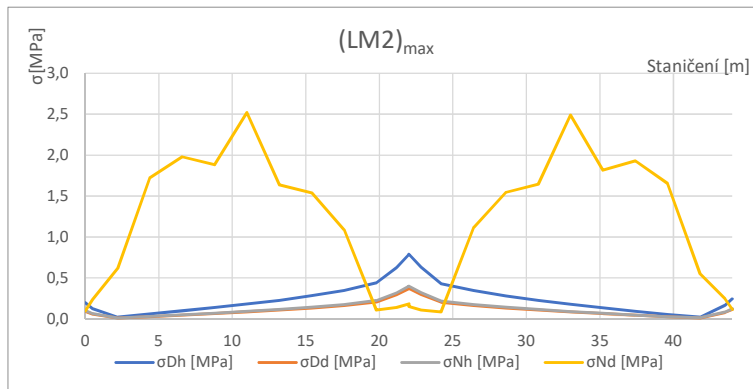


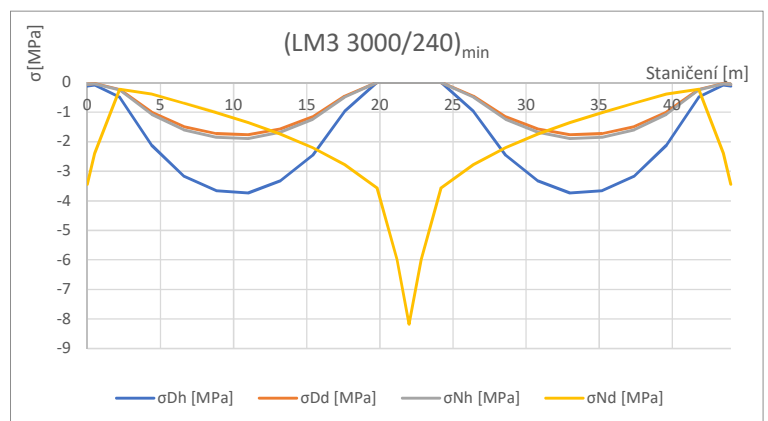
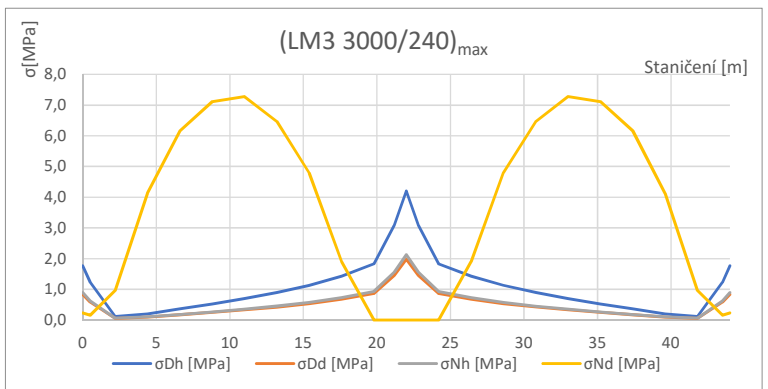
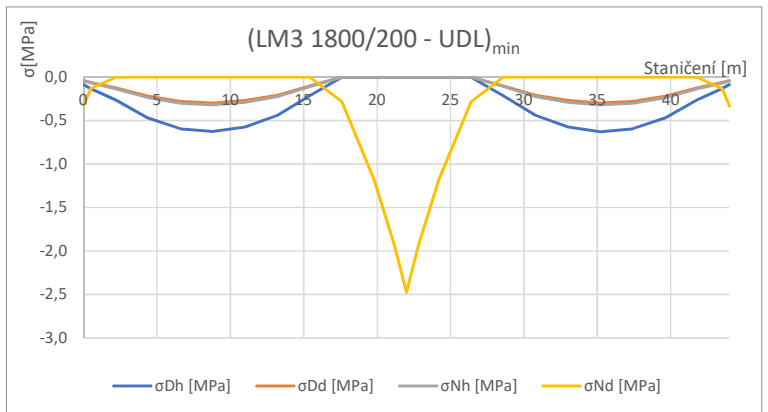
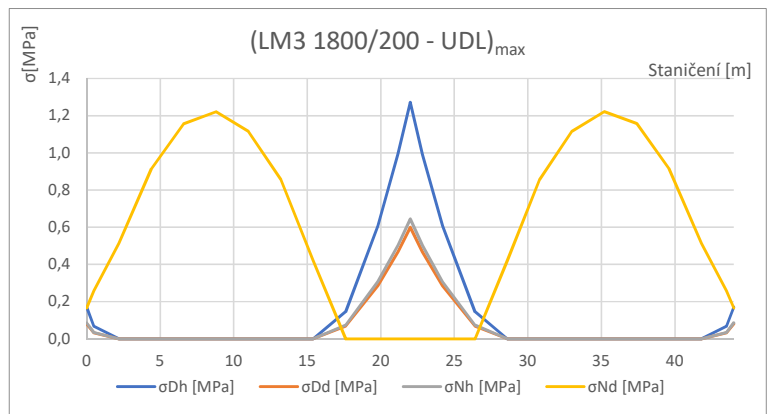


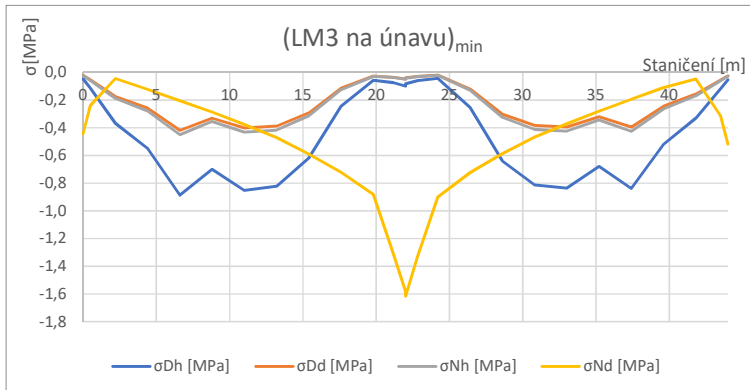
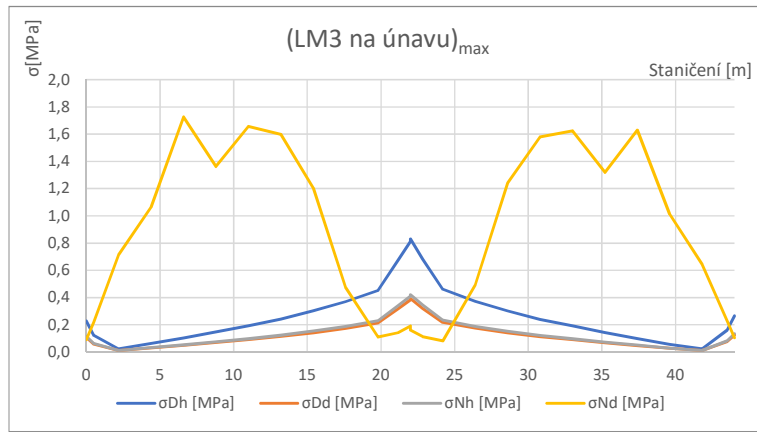




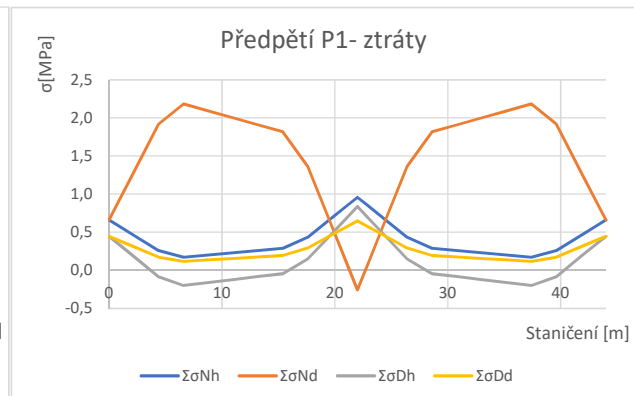
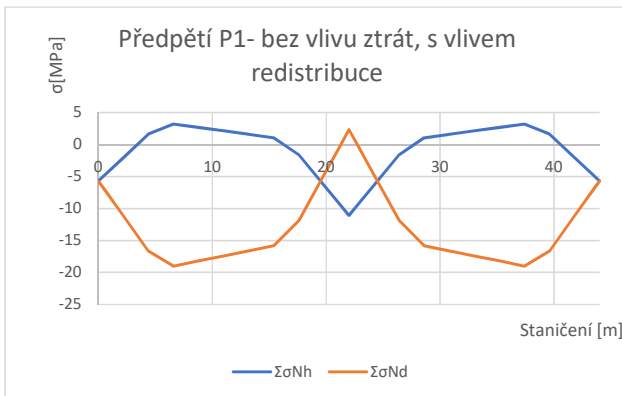
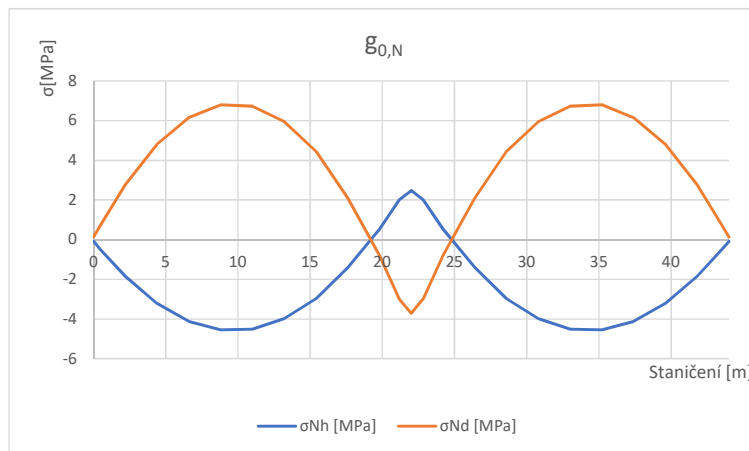


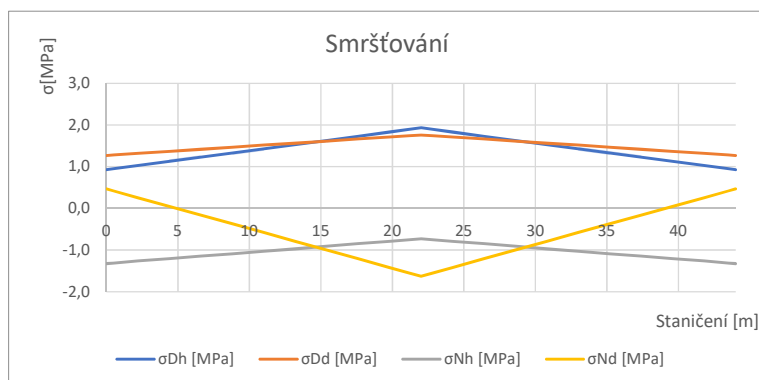
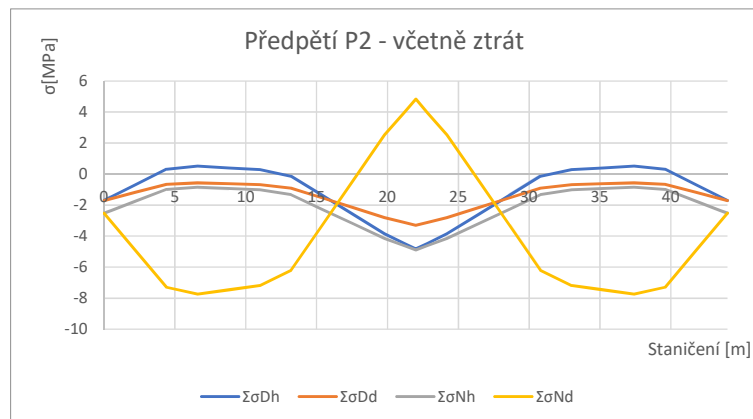
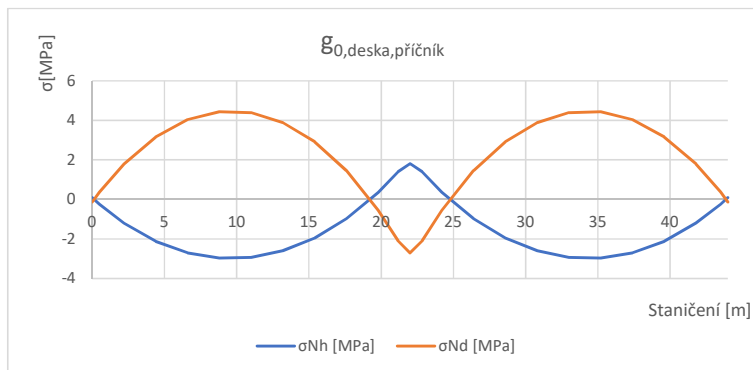
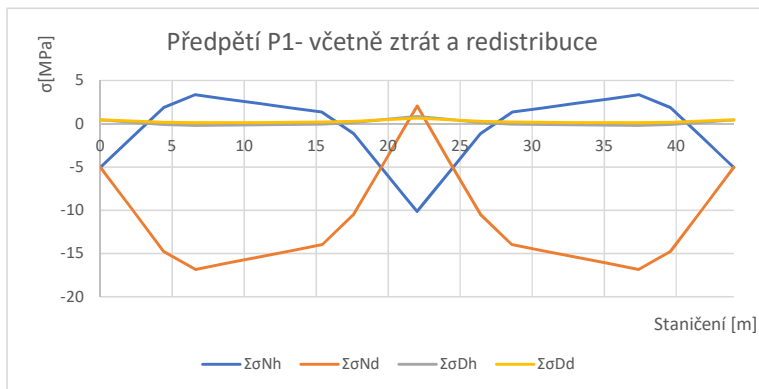




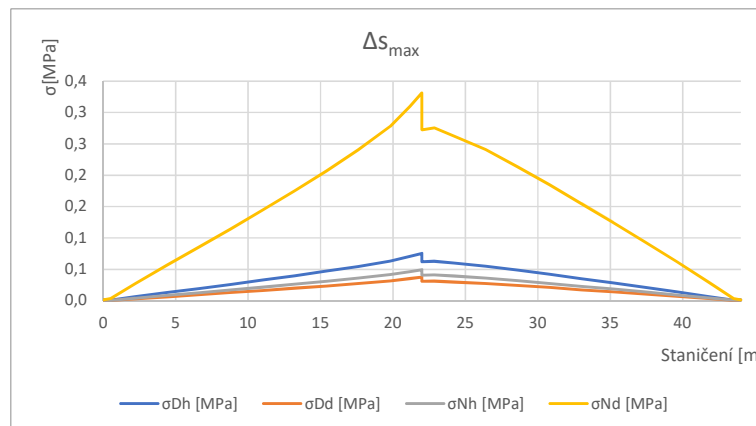
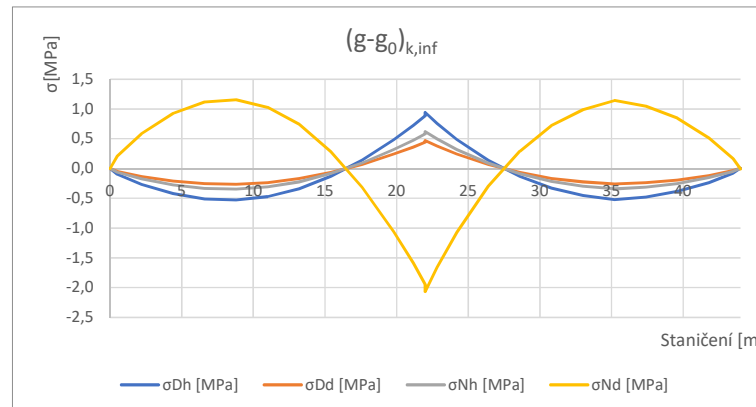
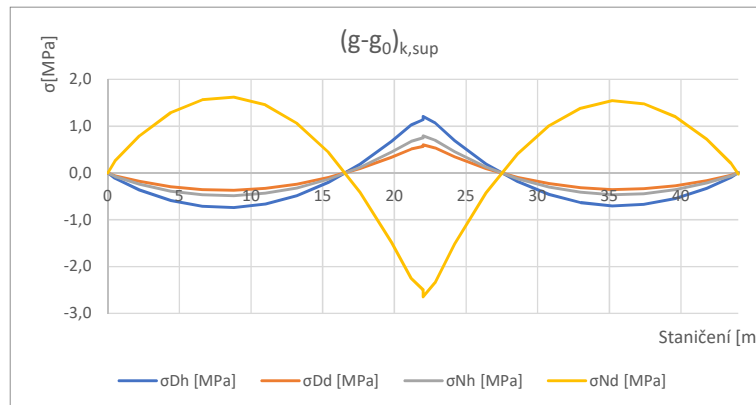
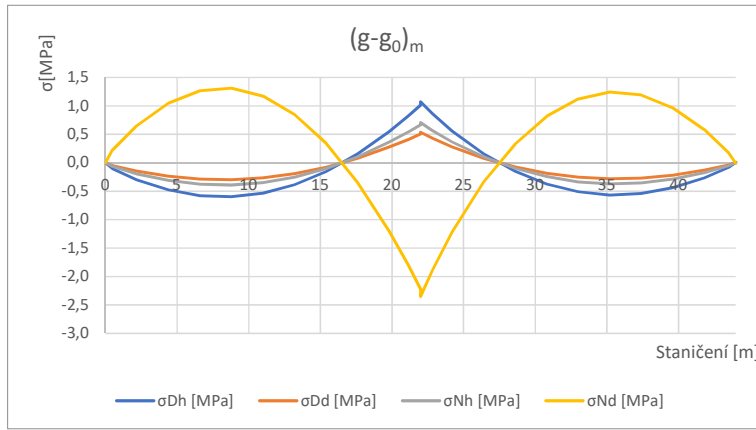


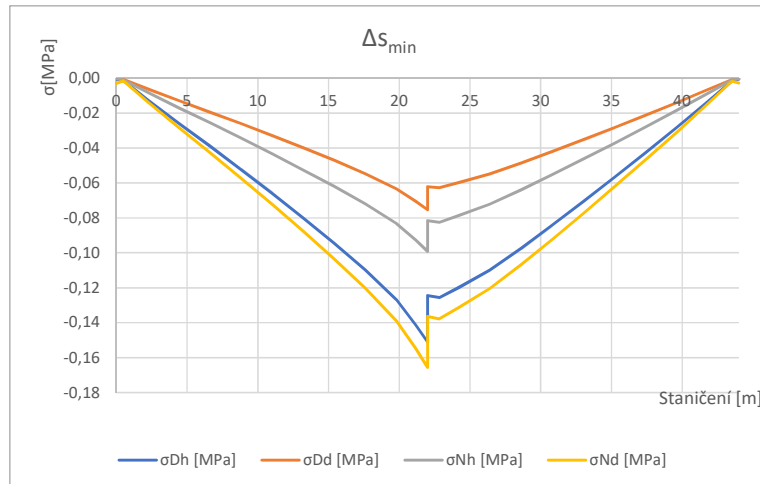
### 5.6 Čas $t_{glob} = 36500$ dní (konec životnosti konstrukce - KŽ)











### $\Delta T_{\text{heat}}$

viz graf " $\Delta T_{\text{heat}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 84$  dní

### $\Delta T_{\text{cool}}$

viz graf " $\Delta T_{\text{cool}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 84$  dní

### $(\text{LM1} - \text{TS})_{\text{max}}$

viz graf " $(\text{LM1} - \text{TS})_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM1} - \text{UDL})_{\text{max}}$

viz graf " $(\text{LM1} - \text{UDL})_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $\text{LM2}_{\text{max}}$

viz graf " $\text{LM2}_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{TS})_{\text{max}}$

viz graf " $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{TS})_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{UDL})_{\text{max}}$

viz graf " $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{UDL})_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 } 3000/240)_{\text{max}}$

viz graf " $(\text{LM3 } 3000/240)_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 na únavu})_{\text{max}}$

viz graf " $(\text{LM3 na únavu})_{\text{max}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM1} - \text{TS})_{\text{min}}$

viz graf " $(\text{LM1} - \text{TS})_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM1} - \text{UDL})_{\text{min}}$

viz graf " $(\text{LM1} - \text{UDL})_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $\text{LM2}_{\text{min}}$

viz graf " $\text{LM2}_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{TS})_{\text{min}}$

viz graf " $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{TS})_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{UDL})_{\text{min}}$

viz graf " $(\text{LM3 } 1800/200 - \text{UDL})_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 } 3000/240)_{\text{min}}$

viz graf " $(\text{LM3 } 3000/240)_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

### $(\text{LM3 na únavu})_{\text{min}}$

viz graf " $(\text{LM3 na únavu})_{\text{min}}$ " v čase  $t_{\text{glob}} = 168$  dní

## 5.7. Přehled napětí od stálých zatížení

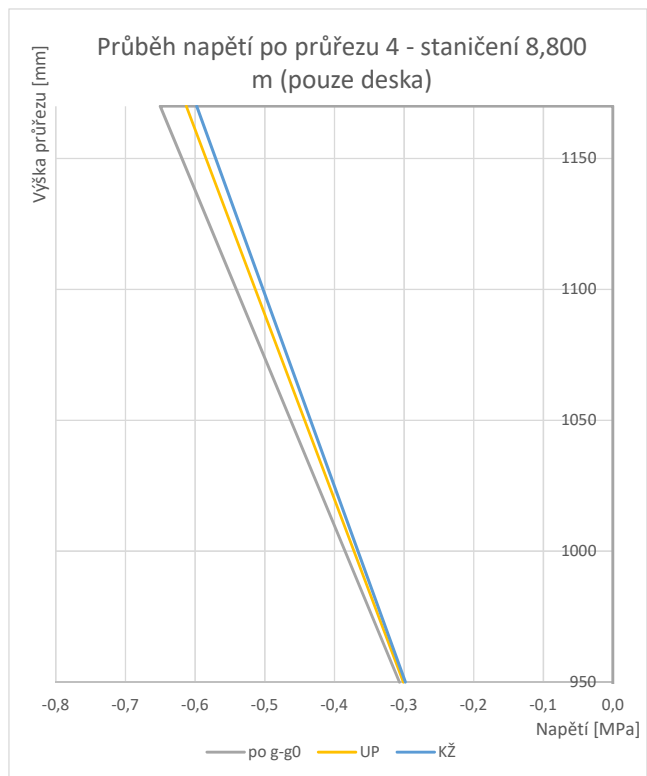
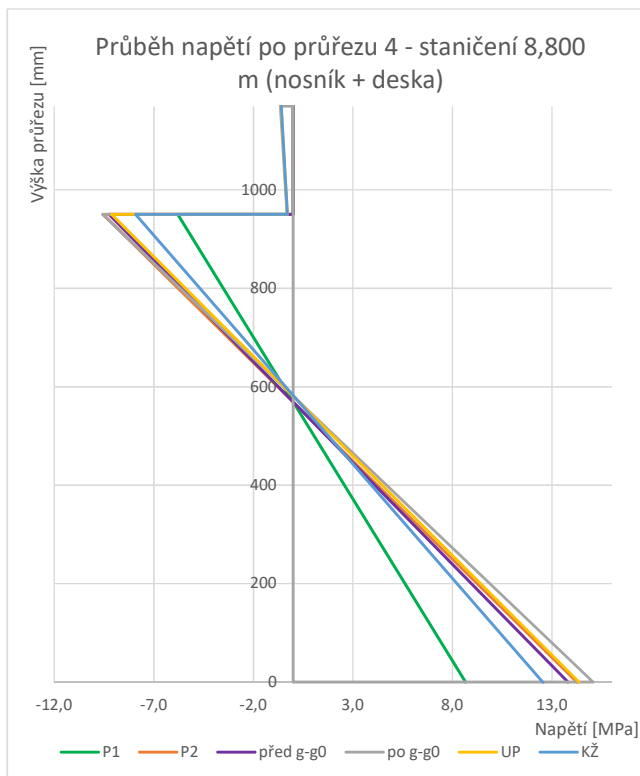
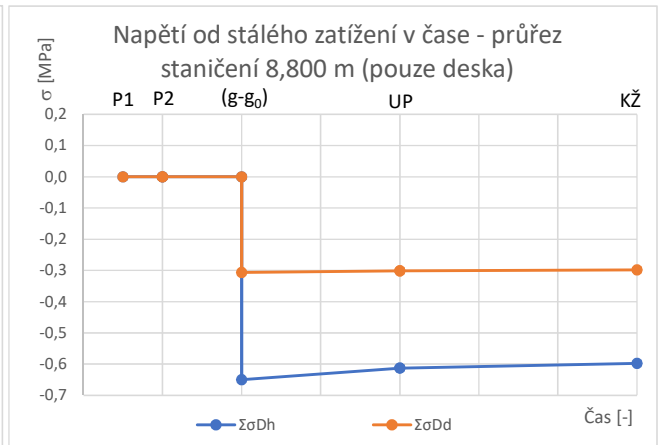
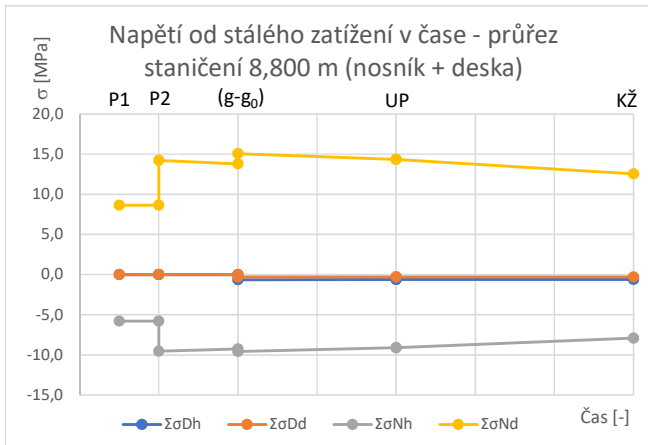
Pro přehlednou ukázkou vývoje napětí v čase jsou vybrána pouze stálá zatížení a jejich celkové součty napětí v daných časech. Jako ukázkový průřez v poli je vybrán průřez se staničením 8,800 m, což odpovídá  $0,4 \cdot L$ . Jako druhý průřez je vybrán průřez nad podporou ve staničení 22,000 m.

### 5.7.1. Vlastní tíha nosné konstrukce a ostatní stálé zatížení

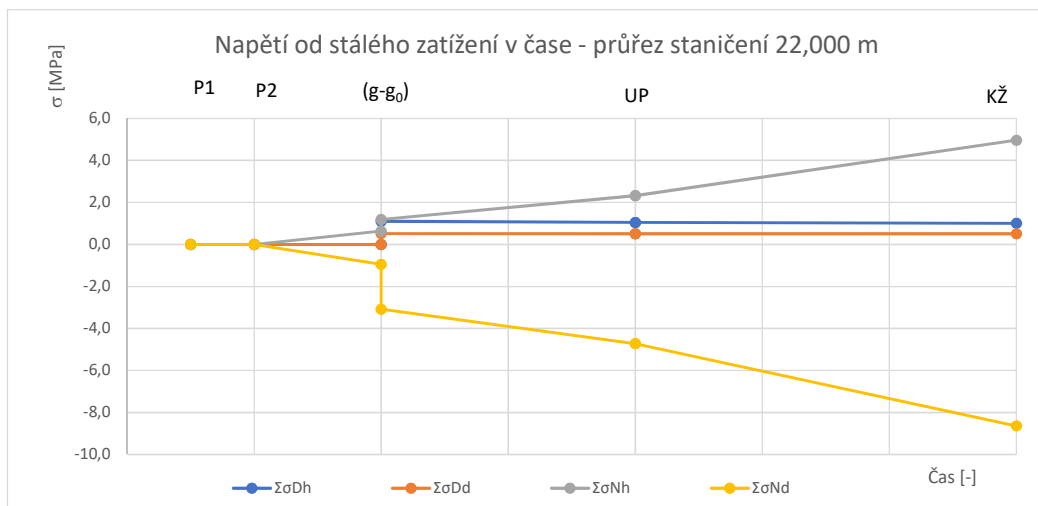
Jsou zahrnuta následující zatížení:

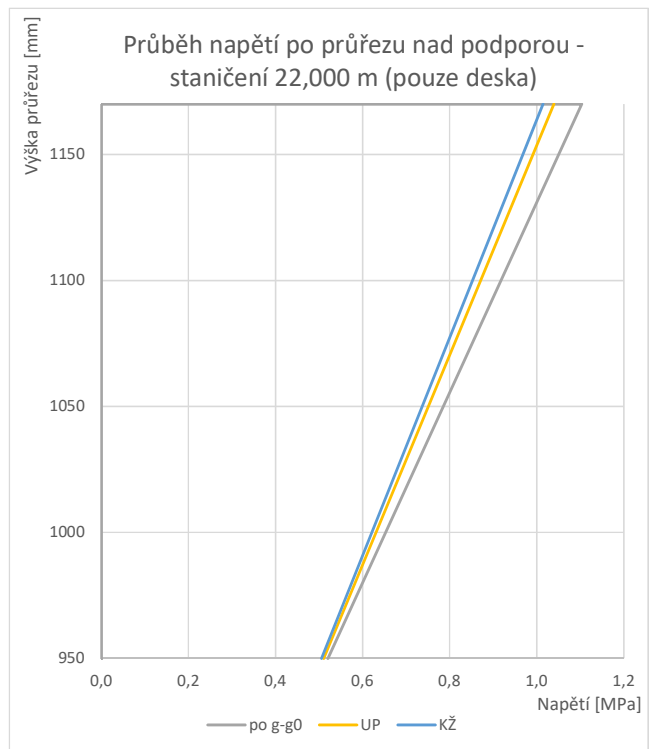
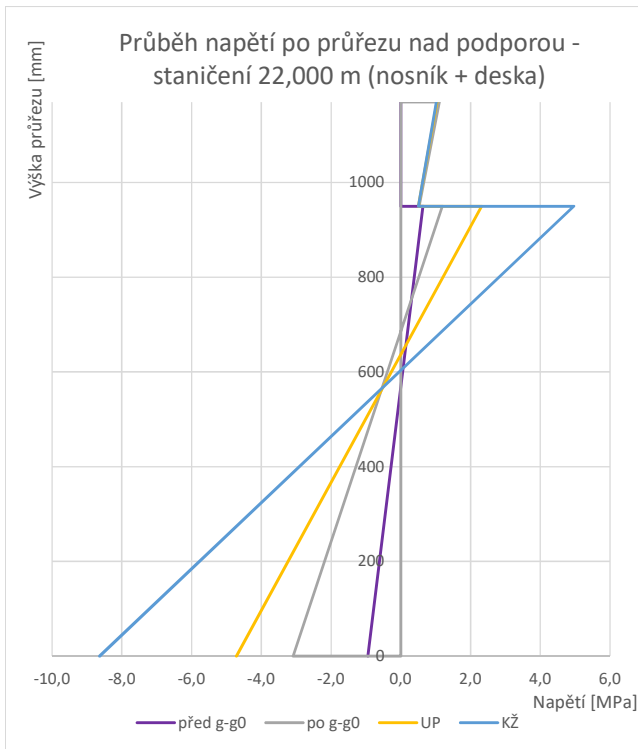
- Vlastní tíha nosné konstrukce  $g_{0,N}$ ,  $g_{0,D}$
- Ostatní stálé zatížení  $(g-g_0)_m$

**Průřez 4 - staničení 8,800 m**



**Průřez nad podporou - staničení 22,000 m**



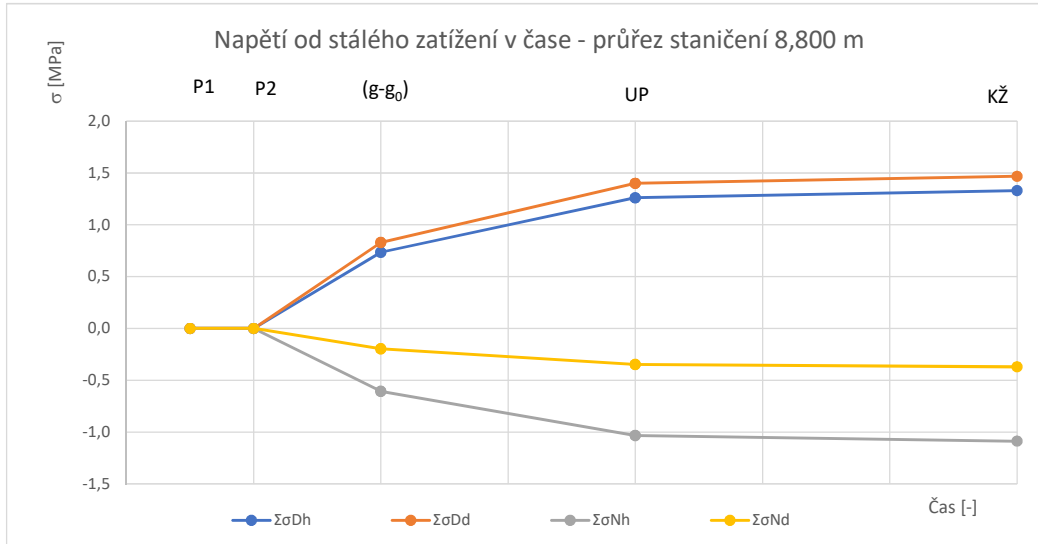


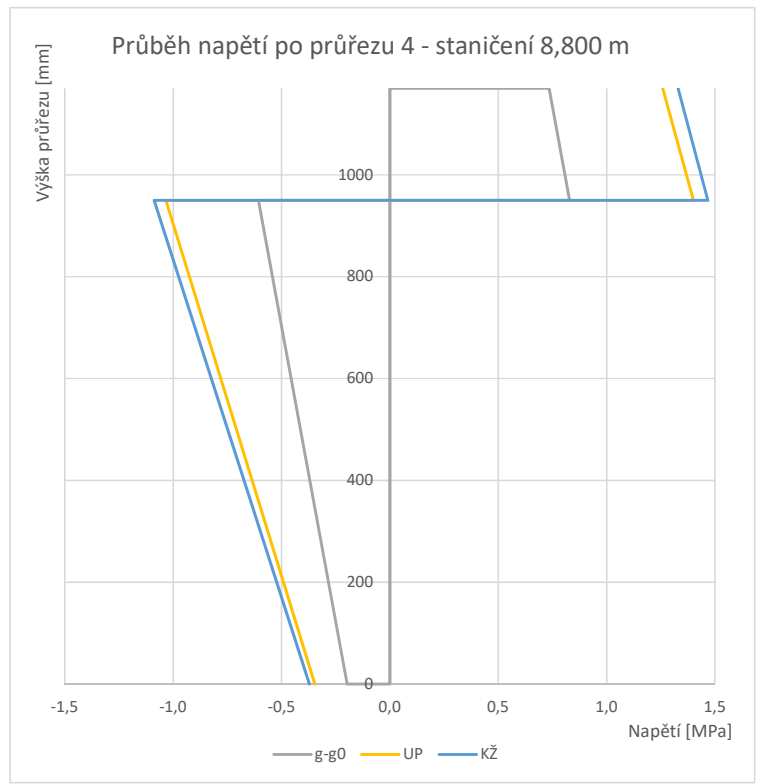
### 5.7.2. Smršťování

Jsou zahrnuta následující zatížení:

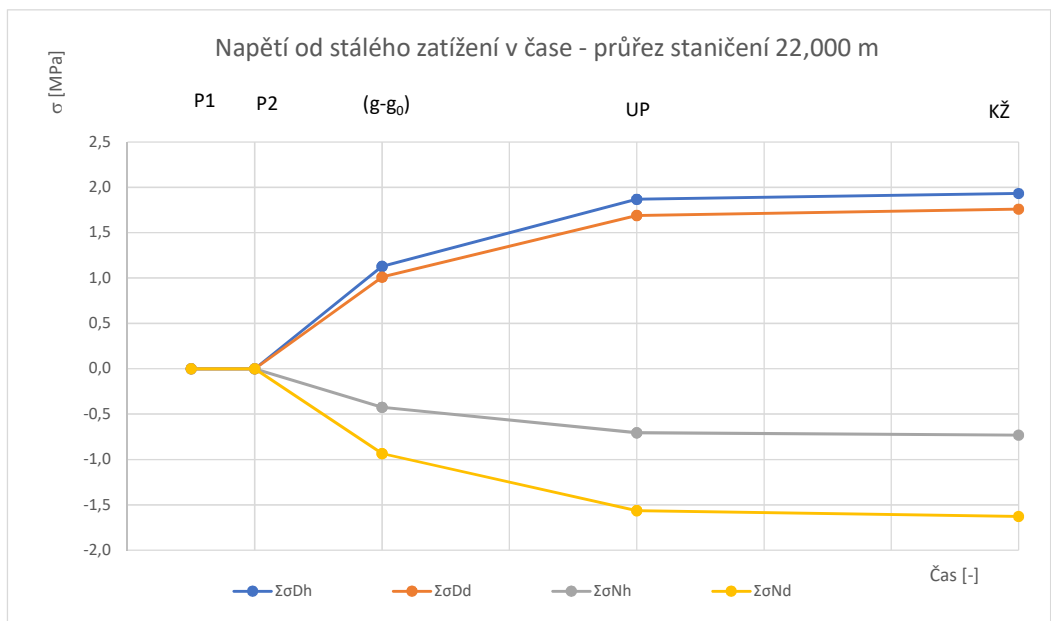
- Smršťování

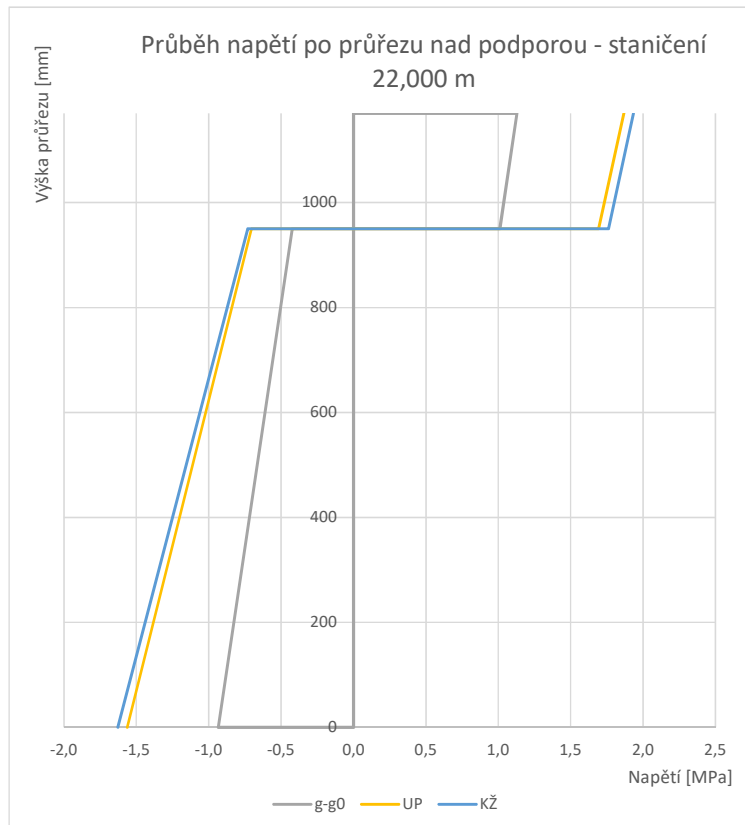
#### Průřez 4 - staničení 8,800 m





**Průřez nad podporou - staničení 22,000 m**



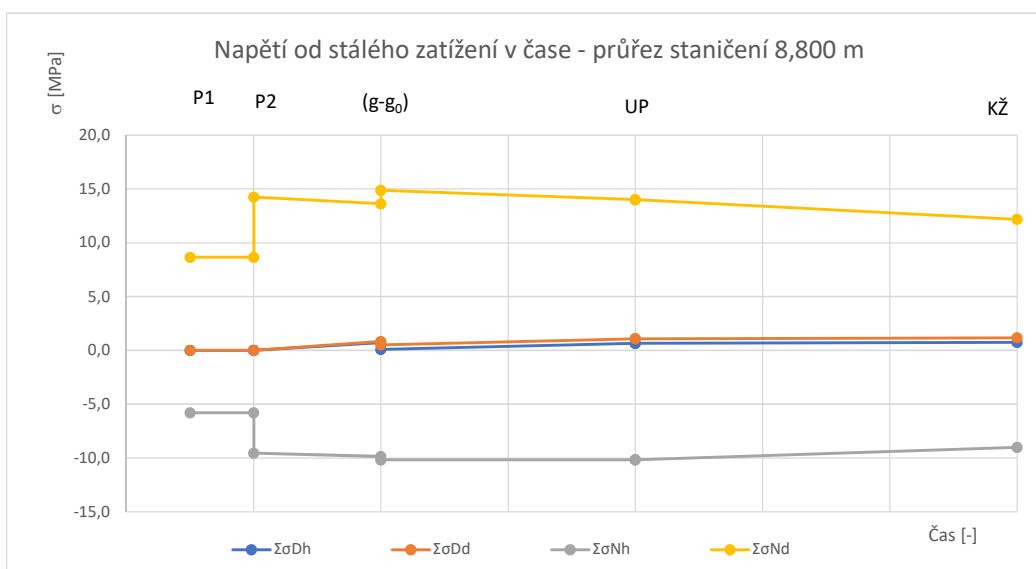


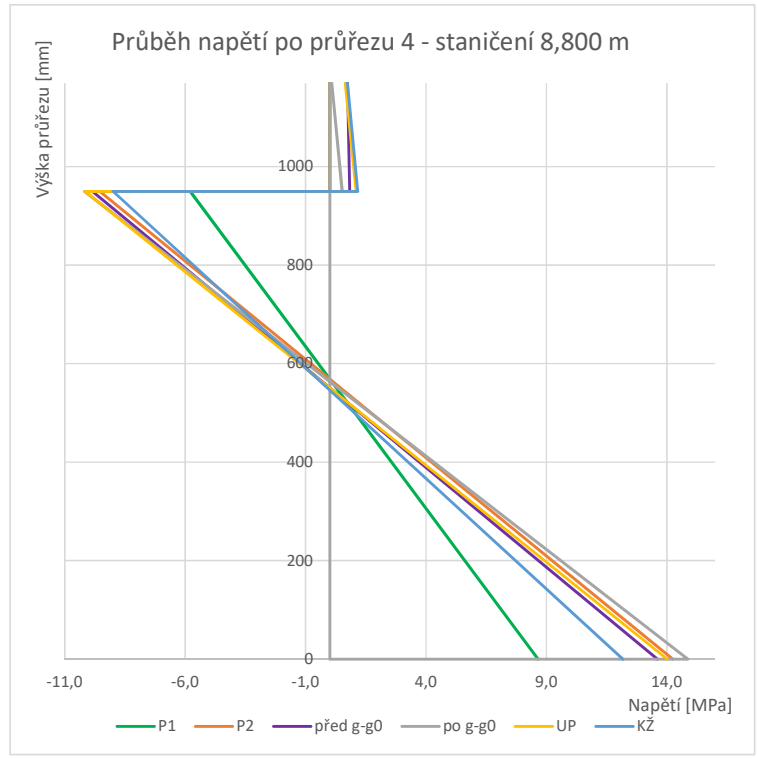
### 5.7.3. Vlastní tíha nosné konstrukce, ostatní stálé zatížení a smršťování

Jsou zahrnuta následující zatížení:

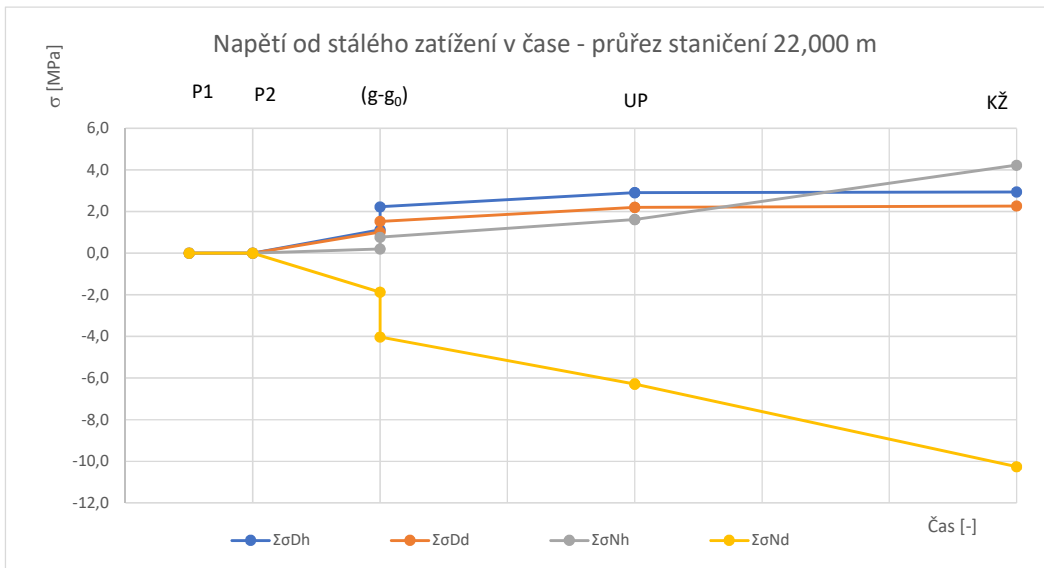
- Vlastní tíha nosné konstrukce  $g_{0,N}$ ,  $g_{0,D}$
- Ostatní stálé zatížení  $(g-g_0)_m$
- Smršťování

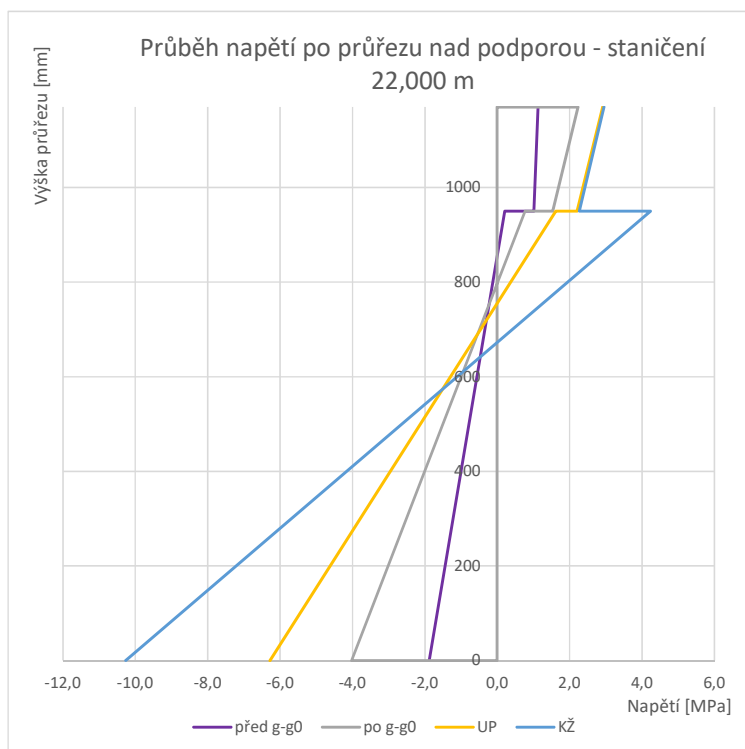
#### Průřez 4 - staničení 8,800 m





**Průřez nad podporou - staničení 22,000 m**



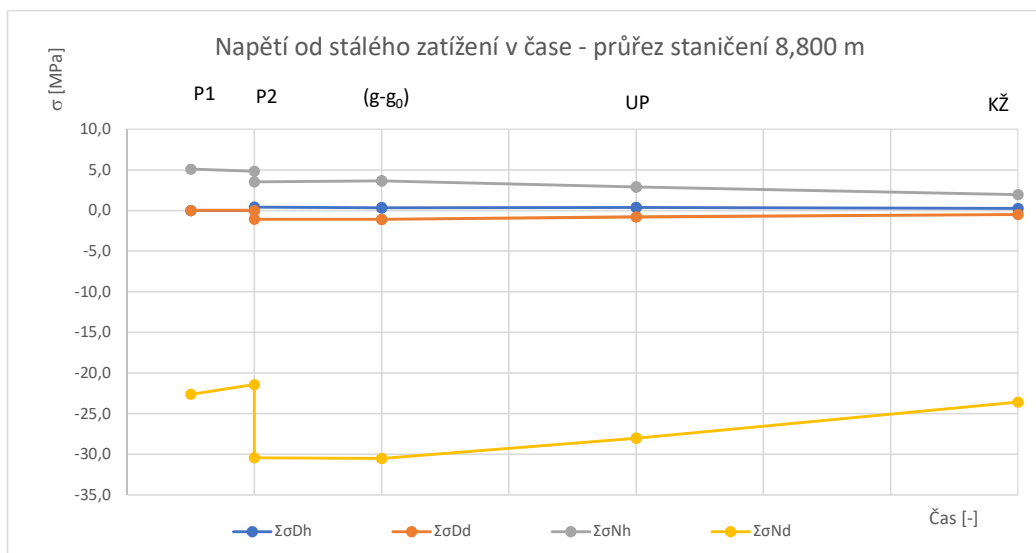


#### 5.7.4. Předpětí

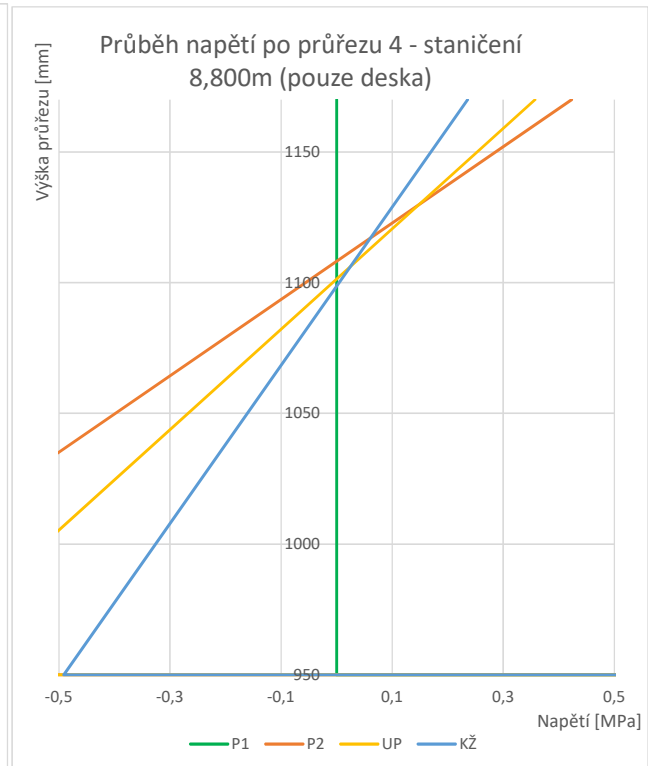
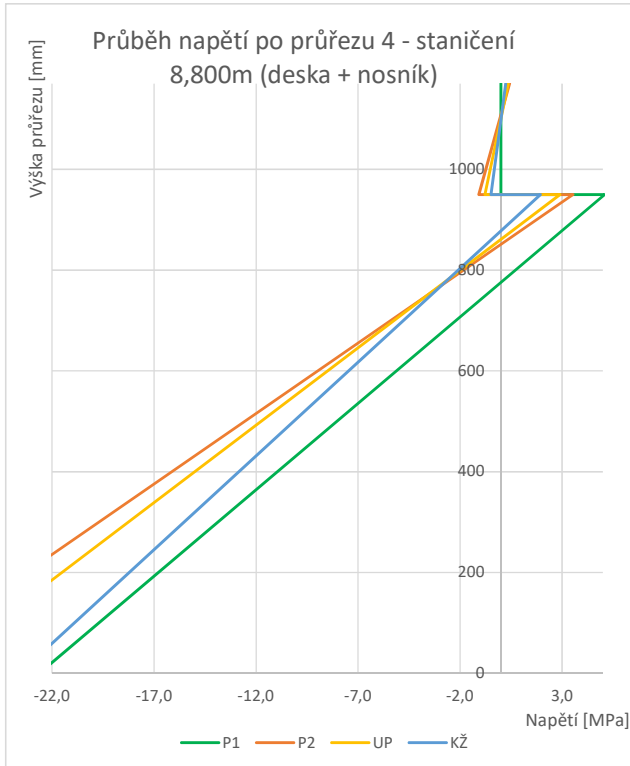
Jsou zahrnuta následující zatížení:

- Předpětí P1
- Předpětí P2

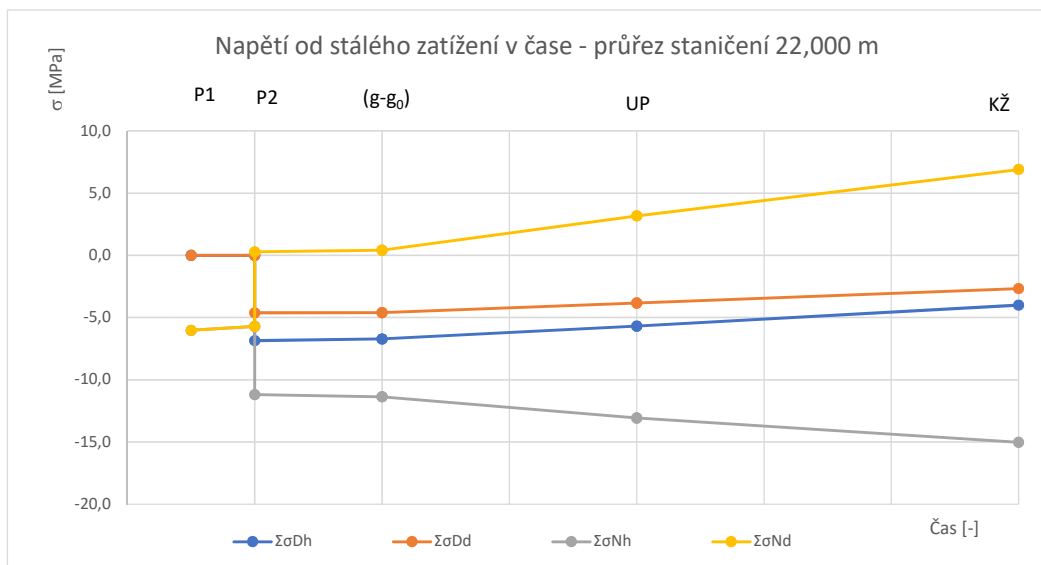
#### Průřez 4 - staničení 8,800 m

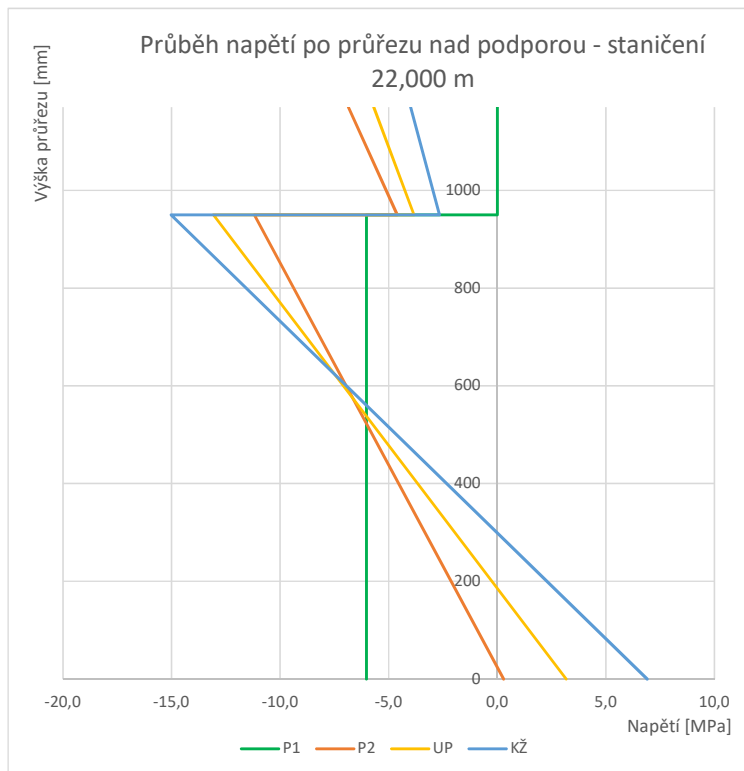






**Průřez nad podporou - staničení 22,000 m**





## 6. Kombinace pro MSÚ a MSP včetně posouzení MSP

Kombinace jsou vytvořeny pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Pro mezní stav únosnosti jsou kombinovány vnitřní síly a pro mezní stav použitelnosti jednotlivá napětí na horních a dolních vláknech prefabrikovaných nosníků a monolitické desky. Pro kombinace MSÚ jsou využity vztahy 6.10, 6.10a, 6.10b. Pro MSP je využita kombinace charakteristická, častá a kvazistálá. Vzhledem k měnícím se průřezovým charakteristikám a zatížením jsou kombinace rozděleny do dílčích časů a etap výstavby konstrukce.

### Kombinace pro MSÚ

výraz 6.10:  $\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$   
 výraz 6.10a:  $\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$   
 výraz 6.10b:  $\sum \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

### Kombinace pro MSP

Charakteristická:  $\sum G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$   
 Častá:  $\sum G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$   
 Kvazistálá:  $\sum G_{k,j} "+" P "+" \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Součinitele spolehlivosti zatížení:

Zatížení	Značka	T / D
Stálé zatížení		
působící nepříznivě	$\gamma_{Gsup}$	1,35
působící příznivě	$\gamma_{Ginf}$	1,00
Poklesy - pružná lineární analýza	$\gamma_{Gset}$	1,20
Předpětí	$\gamma_P$	1,00
Zatížení silniční dopravou a chodci	$\gamma_Q$	
nepříznivě		1,35
příznivě		0,00
Ostatní proměnná zatížení	$\gamma_Q$	
nepříznivě		1,50
příznivě		0,00
Mimořádné zatížení	$\gamma_A$	
	$\xi_G$	0,85

Součinitele kombinace  $\psi$  pro silniční mosty:

Zatížení	Označení		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1,infq.}$	
Zatížení dopravou	gr1a (LM1)	TS	0,75	0,75	0,00	0,80	
		UDL	0,40	0,40	0,00	0,80	
		zat.chodci	0,40	0,40	0,00	0,80	
		gr1b (jednotlivá náprava)		0,00	0,75	0,00	0,80
		gr2 (vodorovné síly)		0,00	0,00	0,00	1,00
		gr3 (zatížení chodci)		0,00	0,40	0,00	0,80
		gr4 (LM4 - zat. davem lidí)		0,00	-	0,00	0,80
	gr5 (LM3 - zvláštní vozidla)		0,00	-	0,00	1,00	
Zatížení větrem	$F_{wk}$ : trvalé návrh. situace		0,60	0,20	0,00	0,60	
	provádění		0,80	-	0	-	
	$F_w^*$		1,00	-	-	-	
Zatížení teplotou	$T_k$		0,60	0,60	0,50	0,80	
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		0,80	-	-	1,00	
Staveništní zat.	$Q_c$		1,00	-	1,00	1,00	

## 6.1. Limitní hodnoty napětí pro MSP

### 6.1.1. Provozní stav

Z hlediska mezního stavu omezení napětí je nutno stanovit limitní hodnotu pro tlakové napětí v betonu při charakteristické kombinaci. To je stanoveno jako  $0,6 \cdot f_{ck}$  zvlášť pro nosník a pro monolitickou desku.

Nosník:  $f_{ck} = 45,000 \text{ MPa}$        $0,6 \cdot f_{ck} = 27,000 \text{ MPa}$   
 Deska:  $f_{ck} = 35,000 \text{ MPa}$        $0,6 \cdot f_{ck} = 21,000 \text{ MPa}$

V případě uvažování lineárního dotvarování betonu je nutno omezit napětí v betonu při kvazistálé kombinaci na hodnotu  $0,45 \cdot f_{ck}$ . Kdyby tato hodnota splněna nebyla, bylo by nutné uvažovat nelineární dotvarování betonu.

Nosník:	$f_{ck} = 45,000 \text{ MPa}$	$0,45 \cdot f_{ck} = 20,250 \text{ MPa}$
Deska:	$f_{ck} = 35,000 \text{ MPa}$	$0,45 \cdot f_{ck} = 15,750 \text{ MPa}$

Z hlediska mezního stavu omezení trhlin je nutno omezit nadměrný tah v betonu. Toto omezení je stanoveno průměrnou hodnotou pevnosti betonu v dostředném tahu  $f_{ctm}$ .

Nosník:	$f_{ctm} = 3,800 \text{ MPa}$
Deska:	$f_{ctm} = 3,200 \text{ MPa}$

### 6.1.2. Čas vnesení předpětí

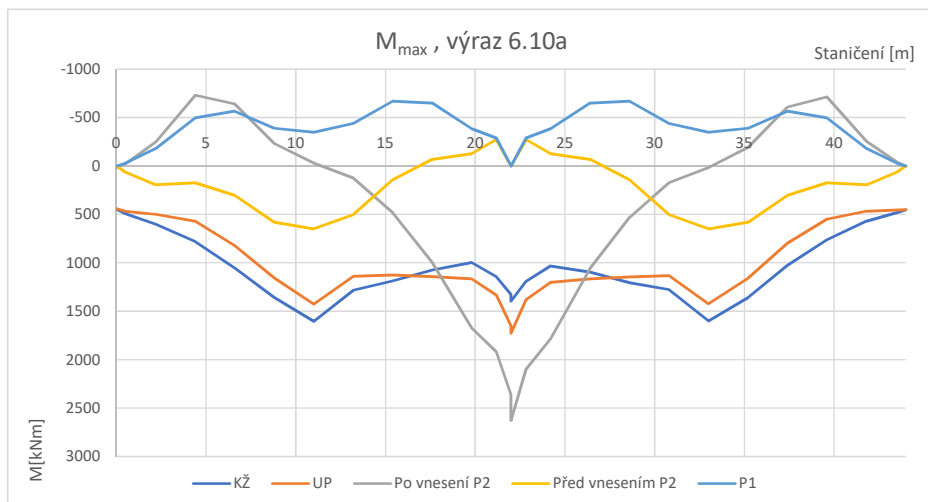
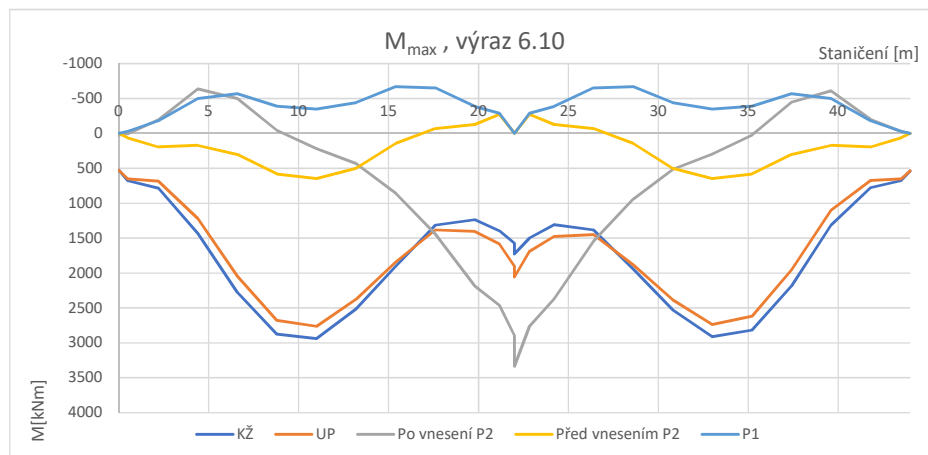
Pro čas vnesení předpětí je nutno počítat s menší charakteristickou pevností betonu v tlaku a tahu. Pro nosník je uvažována pevnost betonu v čase  $t_{glob} = 7 \text{ dní}$ , pro desku je uvažována pevnost betonu v čase  $t_{glob} = 60 \text{ dní}$ .

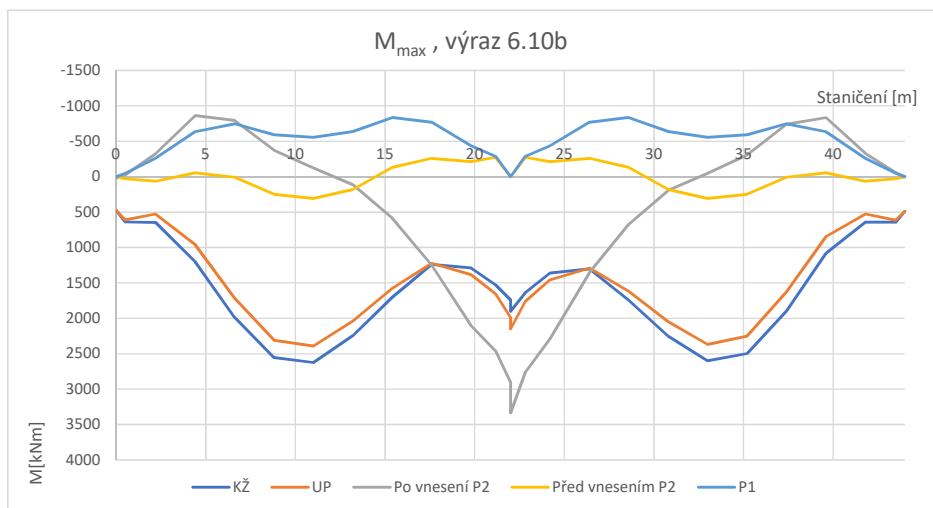
Nosník:	$f_{ck}(t=7) = 35,393 \text{ MPa}$	$0,6 \cdot f_{ck} = 21,236 \text{ MPa}$	$0,45 \cdot f_{ck} = 15,927 \text{ MPa}$
Deska:	$f_{ck}(t=60) = 22,940 \text{ MPa}$	$0,6 \cdot f_{ck} = 13,764 \text{ MPa}$	$0,45 \cdot f_{ck} = 10,323 \text{ MPa}$

Nosník:	$f_{ctm}(t=7) = 3,111 \text{ MPa}$
Deska:	$f_{ctm}(t=60) = 2,303 \text{ MPa}$

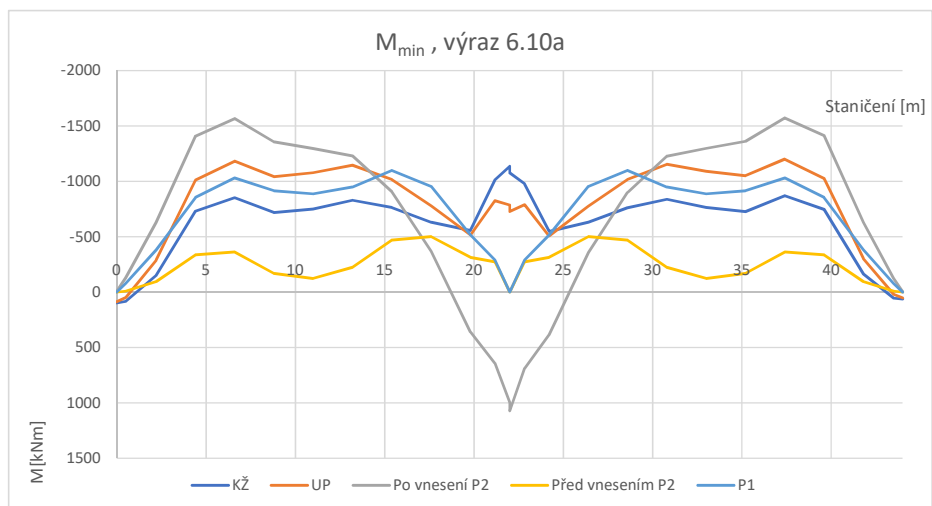
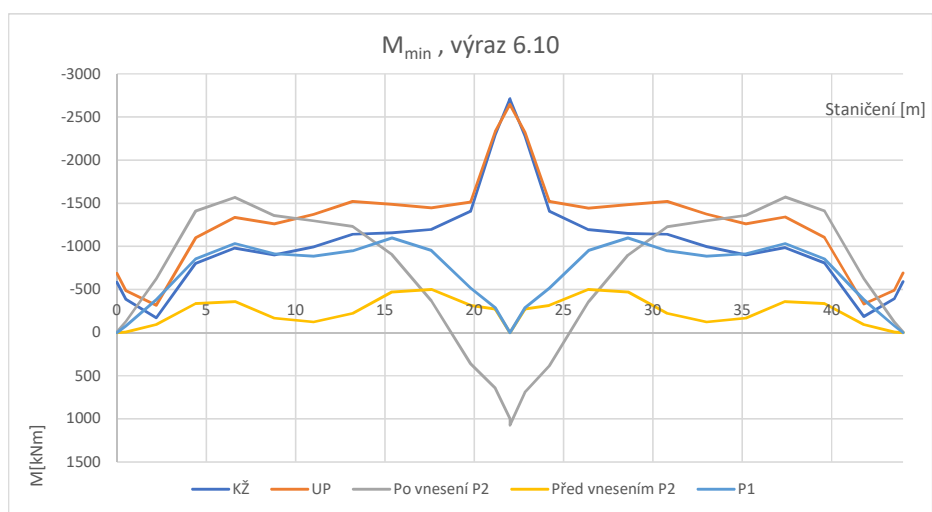
## 6.2. Kombinace vnitřních sil pro MSÚ

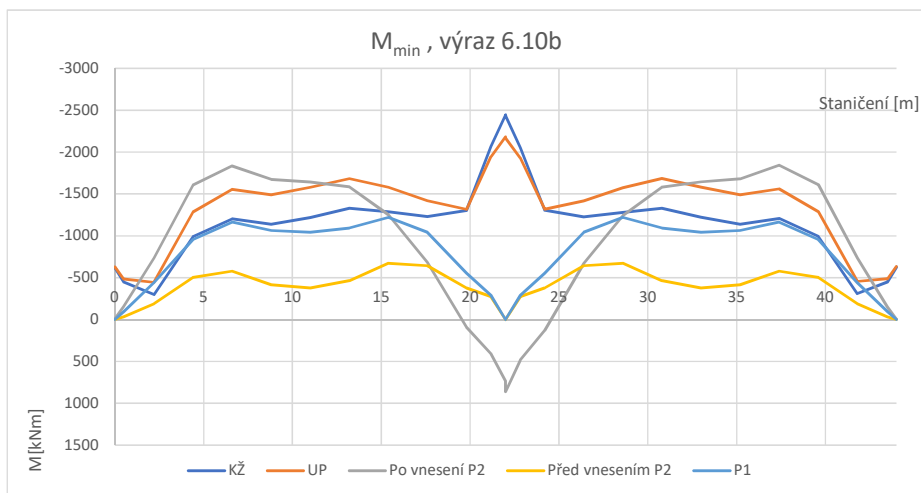
### 6.2.1. Maximální ohybový moment $M_{max}$





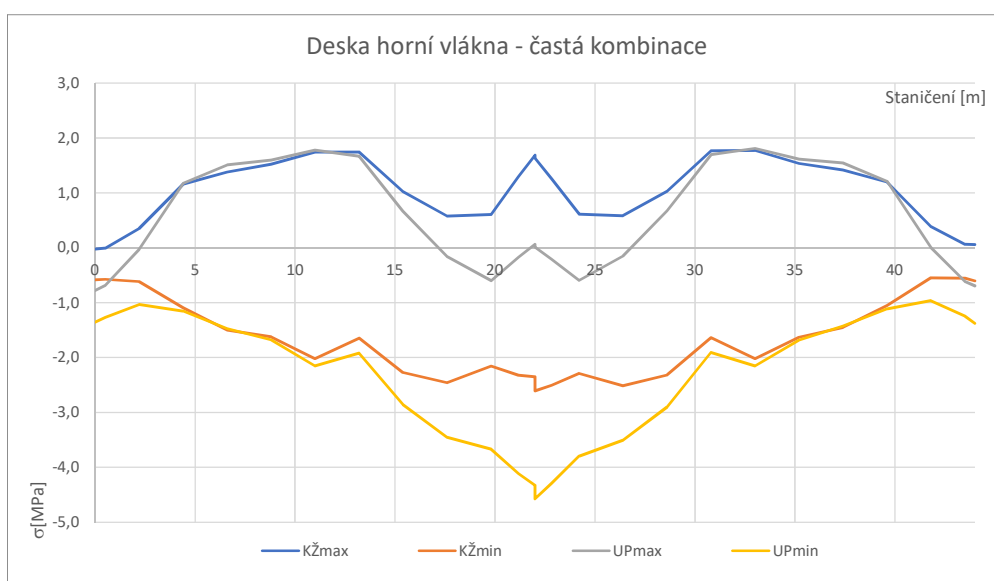
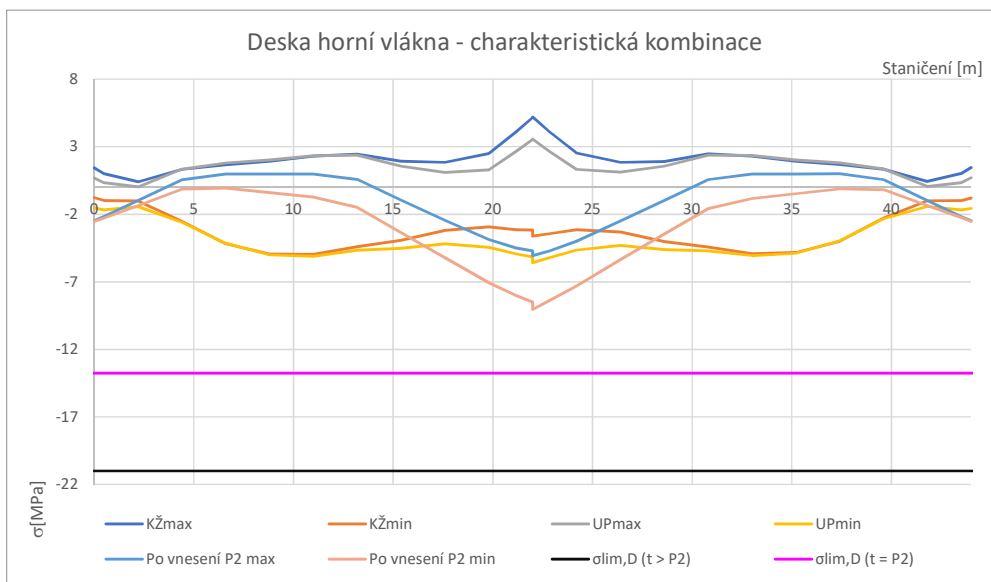
### 6.2.2. Minimální ohybový moment $M_{min}$

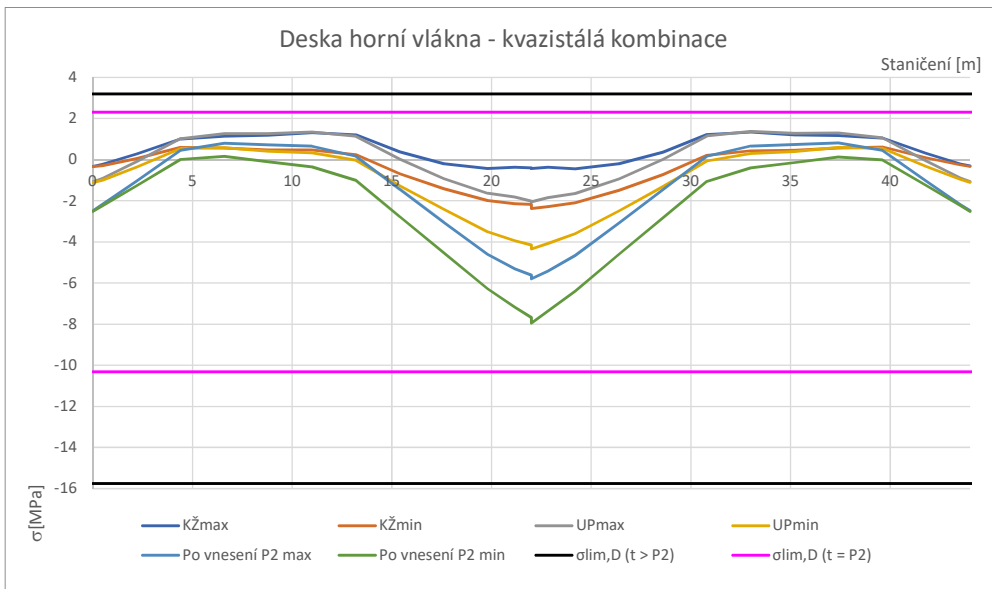




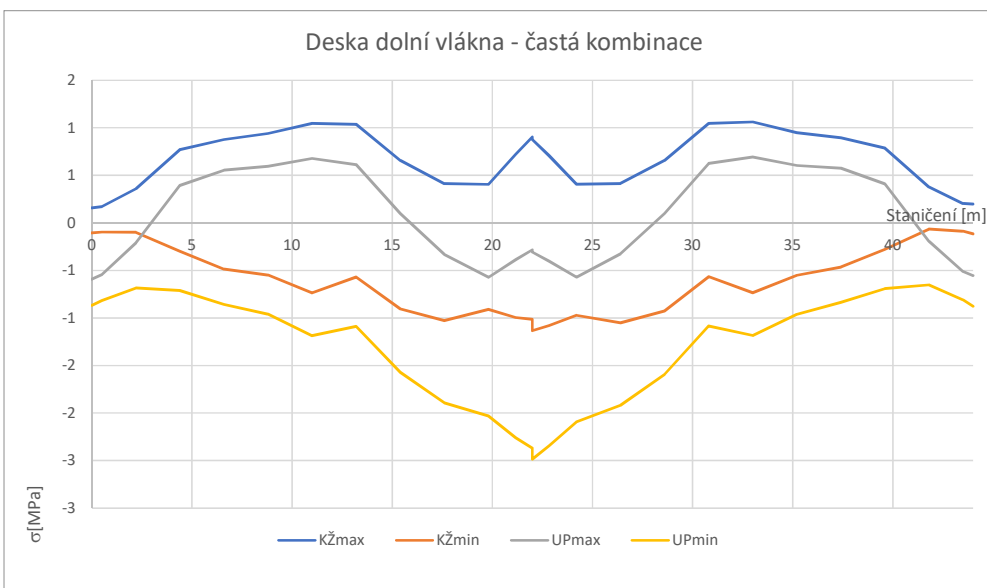
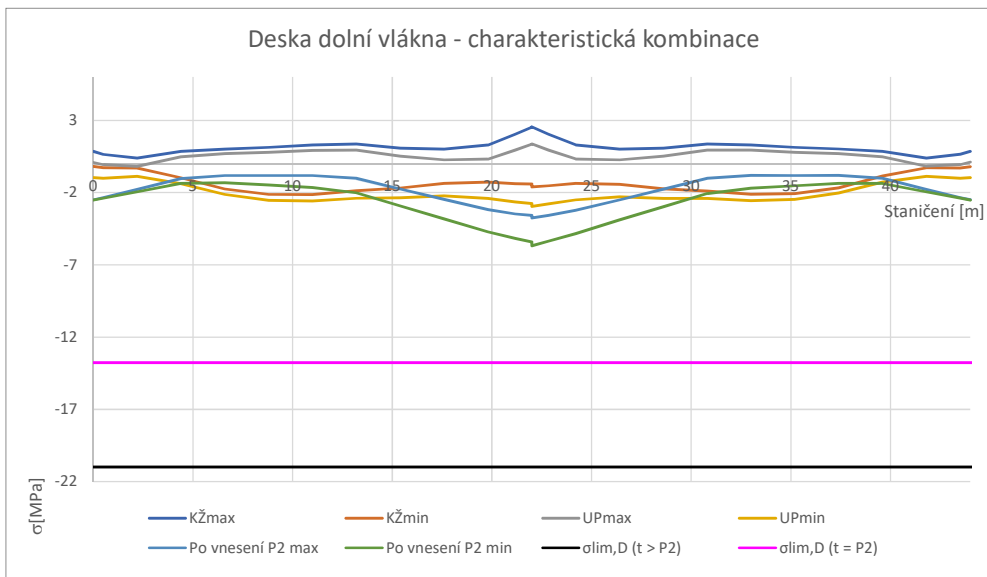
### 6.3. Kombinace napětí a posouzení pro MSP

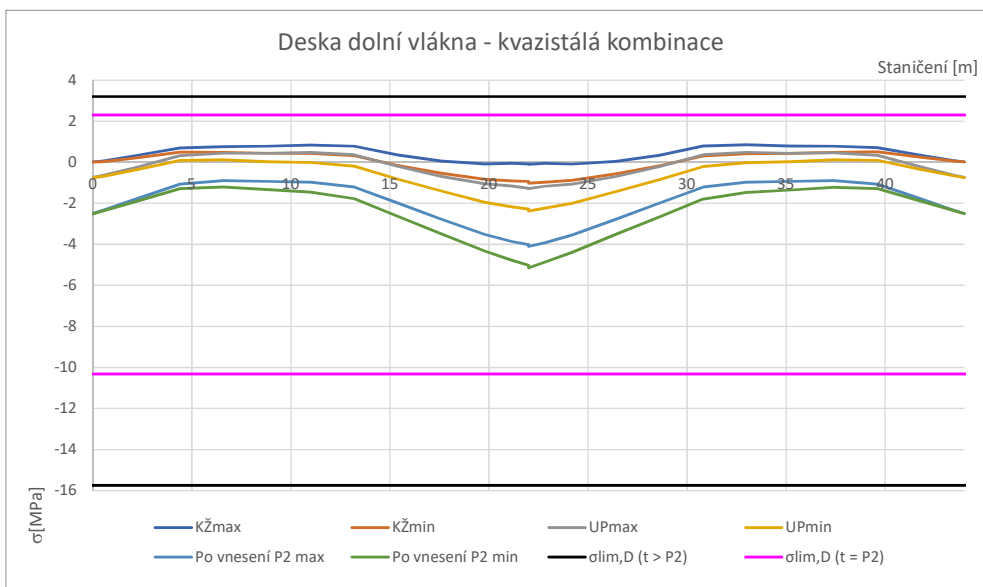
#### 6.3.1. Deska horní vlákna $\sigma_D^h$



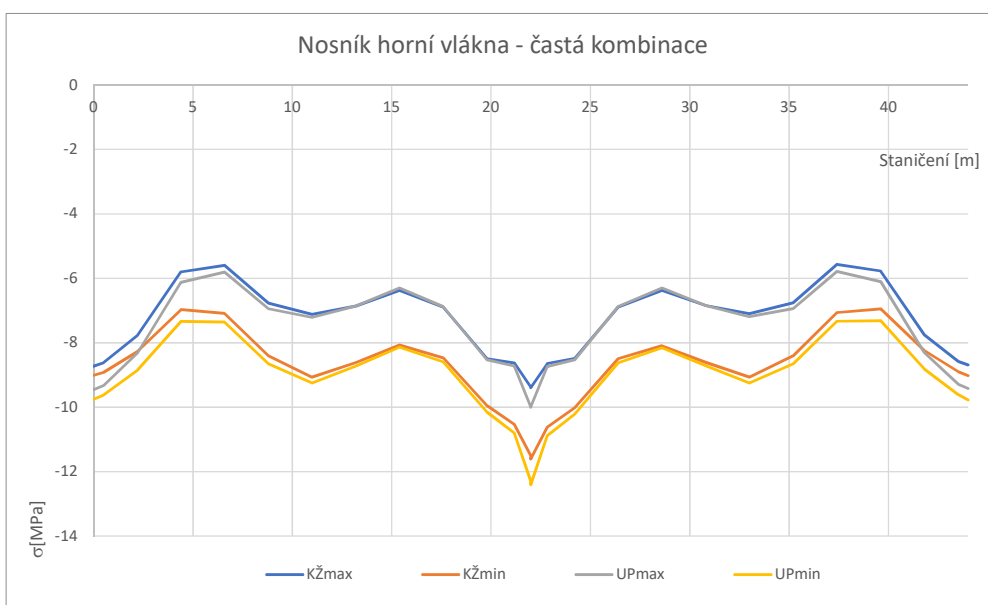
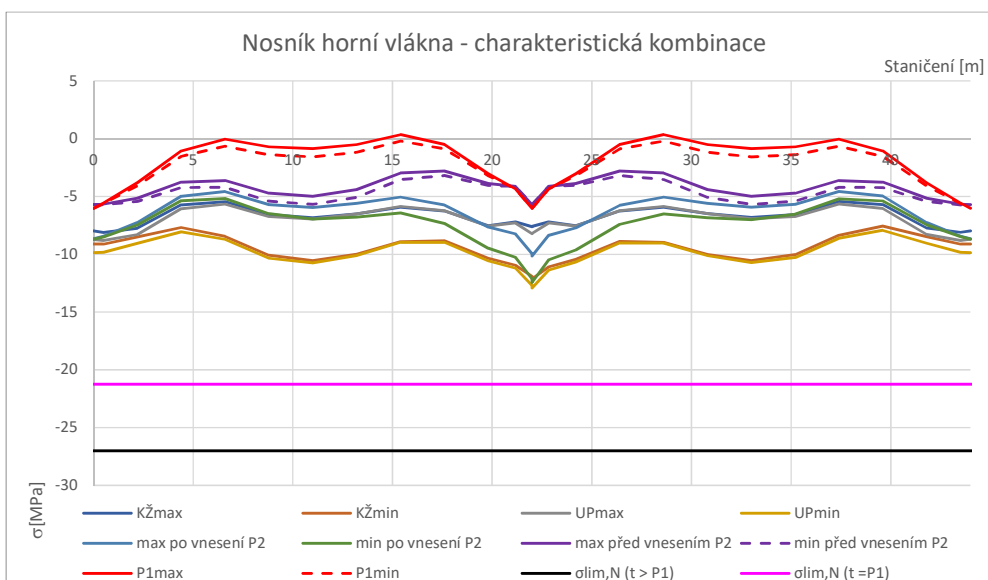


### 6.3.2. Deska dolní vlákna $\sigma_D^d$

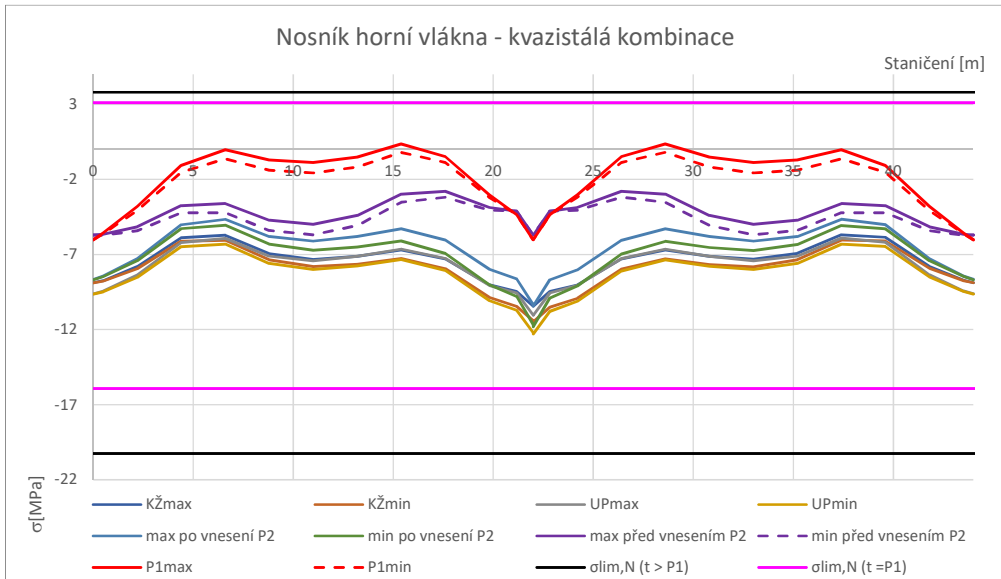




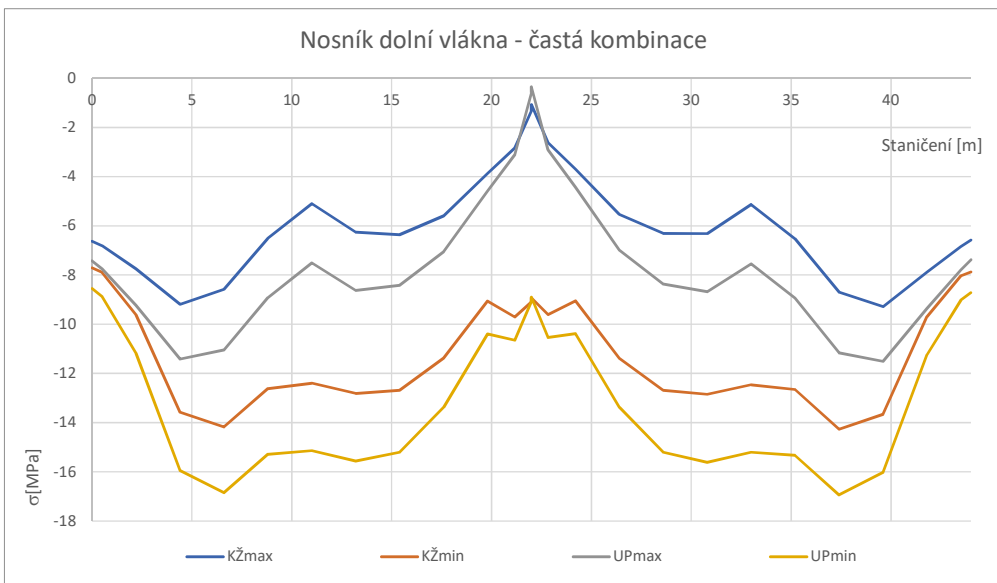
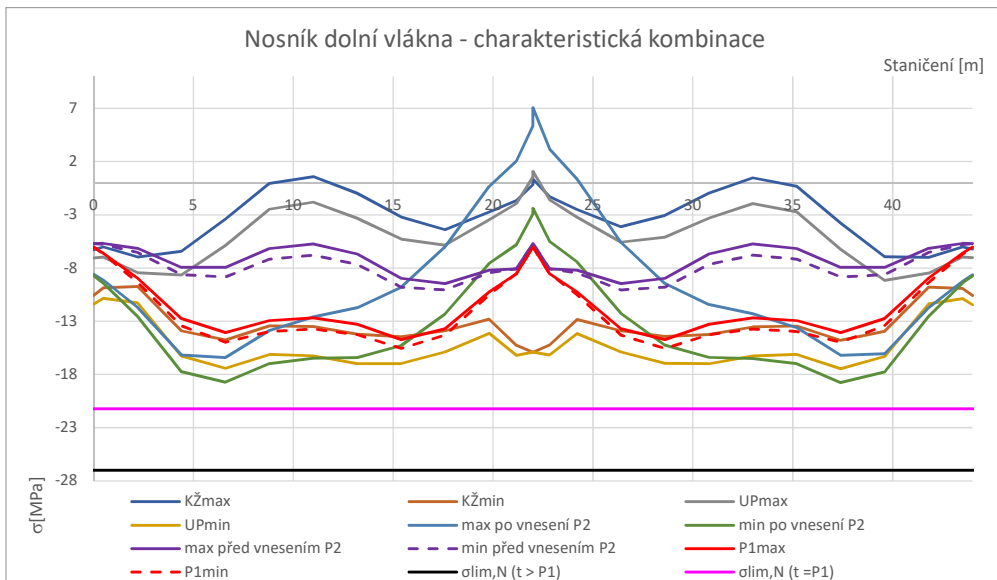
### 6.3.3. Nosník horní vlákna $\sigma_N^h$

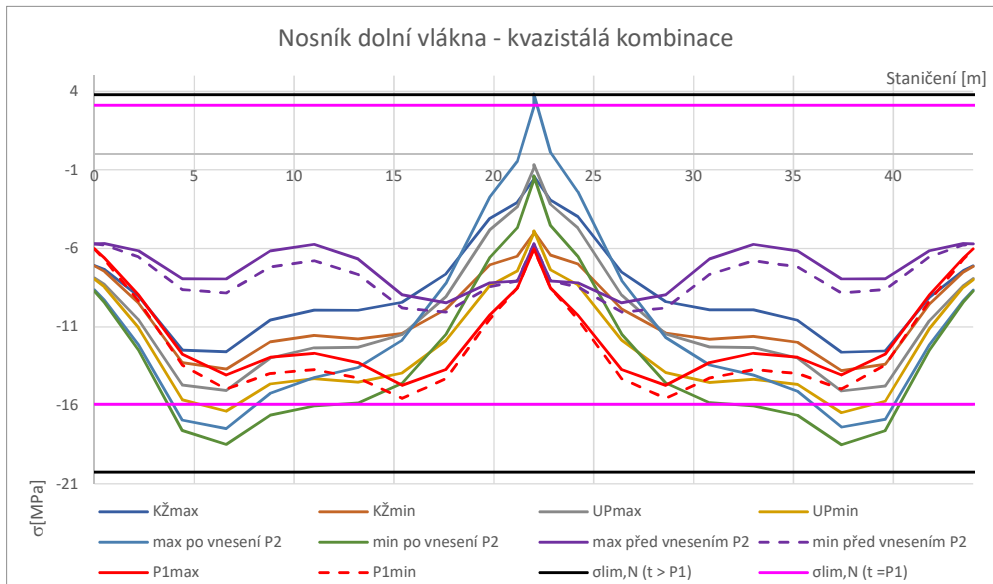






#### 6.3.4. Nosník dolní vlákna $\sigma_N^d$





## 7. Posouzení MSÚ

Pro posouzení je využito kombinací pro MSÚ z kapitoly 6. Pro stanovení maximálních účinků zatížení  $M_{Ed}$  v poli je nutné od maximálního ohybového momentu z kombinací odečíst účinky předpětí, které přímo prochází průřezem a bude zařazené do momentu únosnosti průřezu  $M_{Rd}$ . Musí platit, že  $M_{Rd} > M_{Ed}$ .

Pro posouzení konstrukce na MSÚ byly vybrány dva nejvíce zatížené průřezy. Pro maximální kladný moment v poli je vybrán průřez ve staničení 11,000 m. Pro minimální záporný moment je vybrán průřez nad pilířem, tj. 22,000 m. Ohybové momenty dosahují nejvyšších hodnot na konci životnosti a v čase uvedení do provozu a proto bude posouzení provedeno pouze v těchto časech.

### 7.1. Posouzení v čase uvedení do provozu

#### 7.1.1. Průřez v poli (staničení 11,000 m)

Maximální ohybový moment bez vlivu předpětí z kombinací (6.10b)						4852,03 kNm
Statically neurčitý vliv předpětí P1	$M_{p,redis} - M_{p0} =$	-1540,16	-	-1711,82	=	171,66 kNm
Statically neurčitý vliv předpětí P2	$M_p - N_{pd,2} \cdot e_1 =$	-920,45	-	-3,111	0,383	= 269,64 kNm
Celkem $M_{Ed}$						<u>5293,33 kNm</u>

Síla v předpínací výztuži P1 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,1} = 3,9443 \text{ MN}$$

Síla v předpínací výztuži P2 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,2} = 3,1112 \text{ MN}$$

Předpoklad výšky tlačené oblasti betonu pouze v desce:

$$\begin{aligned} N_{cd,D} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,D} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ 2,156 \quad 0,8 \quad x \quad 1,0 \quad 21,00 &= 7,0555 \\ x &= 0,1948 \text{ m} < 0,22 \text{ m} \end{aligned}$$

Síla v betonu pro kontrolu:

$$N_{cd} = b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,D} = 7,05551 \text{ MN}$$

Rameno vnitřních sil P1:

$$z_1 = h - 0,8 \cdot x / 2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,194832}{2} - 0,135 = 0,957067 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil P2:

$$z_2 = h - 0,8 \cdot x / 2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,1948}{2} - 0,360 = 0,732067 \text{ m}$$

Moment únosnosti  $M_{Rd}$ :

$$M_{Rd} = N_{pd,1} \cdot z_1 + N_{pd,2} \cdot z_2 = 3774,94 + 2277,63 = 6052,57 \text{ kNm} > 5293,33 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

#### 7.1.2. Průřez nad pilířem (staničení 22,000 m)

Minimální ohybový moment bez vlivu předpětí z kombinací (6.10b)						-3974,1 kNm
Statically neurčitý vliv předpětí P1	$M_{p,redis} - M_{p0} =$	343,32	-	0	=	343,32 kNm
Statically neurčitý vliv předpětí P2	$M_p - N_{pd,2} \cdot e_1 =$	1449,27	-	3,111	0,292	= 539,29 kNm
Celkem $M_{Ed}$						<u>-3091,52 kNm</u>
Absolutní hodnota $M_{Ed}$ pro výpočet						3091,52 kNm

Síla v předpínací výztuži P1 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,1} = 3,9443 \text{ MN}$$

Síla v předpínací výztuži P2 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,2} = 3,1112 \text{ MN}$$

Výška tlačené oblasti betonu:

$$\begin{aligned} N_{cd,N} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,N} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ 0,600 \quad 0,8 \quad x \quad 1,0 \quad 27,00 &= 7,0555 \\ x &= 0,54441 \text{ m} \end{aligned}$$

Síla v betonu pro kontrolu:

$$N_{cd} = b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,D} = 7,05551 \text{ MN}$$

Rameno vnitřních sil P1:

$$z_1 = h - 0,8 \cdot x / 2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,5444}{2} - 0,601 = 0,351237 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil P2:

$$z_2 = h - 0,8 \cdot x/2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,5444}{2} - 0,135 = 0,817237 \text{ m}$$

Moment únosnosti  $M_{Rd}$ :

$$M_{Rd} = N_{pd,1} \cdot z_1 + N_{pd,2} \cdot z_2 = 1385,38 + 2542,61 = 3927,991 \text{ kNm} > 3091,52 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

## 7.2. Posouzení na konci životnosti konstrukce

### 7.2.1. Průřez v poli (staničení 11,000 m)

Maximální ohybový moment bez vlivu předpětí z kombinací (6.10b)

Statically neurčitý vliv předpětí P1	$M_{p,redis} - M_{p0} =$	-1124,46	-	-1510,43	=	385,97 kNm
Statically neurčitý vliv předpětí P2	$M_p - N_{pd,2} \cdot e_1 =$	-784,47	-	-2,652	0,383	= 229,81 kNm
Celkem $M_{Ed}$						<u>5149,23 kNm</u>

Síla v předpínací výztuži P1 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,1} = 3,4802 \text{ MN}$$

Síla v předpínací výztuži P2 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,2} = 2,6516 \text{ MN}$$

Předpoklad výšky tlačené oblasti betonu pouze v desce:

$$\begin{aligned} N_{cd,D} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,D} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ 2,156 \cdot 0,8 \cdot x \cdot 1,0 \cdot 21,00 &= 6,1319 \\ x &= 0,1693 \text{ m} < 0,22 \text{ m} \end{aligned}$$

Síla v betonu pro kontrolu:

$$N_{cd} = b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,D} = 6,13186 \text{ MN}$$

Rameno vnitřních sil P1:

$$z_1 = h - 0,8 \cdot x/2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,1693}{2} - 0,135 = 0,96727 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil P2:

$$z_2 = h - 0,8 \cdot x/2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,1693}{2} - 0,360 = 0,74227 \text{ m}$$

Moment únosnosti  $M_{Rd}$ :

$$M_{Rd} = N_{pd,1} \cdot z_1 + N_{pd,2} \cdot z_2 = 3366,34 + 1968,21 = 5334,55 \text{ kNm} > 5149,23 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### 7.2.2. Průřez nad pilířem (staničení 22,000 m)

Minimální ohybový moment z kombinací (6.10b)

Statically neurčitý vliv předpětí P1	$M_{p,redis} - M_{p0} =$	771,94	-	0	=	771,94 kNm
Statically neurčitý vliv předpětí P2	$M_p - N_{pd,2} \cdot e_1 =$	1235,18	-	2,652	0,292	= 459,62 kNm
Celkem $M_{Ed}$						<u>-3222,03 kNm</u>
Absolutní hodnota $M_{Ed}$ pro výpočet						3222,03 kNm

Síla v předpínací výztuži P1 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,1} = 3,4802 \text{ MN}$$

Síla v předpínací výztuži P2 s vlivem ztrát:

$$N_{pd,2} = 2,6516 \text{ MN}$$

Výška tlačené oblasti betonu:

$$\begin{aligned} N_{cd,N} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,N} &= N_{pd1} + N_{pd,2} \\ 0,600 \cdot 0,8 \cdot x \cdot 1,0 \cdot 27,00 &= 6,1319 \\ x &= 0,47314 \text{ m} \end{aligned}$$

Síla v betonu pro kontrolu:

$$N_{cd} = b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd,D} = 6,13186 \text{ MN}$$

Rameno vnitřních sil P1:

$$z_1 = h - 0,8 \cdot x/2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,473138}{2} - 0,601 = 0,379745 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil P2:

$$z_2 = h - 0,8 \cdot x/2 - c_1 \Rightarrow z = 1,17 - \frac{0,8 \cdot 0,4731}{2} - 0,135 = 0,845745 \text{ m}$$

Moment únosnosti  $M_{Rd}$ :

$$M_{Rd} = N_{pd,1} \cdot z_1 + N_{pd,2} \cdot z_2 = 1321,61 + 2242,59 = 3564,197 \text{ kNm} > 3222,03 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

## **Seznam příloh:**

A. Technická zpráva

B. Statický výpočet

C. Výkresová dokumentace

C.1 Půdorys

C.2 Rozdělení nosníků – půdorys

C.3 Podélný řez

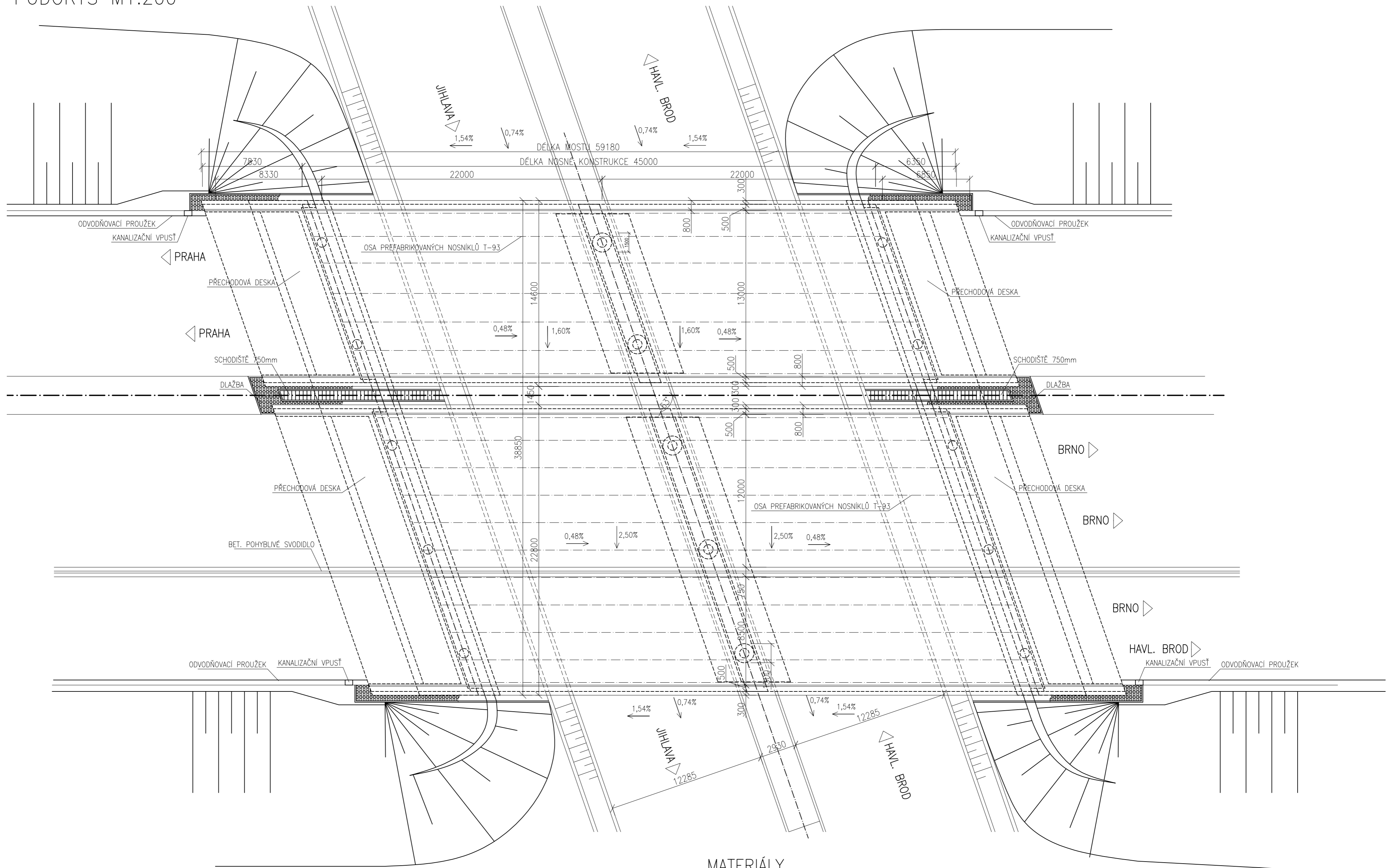
C.4 Vzorový příčný řez

C.5 Příčný řez – pohled na opěru

C.6 Předpětí

Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků

## **C. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE**

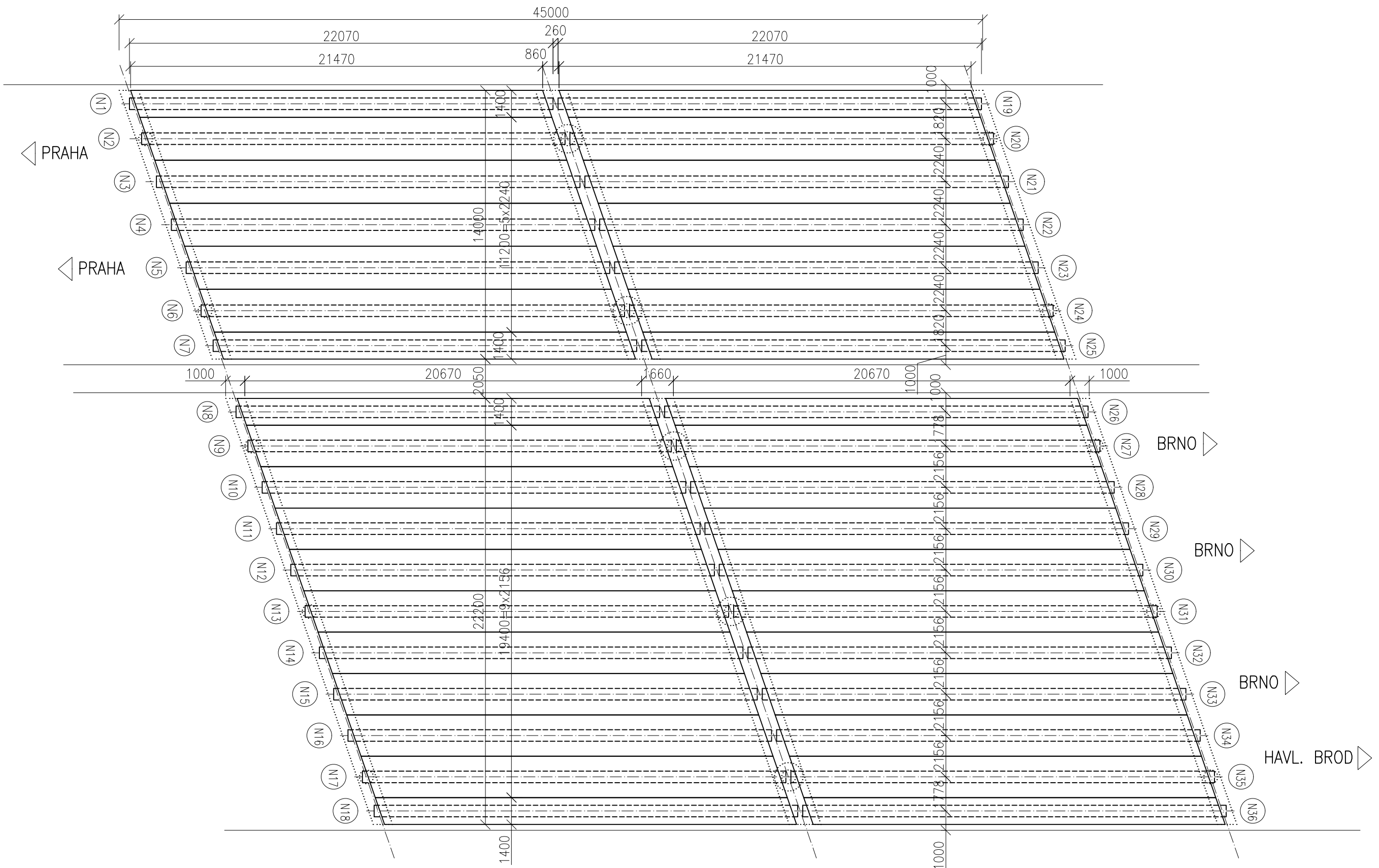



**MATERIÁLY**

- BETON: NOSNÍK: C45/55 XF2+XD1+XC4  
 DESKA: C35/45 XF2+XD1+XC4  
 ZÁKLADY: C30/37-XF4+XA1+XC2  
 OPĚRY: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PILÍŘE: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PŘECHODOVÉ DESKY: C25/30-XF1+XC3  
 ŘÍMSY: C30/37-XF4+XD3+XC4  
 DLAŽBA, SCHODY: C25/30-XF3+XC4
- VÝZTUŽ: Y1860 S7, T15S

Zpracoval:	Petr Misař	Vedoucí:	Ing. Roman Šafář, PhD.	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Předmět:	133BAPK - Bakalářská práce				
Uloha:	Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků			Datum:	29. 4. 2017
Výkres:	Půdorys			Meřítko:	1:200
				Formát:	A2

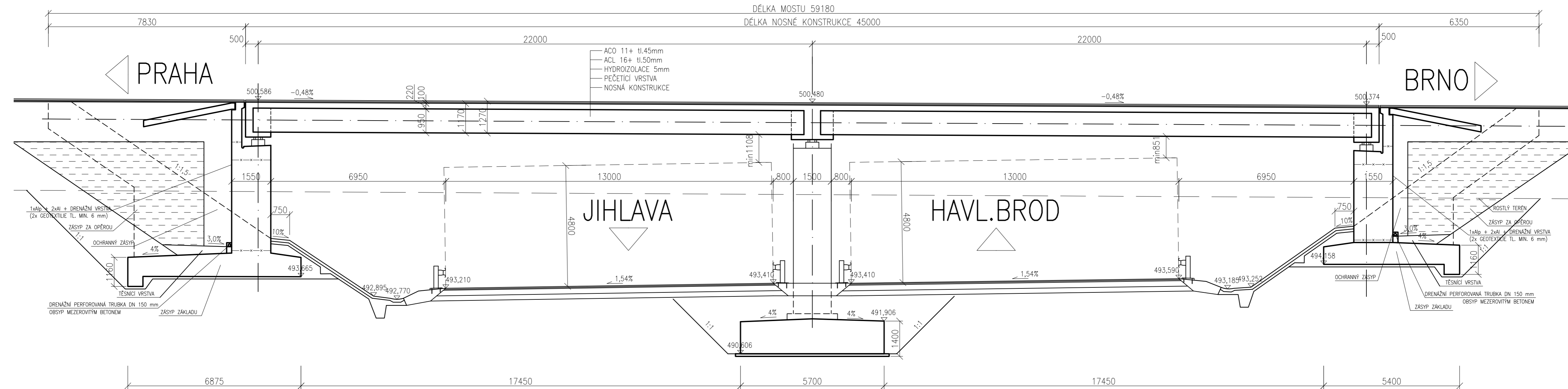
# ROZDĚLENÍ NOSNÍKŮ – PŮDORYS M1:200



Zpracoval:	Petr Mísař	Vedoucí:	Ing. Roman Šafář, PhD.	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět:	133BAPK - Bakalářská práce				
Úloha:	Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků			Meřítko:	1:200
Výkres:	Rozdělení nosníků - půdorys			Formát:	A3



# PODÉLNÝ ŘEZ M1:100



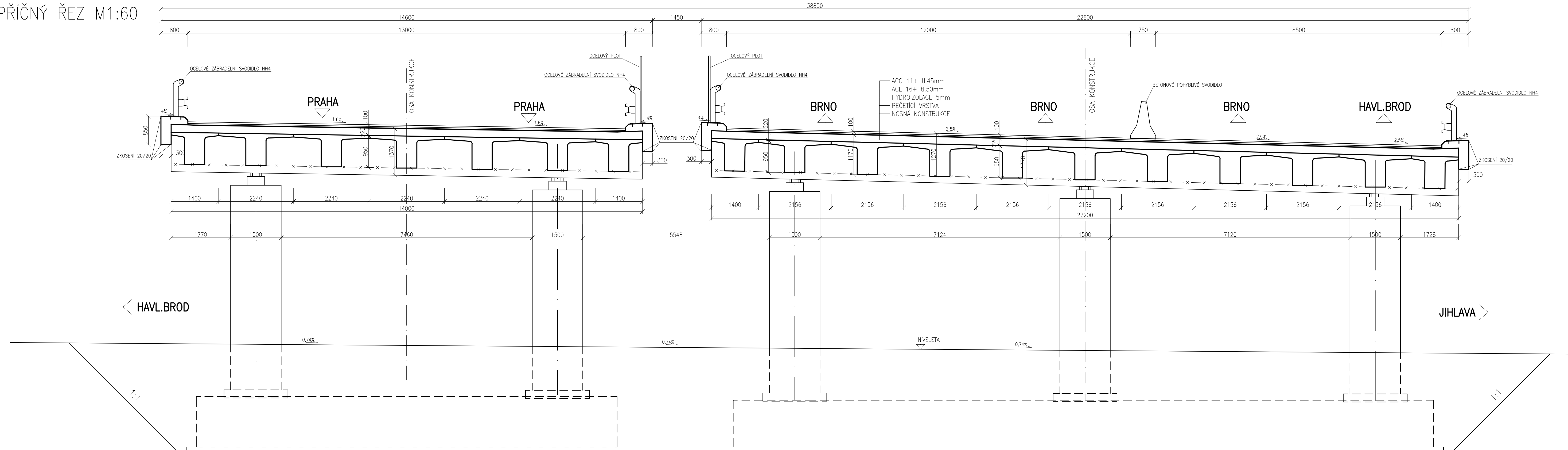
## MATERIÁLY

- BETON:** NOSNÍK: C45/55 XF2+XD1+XC4  
 DESKA: C35/45 XF2+XD1+XC4  
 ZÁKLADY: C30/37-XF4+XA1+XC2  
 OPĚRY: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PILÍŘE: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PŘECHODOVÉ DESKY: C25/30-XF1+XC3  
 ŘÍMSY: C30/37-XF4+XD3+XC4  
 DLAŽBA, SCHODY: C25/30-XF3+XC4
- VÝZTUŽ:** Y1860 S7, T15S

Poznámka: Části původní konstrukce, které jsou v kolizi s novým mostem, se odstraní.

Zpracoval:	Petr Mísař	Vedoucí:	Ing. Roman Šafář, PhD.	Fakulta stavební	
Předmět:	133BAPK - Bakalářská práce				
Úloha:	Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků			Datum:	29. 4. 2017
Výkres:	Podélný řez			Meřítko:	1:100
				Formát:	3xA4

# VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ M1:60



## MATERIÁLY

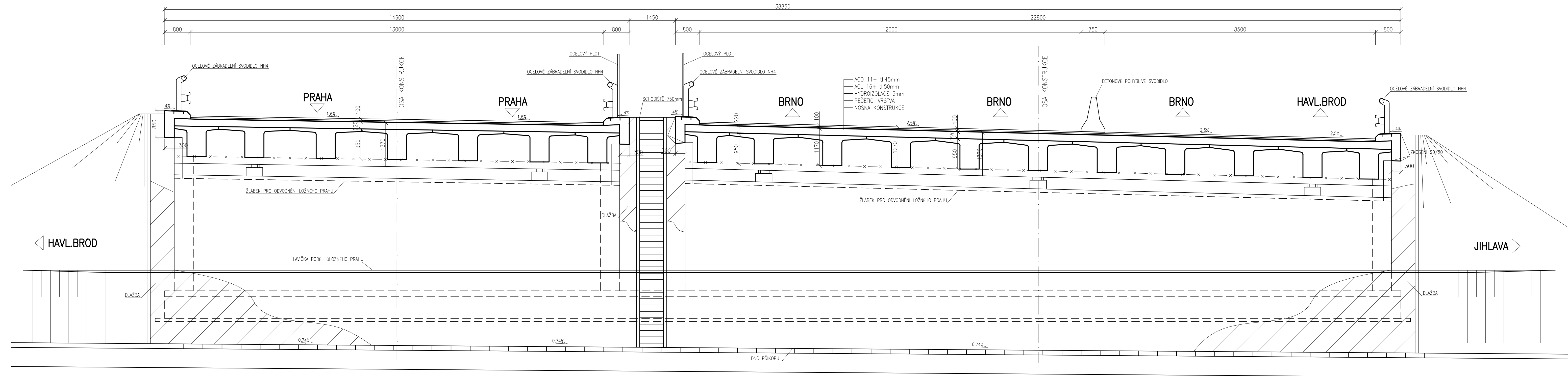
**BETON:**  
 NOSNÍK: C45/55 XF2+XD1+XC4  
 DESKA: C35/45 XF2+XD1+XC4  
 ZÁKLADY: C30/37-XF4+XA1+XC2  
 OPĚRY: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PILÍŘE: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PŘECHODOVÉ DESKY: C25/30-XF1+XC3  
 ŘÍMSY: C30/37-XF4+XD3+XC4  
 DLAŽBA, SCHODY: C25/30-XF3+XC4

**VÝZTUŽ:**  
 Y1860 S7, T15S

Poznámka: Části původní konstrukce, které jsou v kolizi s novým mostem, se odstraní.

Zpracoval: Petr Misař	Vedoucí: Ing. Roman Šafář, PhD.	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 133BAPK - Bakalářská práce		
Úloha: Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků		Datum: 29. 4. 2017
Vykres: Vzorový příčný řez		Meřítko: 1:60
		Formát: 4xA4

# PŘÍČNÝ ŘEZ – POHLED NA OPĚRU M1:60



## MATERIÁLY

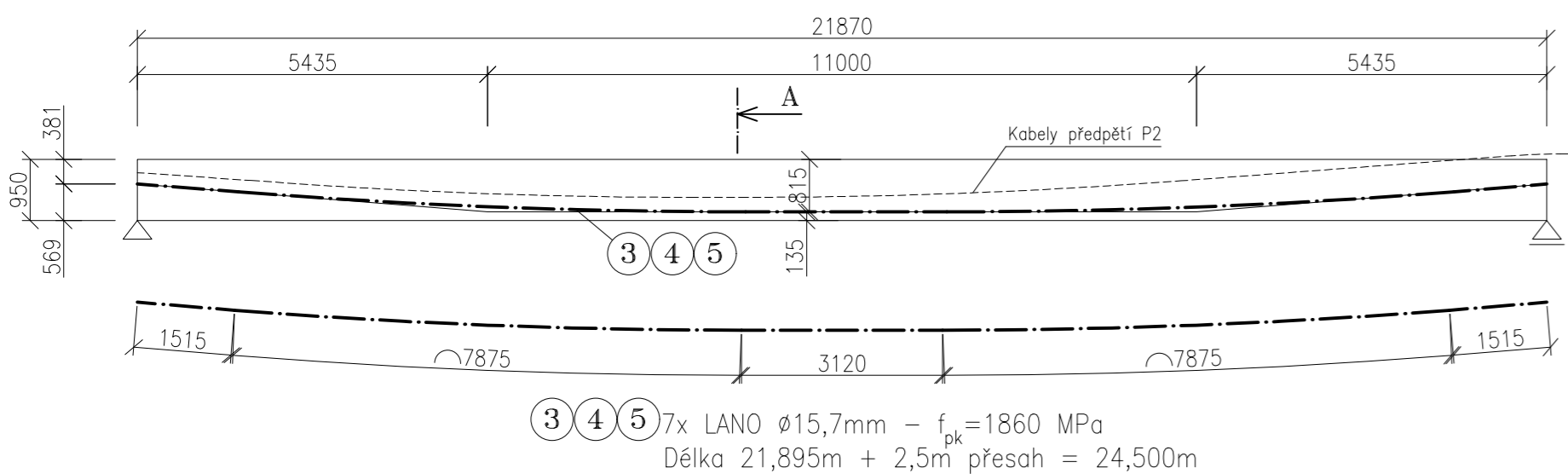
BETON: NOSNÍK: C45/55 XF2+XD1+XC4  
 DESKA: C35/45 XF2+XD1+XC4  
 ZÁKLADY: C30/37-XF4+XA1+XC2  
 OPĚRY: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PILÍŘE: C30/37-XF4+XD2+XC4  
 PŘECHODOVÉ DESKY: C25/30-XF1+XC3  
 ŘÍMSY: C30/37-XF4+XD3+XC4  
 DLAŽBA, SCHODY: C25/30-XF3+XC4

VÝZTUŽ: Y1860 S7, T15S

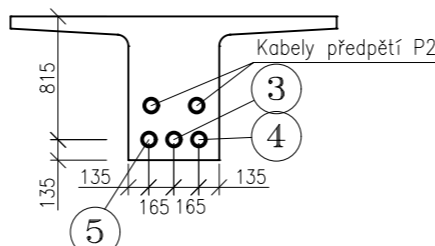
Poznámka: Části původní konstrukce, které jsou v kolizi s novým mostem, se odstraní.

Zpracoval: Petr Misař	Vedoucí: Ing. Roman Šafář, PhD.	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 133BAPK - Bakalářská práce		
Úloha: Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků		Datum: 29. 4. 2017
Výkres: Příčný řez - pohled na opěru		Meřítko: 1:60
		Formát: 4xA4

## PŘEDPĚTÍ P1 POHLED BOČNÍ – JEDEN NOSNÍK



### ŘEZ A M1:50



### VÝKAZ PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE P2

Položka	$\phi$ lana	Délka	Počet lan	Plocha 1 lana	Plocha 1 kabelu	Hmotnost 1m	Hmotnost celkem
	[mm]	[m]		[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[kg]
1	15,7	47	8	150,0	1200,0	9,376	440,672
2	15,7	47	8	150,0	1200,0	9,376	440,672
<b>Σ CELKEM</b>		<b>94,0</b>					<b>881,344</b>

### VÝKAZ PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE P1 - PRO JEDEN NOSNÍK

Položka	$\phi$ lana	Délka	Počet lan	Plocha 1 lana	Plocha 1 kabelu	Hmotnost 1m	Hmotnost celkem
	[mm]	[m]		[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[kg]
3	15,7	24,5	7	150,0	1050,0	8,204	200,998
4	15,7	24,5	7	150,0	1050,0	8,204	200,998
5	15,7	24,5	7	150,0	1050,0	8,204	200,998
<b>Σ CELKEM</b>		<b>73,5</b>	<b>21</b>				<b>602,994</b>
<b>Σ CELKEM PRO OBA NOSNÍKY</b>		<b>147</b>	<b>42</b>				<b>1205,988</b>

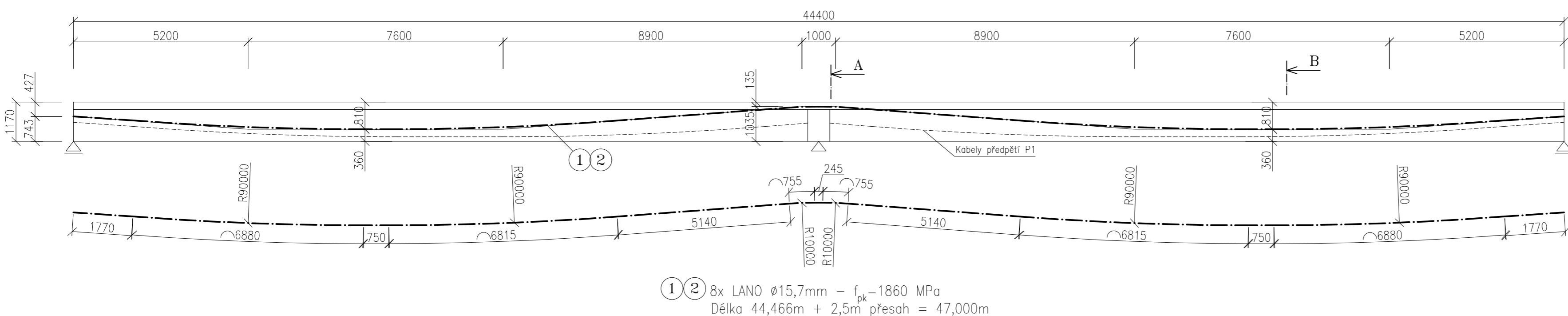
### ÚDAJE O NAPÍNÁNÍ P2

Položka	Počet lan	Kotevní napětí	Kotevní síla	Podržení při napínání	Protažení při napínání	Pořadí napínání	Směr napínání
		[MPa]	[MN]	[min]	[mm]		
1	8	1473,1	1,768	5,0	313	1.	Zleva
2	8	1473,1	1,768	5,0	313	2.	Zprava

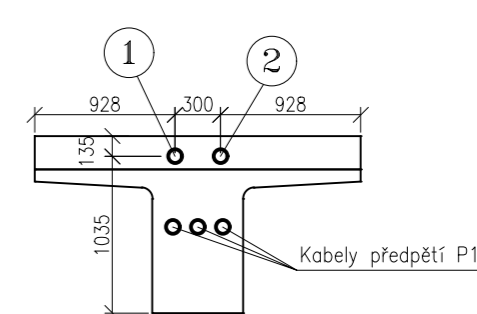
### ÚDAJE O NAPÍNÁNÍ P1

Položka	Počet lan	Kotevní napětí	Kotevní síla	Podržení při napínání	Protažení při napínání	Pořadí napínání	Napínání z
		[MPa]	[MN]	[min]	[mm]		
3	7	1473,1	1,547	5,0	163	1.	Zleva
4	7	1473,1	1,547	5,0	163	2.	Zprava
5	7	1473,1	1,547	5,0	163	3.	Zprava

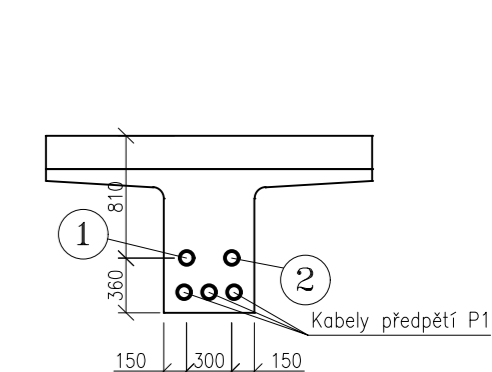
## PŘEDPĚTÍ P2 POHLED BOČNÍ – DVA NOSNÍKY+DESKA



### ŘEZ A M1:50



### ŘEZ B M1:50



BETON: NOSNÍK: C45/55 XF2+XD1+XC4  
DESKA: C35/45 XF2+XD1+XC4  
VÝZTUŽ: Y1860 S7, T15S  
TŘÍDA RELAXAČNÍHO CHOVÁNÍ 2

Zpracoval: <b>Petr Mísař</b>	Vedoucí: Ing. Roman Šafář, PhD.	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Předmět: 133BAPK - Bakalářská práce		Datum:	29. 4. 2017
Úloha: Návrh mostu z prefabrikovaných nosníků		Meřítko:	1:100 / 1:50
Výkres: Předpětí		Formát:	3xA4