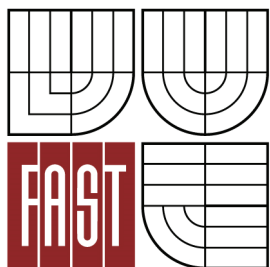




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

NÁVRH SILNIČNÍHO SPŘAŽENÉHO MOSTU NA OBCHVATU BYTOMI

DESIGN OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE STRUCTURE OF ROAD BRIDGE ON BY-ROAD OF
BYTOM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MILAN UHL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR NEČESAL

BRNO 2016



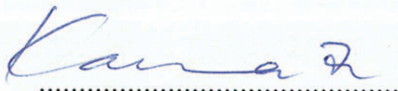
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

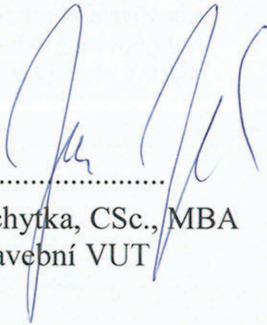
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Milan Uhl
Název	Návrh silničního spřaženého mostu na obchvatu Bytomi
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Nečesal
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015


prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

Půdorys a podélný řez M 1:200

Přehledné příčné řezy M 1:50

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Zadání a cíle:

Vypracujte variantní návrh nosné konstrukce silničního mostu. Jedná se o spřažený ocelobetonový most o 4 polích s celkovou délkou přemostění 152,5 m (součet rozpětí všech polí je 154,0 m). Nosná konstrukce je tvořena 6-ti ocelovými svařovanými I-nosníky, které jsou spřaženy s ŽB deskou mostovky. Nosnou konstrukci navrhnete ve dvou základních variantách – konstrukci spojitou a konstrukci o čtyřech prostých polích. Ekonomicky výhodnější variantu nosné konstrukce podrobněji rozpracujte.

Požadované výstupy:

Technická zpráva

Půdorys

Podélný řez

Příčné řezy

Detaily

Postup výstavby

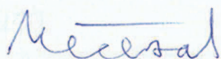
Výkaz materiálu OK a nátěrové plochy

Statický výpočet

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).
- 3.



Ing. Petr Nečesal
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Úkolem diplomové práce bude návrh spřaženého mostu o čtyřech polích. Diplomant prověří dvě varianty návrhu – konstrukci spojitou a konstrukci o čtyřech prostých polích.

Klíčová slova

spřažený ocelobetonový most, prostý nosník, spojitý nosník, silniční most, fáze výstavby, pokles podpory, hlavní nosník, ložisko

Abstract

The task of the thesis is to design composite steel-concrete bridge consisting of four spans. Student will design two versions – continuous beam and four simple supported beams.

Keywords

composite steel-concrete bridge, simple beam, continuous beam, road bridge, phase of construction, vertical deformation of support, main beam, bearing

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Milan Uhl *Návrh silničního spřaženého mostu na obchvatu Bytomi*. Brno, 2016. 131 s., 68 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Nečesal.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 4.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Milan Uhl

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

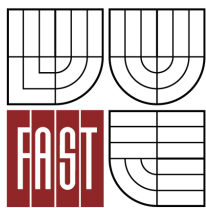
Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 4.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Milan Uhl

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji své rodině a přátelům, kteří mě podporovali při studiu. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Petru Nečesalovi za trpělivost a cenné rady při konzultacích této práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce

Ing. Petr Nečesal

Autor práce

Bc. Milan Uhl

Škola

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta

Stavební

Ústav

Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor

3607T009 Konstrukce a dopravní stavby

Studijní program

N3607 Stavební inženýrství

Název práce

Návrh silničního spřaženého mostu na obchvatu Bytomi

**Název práce v anglickém
jazyce**

Design of steel-concrete composite structure of road bridge on
by-road of Bytom

Typ práce

Diplomová práce

Přidělovaný titul

Ing.

Jazyk práce

Čeština

**Datový formát
elektronické verze**

Anotace práce

**Anotace práce v anglickém
jazyce**

Klíčová slova

**Klíčová slova v anglickém
jazyce**

OBSAH

Textová část

ČÁST I: TECHNICKÁ ZPRÁVA

ČÁST II: STATICKÝ VÝPOČET

ČÁST III: VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER

ČÁST IV: VÝKAZ MATERIÁLU

Příloha

ČÁST V: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

NÁVRH SILNIČNÍHO SPŘAŽENÉHO MOSTU NA OBCHVATU BYTOMI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ČÁST I: TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obsah

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	2
2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	2
3	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU	3
3.1.1	POPIS KONSTRUKCE MOSTU	3
3.2	NOSNÁ OCELOVÁ KONSTRUKCE MOSTU	3
3.2.1	HLAVNÍ NOSNÍKY	3
3.2.2	PŘÍČNÍKY	3
3.2.3	SPŘAŽENÍ	3
3.2.4	SPŘAŽENÁ ŽB DESKA	3
3.2.5	LOŽISKA.....	4
3.3	POUŽITÝ MATERIÁL	4
3.4	VÝSTAVBA NOSNÉ KONSTRUKCE.....	4
3.4.1	POSTUP VÝSTAVBY	4
3.4.2	MONTÁŽ OCELOVÉ KONSTRUKCE	5
3.4.3	BETONÁŽ ŽB DESKY MOSTOVKY	5
3.5	POUŽITÁ LITERATURA.....	5

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba :	Silniční sřpražený most, obchvat Bytomi, Polsko
Katastrální obec:	Bytom
Územně samosprávný celek:	Slezské vojvodství
Objednatel :	neuvedeno
Investor:	neuvedeno
Uvažovaný správce mostu:	neuvedeno
Projektant:	Bc. Milan Uhl
Účel dokumentace:	diplomová práce
Přemostřovaná překážka:	rychlostní komunikace, pole 3
Bod křižení s pozemní komunikací:	neuvedeno
Zatížení mostu:	skupina 1 (se zvláštním vozidlem) dle ČSN EN 1991-2

2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Druh převáděné komunikace:	pozemní komunikace
Překračovaná překážka:	jiná dopravní komunikace
Počet mostních polí:	4
Počet mostovkových podlaží:	jednopodlažní most
Výšková poloha mostovky:	s horní mostovkou
Měnitelnost základní polohy:	nepohyblivý most
Doba trvání:	trvalý most
Situativní uspořádání:	kolmý
Hmotná podstata:	sřpražená železobetonová
Členitost hlavní nosné konstrukce:	plnostěnný
Výchozí charakteristika:	trámový
Konstrukční uspořádání příčného řezu:	otevřeně uspořádaný
Omezení volné výšky na mostě:	volná výška neomezená
Vzdálenost krajních bodů uložení:	154,00 m
Délka mostu:	165,00 m
Rozpětí jednotlivých polí:	34,0 + 2×43 + 34,0 m
Volná šířka mostu:	12,50 m
Šířka průchozího prostoru:	2×1,25 m
Šířka mostu:	16,80 m
Výška mostu:	14,00 m
Stavební výška:	1,9 m
Plocha nosné konstrukce mostu:	16,80×154,00=2588 m ²

3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

3.1.1 POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Konstrukce mostu je řešena jako nosník o 4 polích o celkovém rozpětí 154 m. V příčném směru je tvořena šesti svařovanými ocelovými I nosníky, spřaženými s ŽB deskou mostovky pomocí trnů. Plnostěnné ocelové nosníky jsou na podporách uloženy na trojici ložisek, které se nachází pod podporovým příčníkem. Směrově je most veden v přímé. Výškově most klesá ve sklonu 1,9 %.

3.2 NOSNÁ OCELOVÁ KONSTRUKCE MOSTU

3.2.1 HLAVNÍ NOSNÍKY

Nosná konstrukce mostu je tvořena šesti plnostěnnými svařovanými nosníky vzájemně vzdálenými o 2,72 m. Hlavní nosníky jsou značeny N1 až N6 a jsou navrženy o shodné výšce 1,6 m. V poli jsou navrženy dva různé průřezy pro nosníky N1, N2, N3 a pro N4, N5, N6. Nad pilíři je navržen jeden shodný průřez pro všechny nosníky (N1 až N6). Nosníky jsou spřažené s železobetonovou deskou mostovky, která kopíruje příčný spád vozovky. ŽB deska je konstantní tloušťky 300 mm s převýšenými konci. ŽB deska je navržena z betonu C30/37 vyztuženého ocelí B500B.

Rozměry průřezu jsou navrženy podle průběhu jejich namáhání. Mezi průřezy je použito lineárního náběhu v poměru 1:5 tak, že vrchní líc horní pásnice a spodní líc dolní pásnice je v jedné linii (1600 mm).

Stěny plnostěnných nosníků jsou vyztuženy příčnými výztuhami po cca 3,0 m. Stěny krajních nosníků jsou z estetických důvodů vyztuženy pouze z vnitřní strany. Všechny výztuhy jsou přivařeny k horní i dolní pásnici a ke stěně. Výrobní nadvýšení bude provedené plynulým polygonem á 3,0 m.

3.2.2 PŘÍČNÍKY

Hlavní nosníky jsou v místě uložení na podpory spojeny pomocí příčníků. Podporové příčníky jsou provedeny na celou výšku hlavních nosníků a jsou spřažené s ŽB deskou. Podporové příčníky jsou podepřeny na 3 místech, ze statického hlediska se jedná o spojitý nosník o dvou polích. Nosník má navržený stejný průřez po celé délce a v místech uložení na ložisko je vyztužen příčnými výztuhami. V místě uložení jsou dolní pásnice rozšířeny v souladu s rozměry ložiska.

V polích jsou navrženy trvalé svařované I nosníky. V každém poli jsou navrženy 2 příčníky u spodní pásnice z důvodů zajištění stability a zabránění klopení nad podporou v místě záporných ohybových momentů.

3.2.3 SPŘAŽENÍ

Spřažení mezi ocelovými nosníky a železobetonovou deskou je provedeno pomocí spřahovacích trnů Φ 19 mm délky 150 mm dle ČSN EN ISO 13 918, jakost S355J2G3+C450. Přivaření spřahovacích trnů musí být provedeno v souladu s ČSN EN ISO 14555 – Obloukové přivařování svorníků z kovových materiálů. Pro ověřovací, kontrolní zkoušky a přejímku platí také ustanovení v ČSN EN ISO 14555. V polích jsou navrženy 3 spřahovací trny á 180 mm a v oblastech nad pilíři jsou navrženy 3 trny á 140 mm.

3.2.4 SPŘAŽENÁ ŽB DESKA

Spřažená železobetonová deska je navržena o konstantní tloušťce 300 mm z materiálu C 30/37 XF2 a je vyztužena ocelí B500B. Příčný sklon mostovky je v místě komunikace 2,0 %, v místě cyklostezky 3,0 % a v místě chodníku 4,0 %. Betonáž bude provedena dle příl. č. 5.07.

3.2.5 LOŽISKA

Nosná konstrukce bude uložena na hrncových ložiscích. Pevné uložení konstrukce v podélném směru je navařeno na pilíři 3. V místě tohoto pilíře je navrženo uložení pomocí jednoho pevného a dvou příčně posuvných ložisek. Na ostatních podporách je uložení realizováno také pomocí trojice ložisek – dvou všesměrných a jednoho podélně pohyblivého ložiska. Podélná i příčná dilatační schopnost ložisek odpovídá délce dilataující části konstrukce. Ložiska budou přednastavena dle přílohy 5.04.

Všechna ložiska jsou připevněna k nosné konstrukci pomocí pozinkovaných šroubů jakosti 10.9, jež spínají horní desku ložiska, klínovou desku a dolní pásnici příčnicku. Tvar klínových desek je navržen tak, aby ložiska byla po dokončení mostu ve vodorovné poloze. Na spodní stavbu budou ložiska uložena do plastmalty. Šrouby musí být po dotažení klasickým klíčem utaženy na otočku matice 90°, čímž budou zajištěny proti uvolnění.

Podlití ložisek na pilířích bude provedeno po montážní prohlídce před betonáží ŽB desky mostovky. Ložiska na opěrách budou podlita po betonáži ŽB desky mostovky. Podlití a aktivace ložisek musí být provedena při teplotě, na niž jsou přednastavena. Spáry mezi dosedací plochou ložiska, dolní a horní plochou klínové desky a dolní pásnicí hlavního nosníku je třeba utěsnit proti vnikání atmosférické vlhkosti. Tyto spáry budou opatřeny tmelem kompatibilním s nátěrovým systémem. Rozmístění ložisek a požadavky na ně jsou uvedeny v kapitole 5.04.

3.3 POUŽITÝ MATERIÁL

Na nosnou konstrukci mostu je použita ocel S355J2+N dle ČSN EN 10025-1,2,3/R.2005. Na montážní zavětrování, které není trvalou součástí OK, je možno použít ocel S235JR. Spřahovací trny jsou navrženy z oceli S355J2G3+C450 dle ČSN EN ISO 13918.

Požadavky na zkoušky základního materiálu:

- chemické složení a hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV – provedeno na tavbu
- zkouška tahem – provedeno na tavbu
- zkouška rázem v ohybu při -25°C – průměrná hodnota 27 J – provedeno na tavbu
- zkouška ohybová návarová – pro plechy tloušťky 30 mm a více provést na tavbu
- plošná kontrola ultrazvukem v rastru 200/200mm dle ČSN EN 10160 – třída S1
- kontrola svarové hrany ultrazvukem dle ČSN EN 10160 na odpovídající klasifikační stupeň E2 dle kontroly svarů

3.4 VÝSTAVBA NOSNÉ KONSTRUKCE

3.4.1 POSTUP VÝSTAVBY

Postup výstavby NK bude probíhat v těchto fázích.

- dílenská výroba ocelové nosné konstrukce
- montáž ocel. nosné konstrukce (včetně všech ztužujících prvků)
- podlití a aktivace ložisek na pilířích
- betonáž spřažené desky mostovky
- demontáž montážního ztužení
- podlití a aktivace ložisek na opěrách
- dokončování mostu – osazení dilatačních závěrů, provedení izolací, vybetonování říms, odvodnění, provedení vozovek, svodidel a zábradlí.

3.4.2 MONTÁŽ OCELOVÉ KONSTRUKCE

Montáž proběhne blokově. Postup montáže bude probíhat od pilíře 3 (pevná ložiska) k opěře 1 (ul. Lagiewnická) a k opěře 5 (ul. Strzelcow Bytomskich). Dílce budou osazovány pomocí kolových jeřábů do otvorů s použitím montážních podpor v místě montážních styků.

Ocelová konstrukce je tvořena šesti hlavními nosníky. Po délce jsou nosníky děleny na 2 sekce – pilířovou (délky 10 m a 11 m) a polovou (délky 28,2 m a 32,5 m). Co se týče dělení NK v příčném řezu, budou nosníky montovány po dvojicích, nejdříve krajní nosníky a na závěr prostřední nosníky s vkládaným kusem příčníku. Opěrové příčníky budou vyrobeny v celku a takto i namontovány, tzn. že budou spojeny s hlavními nosníky pomocí 6 montážních styků. V rámci montáže bude rovněž osazeno montážní ztužení nosné OK. Po dokončení montáže budou odstraněny montážní podpory a proběhne kompletní zaměření nosné OK. Po ukončení montáže a provedení montážní prohlídky dojde k podlití hrncových ložisek na pilířích. Hrnková ložiska na opěrách budou podlita až po ukončení betonáže ŽB desky. K podlití a aktivaci ložisek musí dojít při teplotě OK totožné s teplotou, na niž je ložisko přednastaveno. Montážní dílce mají tyto maximální délky a hmotnosti.

Dílce polové: max. délku 33 m a hmotnost do 22 tun.

Dílce pilířové: max. délku 11 m a hmotnost do 14 tun.

3.4.3 BETONÁŽ ŽB DESKY MOSTOVKY

Betonáž ŽB desky mostovky proběhne ve 2 fázích:

1. fáze – smontování ocelové konstrukce
2. fáze – betonáž polových úseků v poli 1, 2, 3 a 4 (0 dní)
3. fáze – betonáž podporových úseků nad pilíři 2, 3 a 4 (14 dní)

Betonáž bude probíhat v celé šířce konstrukce. Po dokončení betonáže bude ocelová konstrukce kompletně geodeticky zaměřena a budou podlity ložiska na opěrách 1 a 5.

3.5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990: Eurokód – *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-2: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: ČNI, 2005.
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2007.
- [5] ČSN EN 1991-1-5: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou*. Praha: ČNI, 2005.
- [6] ČSN EN 1993-1-1: Eurokód 3 – *Navrhování ocelových konstrukcí Část 1 – 1: Obecná pravidla a posouzení pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006.
- [7] ČSN EN 1993-1-5: Eurokód 3 – *Navrhování ocelových konstrukcí Část 1 – 5: Boulení stěn*. Praha: ČNI, 2008.

- [8] ČSN EN 1993-1-8: Eurokód 3 – Navrhování ocelových konstrukcí *Část 1 – 8: Navrhování styčníků*. Praha: ČNI, 2006.
- [9] ČSN EN 1993-1-9: Eurokód 3 – Navrhování ocelových konstrukcí *Část 1 – 9: Únava*. Praha: ČNI, 2006.
- [10] ČSN EN 1994-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: *Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006.
- [11] ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 2: *Obecná pravidla a pravidla pro mosty*. Praha: ČNI, 2006.
- [12] ČSN EN ISO 14555 – *Obloukové přivařování svorníků z kovových materiálů*. Praha: ČNI, 2007.
- [13] ČSN EN ISO 13918 – *Svařování - Svorníky a keramické kroužky pro obloukové přivařování svorníků*. Praha: ČNI, 2008.
- [14] ROTTNER, T. STUDNIČKA, J.: *Ocelové konstrukce 30-Ocelové mosty*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001.
- [15] KARMAZÍNOVÁ, M.: *Kovové mosty I*, Vyd. 1. Brno: VUT v Brně, 2006.

NÁVRH SILNIČNÍHO SPŘAŽENÉHO MOSTU NA OBCHVATU BYTOMI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ČÁST II: STATICKÝ VÝPOČET

Obsah

1	ÚVOD	3
2	PŘEDPOKLAD VÝPOČTU	3
3	VÝPOČTOVÉ MODELY	3
4	POROVNÁNÍ VARIANT	4
4.1	VARIANTA – PROSTÝ NOSNÍK	4
4.1.1	ZATÍŽENÍ	4
4.1.2	STANOVENÍ ÚČINNÝCH ŠÍŘEK	8
4.1.3	NAPJATOST V MEZNÍM STAVU ÚNOSNOSTI	9
4.1.4	ÚNOSNOST VE SMYKU	9
4.1.5	PODPOROVÁ VÝZTUHA	11
4.1.6	POSOUZENÍ HLAVNÍHO NOSNÍKU NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	12
4.2	VARIANTA – SPOJITÝ NOSNÍK	22
4.3	PRŮHYB	28
4.4	VYHODNOCENÍ VARIANT	30
5	PODROBNÉ ŘEŠENÍ VARIANTY SE SPOJITÝM NOSNÍKEM	31
5.1	FÁZE VÝSTAVBY	31
5.1.1	FÁZE 1	31
5.1.2	FÁZE 2	31
5.1.3	FÁZE 3	31
5.1.4	FÁZE 4	32
5.2	ZATÍŽENÍ	32
5.2.1	ZS 1 – BETONÁŽ 1	32
5.2.2	ZS 2 – BETONÁŽ 2	33
5.2.3	ZS 3 – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ	33
5.2.4	ZATÍŽENÍ DOPRAVOU	34
5.2.4.1	SESTAVA GR1A	34
5.2.4.2	SESTAVA GR5	35
5.2.5	ZATÍŽENÍ NA ÚNAVU	35
5.2.6	ZATÍŽENÍ ZPŮSOBENÉ POKLESEM PODPOR	35
5.2.7	ZATÍŽENÍ NEROVNOMĚRNÝM OTEPLENÍM A OCHLAZENÍM PRŮŘEZU	36
5.2.8	ZATÍŽENÍ VĚTREM	36
5.2.9	ZATÍŽENÍ ROZJEZDOVÝMI A BRZDNÝMI SILAMI	36
5.2.10	ZATÍŽENÍ OD TŘECÍCH SIL V LOŽISCÍCH	36
5.2.11	ZATÍŽENÍ OD SMRŠŤOVÁNÍ ŽB DESKY	36

5.3	PRŮŘEZY A PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY	37
5.4	ZATÍŽENÍ OD TEPLoty	44
5.5	ZATÍŽENÍ OD SMRŠŤOVÁNÍ.....	50
5.6	POSOUZENÍ NA 1. MS.....	52
5.6.1	OHYBOVÝ MOMENT	52
5.6.2	POSUDEK NA SMYK	72
5.6.3	POSOUZENÍ PŘÍČNÍKŮ	74
5.6.3.1	PODPOROVÝ PŘÍČNÍK (PILÍŘOVÝ)	74
5.6.3.2	PODPOROVÝ PŘÍČNÍK (OPĚROVÝ)	75
5.6.4	KLOPENÍ NOSNÍKU	77
5.7	POSOUZENÍ NA 2. MS.....	78
5.7.1	PRŮHYBY.....	78
5.7.2	KONTROLA ŠÍŘKY TRHLIN	80
5.8	SPŘAŽENÍ	81
5.9	KRČNÍ SVARY.....	83
5.10	LOŽISKA, DILATACE KONSTRUKCE	85

1 ÚVOD

Účelem statického výpočtu je návrh a následné posouzení prvků a průřezů nosné konstrukce mostu. Statický výpočet obsahuje popis geometrie a výpočtového modelu, zhodnocení variant a následný rozsáhlejší posudek vybrané varianty. Na základě výpočtů byla zpracována podrobná výkresová dokumentace.

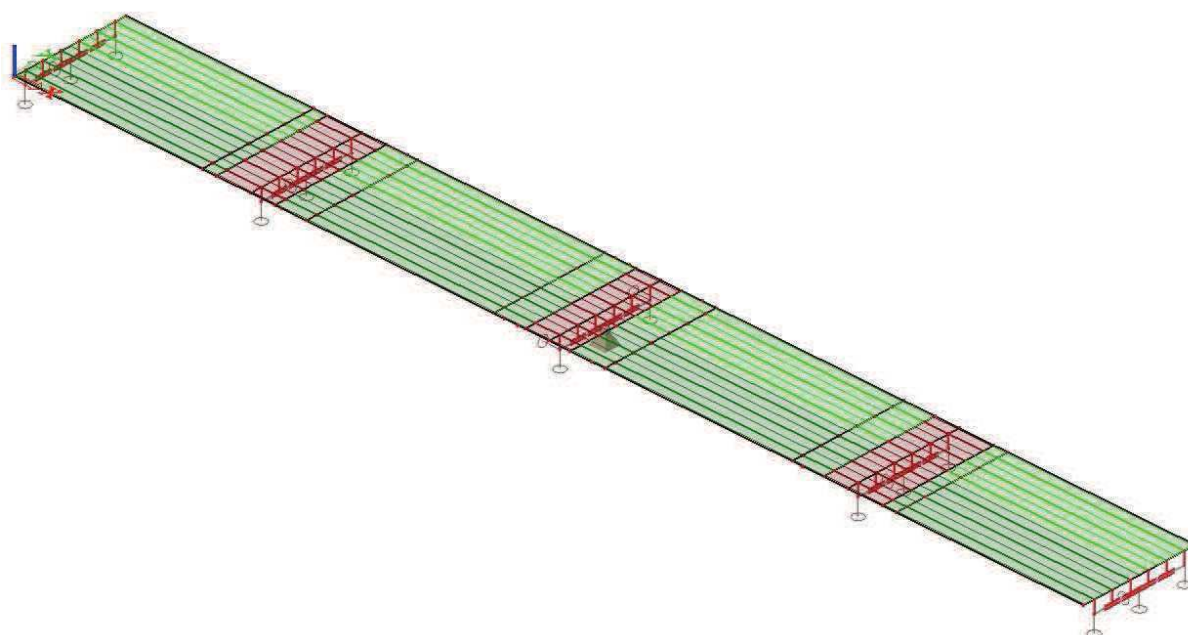
2 PŘEDPOKLAD VÝPOČTU

- není počítáno s vlivem prokluzu ve spřažení – uvažuje se dokonale tuhé spřažení mezi ocelovými nosníky a železobetonovou deskou
- zanedbává se podélný sklon konstrukce
- zanedbává se příčný sklon konstrukce
- podpory jsou ve směru z (svislý směr) uvažovány jako dokonale tuhé

3 VÝPOČTOVÉ MODELY

Pro statický posudek bylo užito více statických modelů konstrukce. Pro porovnání variant byl zvolen ruční výpočet a průběhy vnitřních sil byly určeny pomocí příčnickových čar příčného roznášení za předpokladu nekonečně tuhé příčné ztužidla. Pro výslednou podrobnější variantu byl vypracován statický model ve výpočetním programu SCIA NEGINEER.

Statický model byl uvažován jako deska se žebry. Součet vnitřních sil, jejich kombinace a posouzení bylo provedeno v programu MICROSOFT EXCEL.



Obr. Statický model pro výslednou podrobnější variantu

4 POROVNÁNÍ VARIANT

4.1 VARIANTA - PROSTÝ NOSNÍK

4.1.1 ZATÍŽENÍ

U varianty sestávající z prostých nosníků je ze statického i ekonomického hlediska vhodné vypracovat všechny nosníky o stejné délce.

L 38,5 m

a) stálé (na celý most)

ŽB deska (300mm)	0,3*25*16,7	125,25 kN/m
ocelové nosníky (odhad)		60 kN/m
svodidla, zábradlí		4 kN/m
asfaltová vozovka 100 mm	0,1*22*8	17,6 kN/m
chodník	0,2*22*8,8	38,72 kN/m
Suma		245,57 kN/m

stálé zatížení na 1 nosník (zanedbává se nesymetrie mostu)

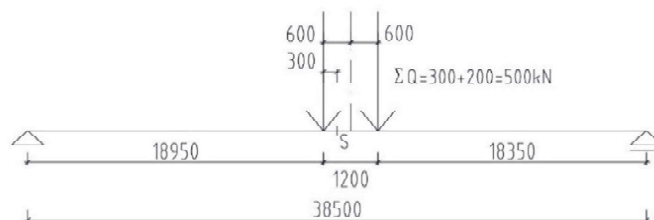
$$245,57/6 = 40,93 \text{ kN/m}$$

z toho g_1 30,88 kN/m montážní zatížení
z toho g_2 10,05 kN/m zbytek stálého zatížení

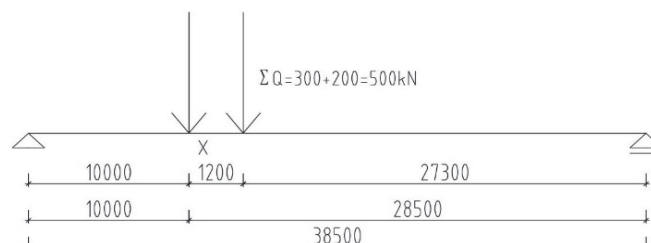
b) nahodilé dopravou

šířka vozovky $w=8\text{m} \rightarrow 2 \times \text{zatěžovací pruh } w_1=3\text{m}$
šířka zbývajících plochy = 2m

dvojnápravy Modelu zatížení 1: největší ohybový moment
max v $L/2$



max ve vzdálenosti $x=10\text{ m}$



Nápravové síly

Pruh 1 $Q=300\text{ kN}$

$$\alpha_{Q1}=1,0 \quad \alpha_{Q2}=1,0$$

Pruh 2 $Q=200\text{ kN}$

rovnorné zatížení	pruh 1	$q=9,0\text{ kN/m}^2$	$\alpha_{q1}=1,0 \rightarrow 9,0*1,0=$	9 kN/m^2
	pruh 2	$q=2,5\text{ kN/m}^2$	$\alpha_{q2}=2,4 \rightarrow 2,5*2,4=$	6 kN/m^2
	pruh 3	$q=2,5\text{ kN/m}^2$	$\alpha_{q1}=1,2 \rightarrow 2,5*1,2=$	3 kN/m^2

VNITRNÍ SÍLY

Výpis vnitřních sil viz. ČÁST 3 VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER
od montážního zatížení:

$$M_{g1} = 1/8 * g_1 * L^2 = 5721\text{ kNm}$$

$$M_{g1,x=10} = 4400\text{ kNm}$$

od zbytku stálého zatížení:

$$M_{g2} = 1/8 * g_1 * L^2 = 1863\text{ kNm}$$

$$M_{g2,x=10} = 1432\text{ kNm}$$

od zatížení dopravou na celý most

od dvojnáprav, max $M_{TS;L/2} = 9327\text{ kNm}$

od dvojnáprav, max $M_{TS;x=10} = 7247\text{ kNm}$

od rovnorného (9 kN/m^2)

$$M_{UDL;L/2} = 1/8 * 9 * 38,5^2 = 1667\text{ kNm}$$

$$M_{UDL;x=10} = 1283\text{ kNm}$$

od rovnorného (6 kN/m^2)

$$M_{UDL;L/2} = 1/8 * 6 * 38,5^2 = 1111\text{ kNm}$$

$$M_{UDL;x=10} = 855\text{ kNm}$$

od rovnorného (3 kN/m^2)

$$M_{UDL;L/2} = 1/8 * 3 * 38,5^2 = 556\text{ kNm}$$

$$M_{UDL;x=10} = 427\text{ kNm}$$

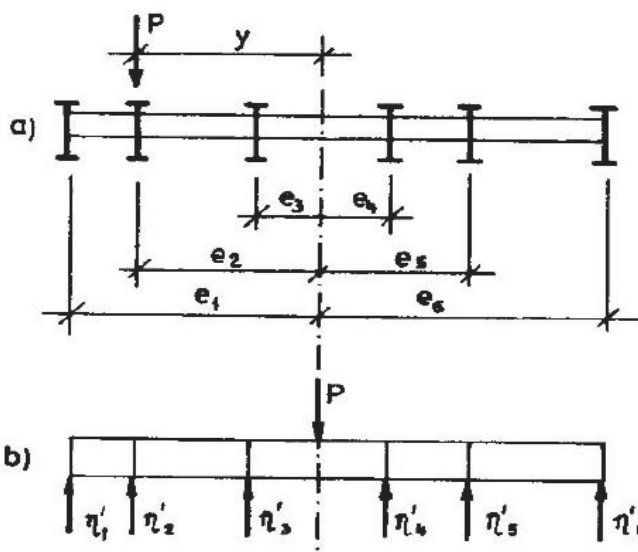
zatížení chodníku (3 kN/m^2)

$$M_{ch;L/2} = 1/8 * 3 * 38,5^2 = 556\text{ kNm}$$

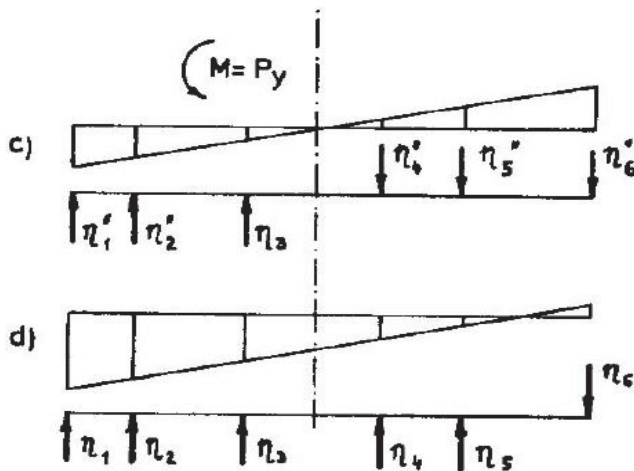
$$M_{ch,x=10} = 427\text{ kNm}$$

Na nosník 1 působí v $L/2$

Stanoveno pomocí příčinkové čáry příčného roznášení za předpokladu nekonečně tuhého příčného ztužidla.
Příčinková čára je v tomto případě přímkou.



$e_1 =$	6800 mm
$e_2 =$	4080 mm
$e_3 =$	1360 mm
$e_4 =$	1360 mm
$e_5 =$	4080 mm
$e_6 =$	6800 mm



Excentricky působící břemeno $P=1$ je nahrazeno břemenem P v těžišti soustavy a momentem $M=P \cdot y=1 \cdot y$

$$\eta_i' = P/m = 1/m,$$

kde m je počet hlavních nosníků. Moment M vyvolává reakce hlavních nosníků plynoucí z momentové podmínky rovnováhy $M = \sum \eta_i'' \cdot e_i$

$$\eta_1'' = M \cdot \frac{e_1}{\sum e_i^2}; \eta_2'' = M \cdot \frac{e_2}{\sum e_i^2}; \dots$$

$$\eta_i' = 1/m = 1/6$$

$$\eta_1'' = M \cdot \frac{e_1}{\sum e_i^2} = 6800 \cdot \frac{6800}{(6800^2 + 4080^2 + 1360^2) \cdot 2} = 0,357$$

$$\eta_2'' = M \cdot \frac{e_2}{\sum e_i^2} = 6800 \cdot \frac{4080}{(6800^2 + 4080^2 + 1360^2) \cdot 2} = 0,214$$

$$\eta_3'' = M \cdot \frac{e_3}{\sum e_i^2} = 6800 \cdot \frac{1360}{(6800^2 + 4080^2 + 1360^2) \cdot 2} = 0,0714$$

$$\eta_1 = \eta_1' + \eta_1'' = 0,1666 + 0,357 = 0,524$$

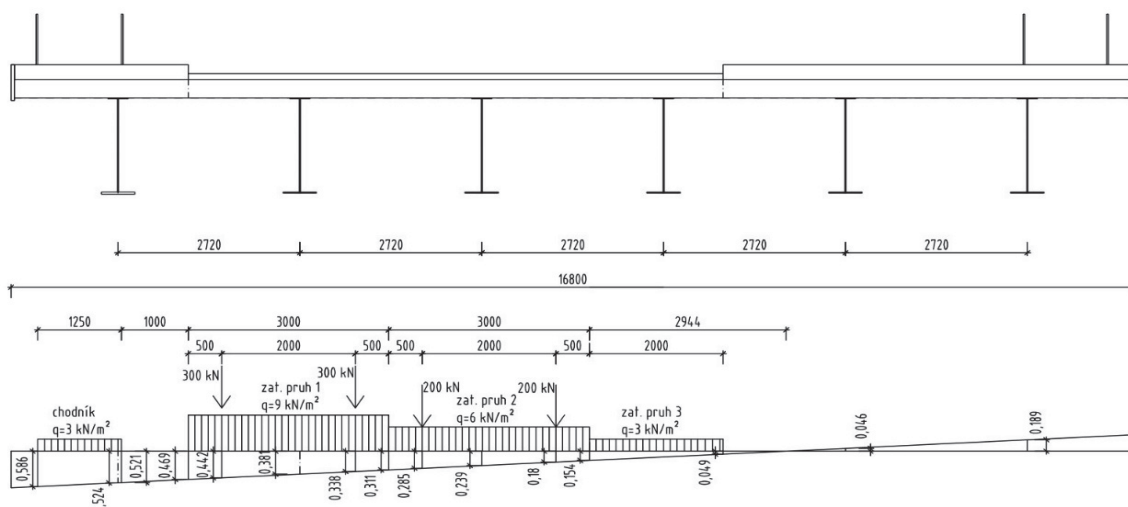
$$\eta_4 = \eta_4' + \eta_4'' = 0,1666 - 0,0714 = 0,095$$

$$\eta_2 = \eta_2' + \eta_2'' = 0,1666 + 0,214 = 0,381$$

$$\eta_5 = \eta_5' + \eta_5'' = 0,1666 - 0,214 = -0,046$$

$$\eta_3 = \eta_3' + \eta_3'' = 0,1666 + 0,0714 = 0,239$$

$$\eta_6 = \eta_6' + \eta_6'' = 0,1666 - 0,357 = -0,189$$



Dále je tedy řešen krajní nosník, který je v důsledku příčného roznášení nesouměrně umístěného zatížení nejnepříznivěji namáhán.

od dvojnáprav

$0,5 \cdot (0,442 + 0,338) \cdot 300 / 500 \cdot 9327$	2183
$0,5 \cdot (0,285 + 0,180) \cdot 200 / 500 \cdot 9327$	867
Suma	3050 kNm

od rovnoměrného zatížení dopravou

$0,5 \cdot (0,469 + 0,311) \cdot 1668 \cdot 3$	1950
$0,5 \cdot (0,311 + 0,154) \cdot 1111 \cdot 3$	775
$0,5 \cdot (0,154 + 0,049) \cdot 556 \cdot 2$	113
Suma	2838 kNm

zatížení na chodníku (součást UDL)

$0,5 \cdot (0,586 + 0,521) \cdot 556 \cdot 1,25$	385 kNm
--	---------

Na nosník 1 působí v bodě $x=10\text{m}$

od dvojnáprav

$0,5 \cdot (0,442 + 0,338) \cdot 300 / 500 \cdot 7247$	1696
$0,5 \cdot (0,285 + 0,180) \cdot 200 / 500 \cdot 7247$	674
Suma	2370 kNm

od rovnoměrného zatížení dopravou

$0,5 \cdot (0,469 + 0,311) \cdot 1283 \cdot 3$	1501
$0,5 \cdot (0,311 + 0,154) \cdot 855 \cdot 3$	596
$0,5 \cdot (0,154 + 0,049) \cdot 427 \cdot 2$	87
Suma	2184 kNm

zatížení na chodníku (součást UDL)

$0,5 \cdot (0,586 + 0,521) \cdot 427 \cdot 1,25$	295 kNm
--	---------

Další zatížení se neuvažuje, protože odlehčuje.

KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatížení proveden podle ČSN EN 1990 pomocí vztahů 6.10a a 6.10b.

kombinace 6.10a čas $t=0$

$1,35 \cdot \text{stálé zatížení} + 1,35 \cdot (0,75 \cdot TS + 0,4 \cdot UDL) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{nerovnoměrné oteplení}$

kombinace 6.10a čas $t=\text{nekonečno}$

$1,35 \cdot \text{stálé zatížení} + 1,35 \cdot (0,75 \cdot TS + 0,4 \cdot UDL) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{nerovnoměrné oteplení} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{smršťování}$

kombinace 6.10b čas $t=0$

$1,35 \cdot 0,85 \cdot (\text{stálé zatížení}) + 1,35 \cdot (TS + UDL) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{nerovnoměrné oteplení}$

kombinace 6.10b čas $t = \text{nekonečno}$

$1,35 \cdot 0,85 (\text{stálé zatížení}) + 1,35 \cdot (TS + UDL) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{nerovnoměrné oteplení} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{smršťování}$

NÁVRHOVÝ OHYBOVÝ MOMENT

v polovině nosníku ($L/2$)		v bodě $x=10\text{m}$ od podpory	
od montážního zatížení			
M_{g1}	5721	4400	kNm
od zbytku stálého zatížení			
M_{g2}	1863	1432	kNm
od dvojnáprav			
M_{TS}	3050	2370	kNm
od rovnoměrného zatížení dopravou			
M_{UDL}	2838	2184	kNm
od zatížení na chodníku			
M_{ch}	385	295	kNm
od smršťování (odhad)			
M_s	1800	1800	kNm
od teploty (odhad)			
M_t	300	300	kNm

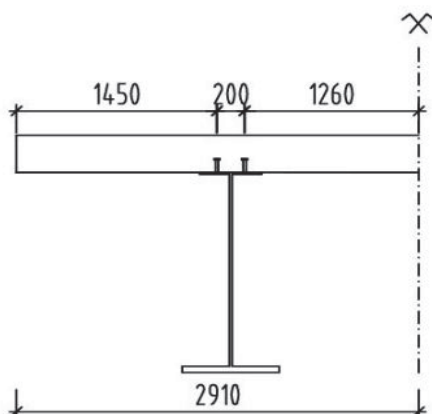
kombinace 6.10a čas $t=0$
kombinace 6.10.a čas $t = \text{nekonečno}$
kombinace 6.10b čas $t=0$
kombinace 6.10b čas $t = \text{nekonečno}$

	$L/2$	$x=10\text{m}$	
M	15532	12032	kNm
M	17962	14462	kNm
M	16921	13420	kNm
M	19390	15486	kNm
max M	19390	15486	kNm

4.1.2 STANOVENÍ ÚČINNÝCH ŠÍŘEK

$$b_{\text{eff}} = b_0 + \sum b_{ei}$$

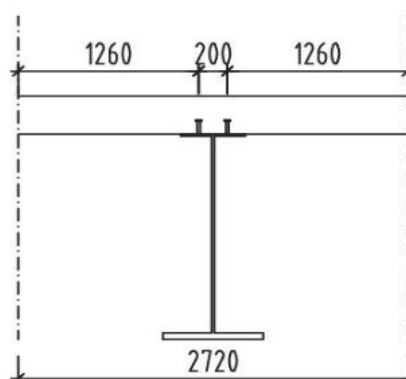
spolupůsobící šířka vychází z ekvivalentního rozpětí
krajní nosník



$$b_{\text{eff},1} = 2910 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 38500/8 = 4812,5 \text{ mm}$$

vnitřní nosník



$$b_{\text{eff},2} = 2720 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 1450 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 1260 \text{ mm}$$

VYHOVUJE → spolupůsobí plná šířka desky

NÁVRHOVÉ PEVNOSTI

beton:

$$f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 30 / 1,5 = 17 \text{ MPa}$$

ocel:

$$f_{yd} = f_y / \gamma_a = 355 / 1,0 = 355 \text{ MPa}$$

4.1.3 NAPJATOST V MEZNÍM STAVU ÚNOSNOSTI

v polovině nosníku

N.O. prochází stojinou

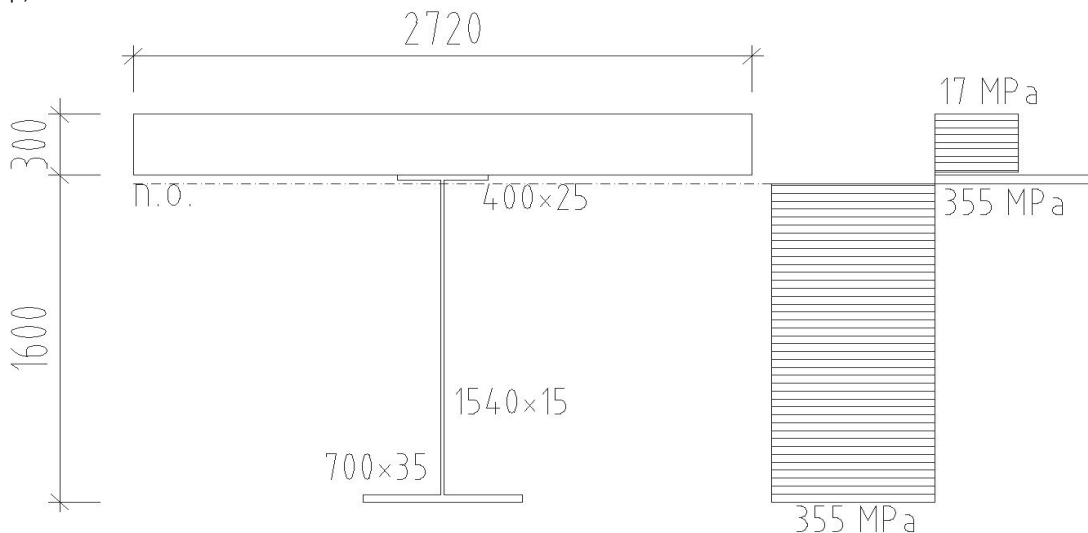
$$x = (25 \cdot 400 \cdot 355 + 17 \cdot 285 \cdot 2720 - 700 \cdot 35 \cdot 355 - 15 \cdot 1540 \cdot 355) / (2 \cdot 400 \cdot 355)$$

$$x = 1524 \text{ mm}$$

$$0,15 \cdot h = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \rightarrow \text{ve výpočtu je uvažováno } A_c = 2720 \cdot 285 \text{ mm}^2$$

$$M_{pl,Rd} = 355 \cdot (700 \cdot 35 \cdot 1542 + 15 \cdot 1524 \cdot 762 + 6 \cdot 15 \cdot 8 + 400 \cdot 25 \cdot 29) + 17 \cdot 2720 \cdot 285 \cdot (300 + 41 - 285/2)$$

$$M_{pl,Rd} = 2,2315 \cdot 10^6 = 22315 \text{ kNm}$$



$$M_{ed,l/2} = 19390 < M_{pl,Rd} = 22315$$

VYHOVUJE

v x=10

určení N.O. (prochází horní pásnicí)

$$x = (15 \cdot 400 \cdot 355 + 17 \cdot 285 \cdot 2720 - 700 \cdot 25 \cdot 355 - 15 \cdot 1560 \cdot 355) / (2 \cdot 400 \cdot 355)$$

$$x = 3 \text{ mm}$$

$$0,15 \cdot h = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \rightarrow \text{ve výpočtu je uvažováno } A_c = 2720 \cdot 285 \text{ mm}^2$$

$$M_{pl,Rd} = 355 \cdot (700 \cdot 25 \cdot 1576 + 15 \cdot 1560 \cdot 783 + 12 \cdot 400 \cdot 6) + 17 \cdot 2720 \cdot 285 \cdot (300 + 12 - 285/2)$$

$$M_{pl,Rd} = 1,8539 \cdot 10^6 = 18539 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,l/2} = 15486 < M_{pl,Rd} = 18539$$

VYHOVUJE

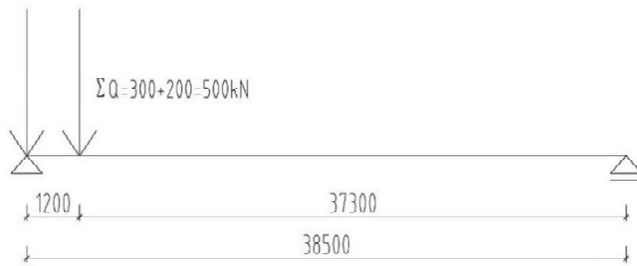
4.1.4 ÚNOSNOST VE SMYKU

$$V_{pl,Rd} = A_w \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$$

$$V_{pl,Rd} = 15 \cdot 1560 \cdot 355 / \sqrt{3}$$

$$V_{pl,Rd} = 4796 \text{ kN}$$

největší posouvající síla na nosníku 1 pro umístění dvojnáprav



$R_a = 984 \text{ kN}$

posouvající síla:

od stálého $V = 0,5 \cdot 40,92 \cdot 38,5 = 788 \text{ kN}$
od dvojnáprav $V = 984 \text{ kN}$

$0,5 \cdot (0,442 + 0,338) \cdot 300 / 500 \cdot 984$	230
$0,5 \cdot (0,285 + 0,180) \cdot 200 / 500 \cdot 984$	92
Suma	322 kN

od rovnoměrného $V = 0,5 \cdot 9 \cdot 38,5 = 173 \text{ kN}$
od rovnoměrného $V = 0,5 \cdot 6 \cdot 38,5 = 116 \text{ kN}$
od chodníku $V = 0,5 \cdot 3 \cdot 38,5 = 58 \text{ kN}$

od rovnoměrného zatížení dopravou

$0,5 \cdot (0,469 + 0,311) \cdot 173 \cdot 3$	203
$0,5 \cdot (0,311 + 0,154) \cdot 116 \cdot 3$	81
$0,5 \cdot (0,154 + 0,049) \cdot 58 \cdot 2$	12
Suma	295 kN

zatížení na chodníku

$0,5 \cdot (0,586 + 0,521) \cdot 58 \cdot 1,25 = 40 \text{ kNm}$

NÁVRHOVÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA PRO NOSNÍK 1

kombinace 6.10a	čas $t=0$	V_{sd}	1 591 kNm
kombinace 6.10.a	čas $t=\text{nekonečno}$	V_{sd}	1 591 kNm
kombinace 6.10b	čas $t=0$	V_{sd}	1 779 kNm
kombinace 6.10b	čas $t=\text{nekonečno}$	V_{sd}	1 779 kNm
		max V_{sd}	1 779 kNm

$0,5V_{pl,Rd} \geq V_{sd}$ $2\,398 \geq 1\,779$

VYHOVUJE

není nutno posuzovat vliv posouvající síly na snížení momentové únosnosti

štíhlostní poměr: $d/tw = 1560/15 = 104 > 69\sqrt{235/f_y} = 69\sqrt{235/355} = 56$

nevyhovuje z hlediska štíhlosti

ÚNOSNOST STOJINY PŘI BOULENÍ SMYKEM (POMOCÍ POKRITICKÉ METODY)

štíhlost stojiny:
$$\overline{\lambda}_w = \frac{d/tw}{37,4\epsilon\sqrt{k\tau}}$$

$k\tau = 5,34$ (nosník má výztuhy pouze v podporách, jedná se tedy o netuhou koncovou výztuhu)

$$\overline{\lambda}_w = \frac{1560/15}{37,4\sqrt{235/355}\sqrt{5,34}} = 1,47$$

smyková pevnost

$$\tau_{ba} = \frac{0,9 \cdot f_{yd}}{\overline{\lambda}_w \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 355}{1,47 \cdot \sqrt{3}} = 125,5 \text{ Mpa}$$

ÚNOSNOST ŠTÍHLÉ STOJINY VE SMYKU

$$V_{ba,Rd} = 15 \cdot 1560 \cdot 125,5 = 2\,937 \text{ kN} > 1\,779 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Je zřejmé, že i poblíž pole bude splněna podmínka $V_{ed} < 0,5V_{ba,Rd}$, a není proto nutno snižovat únosnost nosníku v ohybu vzhledem k účinku posouvající síly.

4.1.5 PODPOROVÁ VÝZTUHA

únosnost výtuhy

$$A = 365 \cdot 15 + 2 \cdot 115 \cdot 20$$

$$30 \cdot \epsilon \cdot t_w = 30 \cdot 0,81 \cdot 15 = 365 \text{ mm}$$

$$A = 10\,075 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 20 \cdot 245^3 = 24,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{24,5 \cdot 10^6}{10\,075}} = 49 \text{ mm}$$

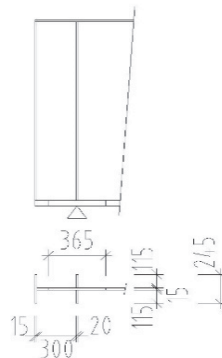
$$\lambda = \frac{0,75 \cdot 1560}{49} = 24$$

$$\overline{\lambda} = \frac{264}{93,9 \cdot 0,81} = 0,316 \rightarrow \chi = 0,939$$

$$N_{b,Rd} = 10\,075 \cdot 0,939 \cdot 355$$

$$N_{b,Rd} = 3\,358 > 1\,779$$

VYHOVUJE



4.1.6 POSOUZENÍ HLAVNÍHO NOSNÍKU NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

POSOUZENÍ VE STŘEDU NOSNÍKU (předpokládá se pružné působení)

a) nese jen ocelový nosník

A _a	57600 mm ²
----------------	-----------------------

e	606 mm
---	--------

I = 23602,00 * 10⁶ mm⁴
napětí

z _h	994 mm
z _d	606 mm

$$M_{g1} = 1/8 * g_1 * L^2 = 5\,720,56 \text{ kNm}$$

σ_a^h	241 MPa
σ_a^d	147 MPa

≤ f_y = 355 MPa **VYHOVUJE**

≤ f_y = 355 MPa **VYHOVUJE**

hodnota pro návrhové zatížení

$$1,35 * 241 \text{ MPa} = 325 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

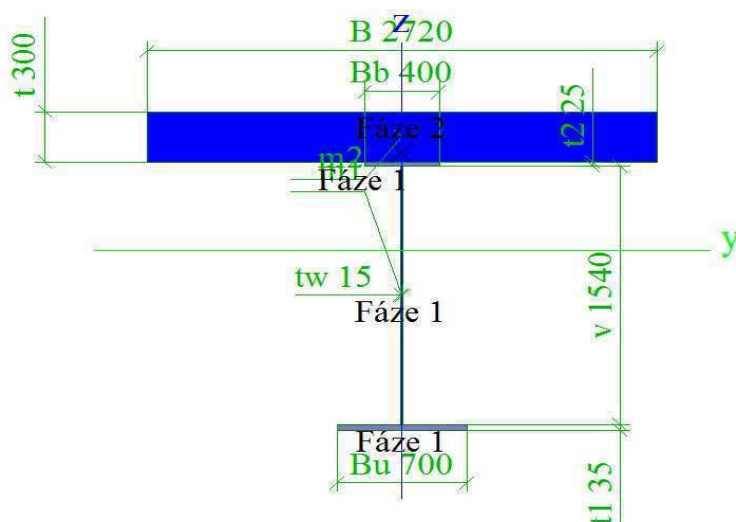
b) nese spřažený ocelobetonový nosník (krátkodobé působení s účinným modulem betonu)

A _a	57 600 mm ²
A _c	816000 mm ²

$$E_c = E_{cm} = 32000$$

pracovní součinitel $n = E_a / E_c$
 $n = 210000 / 32000 = 6,6$

z _h	512 mm
z _d	1388 mm



Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I = 76062,00 * 10^6 \text{ mm}^4$$

ohybový moment od zbytku stálého zatížení
ohybový moment od zatížení dopravou a chodníku

$M_{gr}= 1863 \text{ kNm}$
 $M_p= 6273 \text{ kNm}$
Celkem 8135,597 kNm

napětí

σ_a^h	23 MPa
σ_a^d	148 MPa
σ_c^h	8 MPa

napětí celkem

σ_a^h	241+23	264	$\leq$	$f_y=355 \text{ Mpa}$	VYHOVUJE
σ_a^d	147+148	295	$\leq$	$f_y=355 \text{ Mpa}$	VYHOVUJE
σ_c^h		8	$\leq$	$0,85 \cdot f_{ck}=0,85 \cdot 30$	VYHOVUJE

nosník působí v provozním stavu pružně

DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ

$$n_L = n_0 \cdot (1 + \psi_L \Phi_t)$$

$$\psi_L = 1,1 \text{ pro stálé}$$

$$n_0 = \frac{E_a}{E_{cm}} = 6,6$$

$$\psi_L = 0,55 \text{ pro smršťování}$$

$$\text{součinitel dotvarování } \Phi_t = \Phi_0 \cdot \beta_c(t-t_0)$$

$$\text{teoretický součinitel } \Phi_0 = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

součinitel β_c , vystihující časový průběh dotvarování

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

β_H závisí na relativní vlhkosti RH(%) a na náhradním rozměru prvku $h_0(\text{mm})$ a je dána vztahem

$$\beta_H = 1,5 \cdot [1 + 0,012RH]^{18} h_0 + 250 \leq 1500$$

náhradní tloušťka desky $h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u}$

součinitel $\beta(f_{cm})$ vystihující vliv pevnosti betonu $\beta(f_{cm}) = 16,8 / \sqrt{f_{cm}}$

součinitel $\beta(t_0)$ vystihující vliv stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,2}} \quad \Phi_{RH} = 1 + \left(1 - \frac{RH}{100} \right) / (0,1 \sqrt[3]{h_0})$$

zbytek stálého zatížení začne působit měsíc po vybetonování desky mostovky. Životnost bude 100 let.

$$t=36500$$

$$t_0=30$$

$$RH=80\%$$

$$A_c = 300 \cdot 2720 = 816000 \text{ mm}^2$$

$$u = 2 \cdot 2720 = 5440 \text{ mm}$$

$$h_0 = \frac{2 \cdot 816000}{5440} = 300 \text{ mm}$$

$$\beta_H = 1,5[1 + (0,012 \cdot 80)^{18}] \cdot 300 + 250 = 916 \leq 1500$$

$$\beta_c = \left(\frac{36500 - 30}{916 + 36500 - 30} \right)^{0,3} = 0,992$$

$$\Phi_{RH} = 1 + \left(1 - \frac{80}{100} \right) / (0,1 \sqrt[3]{300}) = 1,299$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{30}} = 3,06$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + 300^2} = 0,48$$

$$\Phi_0 = 1,299 \cdot 3,06 \cdot 0,48 = 1,91$$

$$\Phi_t = 1,91 \cdot 0,992 = 1,89$$

$$n_L = 6,6 \cdot (1 + 1,1 \cdot 1,89) = 20,32$$

smršťování

$t_0 = 1$ den

$t = 36500$ dní

$$\beta_c = \left(\frac{36500 - 1}{916 + 36500 - 1} \right)^{0,3} = 0,992$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + 10^2} = 0,909$$

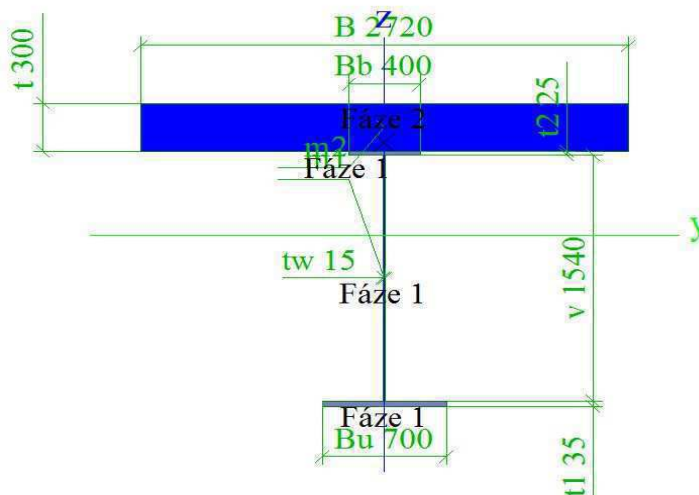
$$\Phi_0 = 1,299 \cdot 3,06 \cdot 0,909 = 3,61$$

$$\Phi_t = 3,61 \cdot 0,992 = 3,58$$

$$n_L = 6,6 \cdot (1 + 0,55 \cdot 3,58) = 19,6$$

c) nese spřažený ocelobetonový nosník (dlouhodobé působení pro $n_L = 20,32$)

Aa	57600,00	mm ²
Ac	816000	mm ²
Ec,red	10334	Mpa
zh	824	mm
zd	1076	mm



$$I = 54874,00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

NAPĚTÍ OD ZBYTKU STÁLÉHO ZATÍŽENÍ

$$M_{g2} = 1\,862,69 \text{ kNm}$$

$$\sigma_a^h = \frac{1862,69 \cdot 10^6}{54874 \cdot 10^6} \cdot (824 - 300) = 17,79 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{1862,69 \cdot 10^6}{54874 \cdot 10^6} \cdot 1074 = 36,52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{20,32} \cdot \frac{1862,69 \cdot 10^6}{54874 \cdot 10^6} \cdot 824 = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{20,32} \cdot \frac{1862,29 \cdot 10^6}{54874 \cdot 10^6} \cdot (824 - 300) = 0,88 \text{ MPa}$$

vliv dotvarování betonu při působení stálého zatížení je dán rozdílem napětí při krátkodobém

a dlouhodobém působení. Napětí při krátkodobém zatížení:

$$\sigma_a^h = \frac{1862,69 * 10^6}{76062 * 10^6} * (512 - 300) = 5,19 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{1862,69 * 10^6}{76062 * 10^6} * 1388 = 33,99 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{6,6} * \frac{1862,69 * 10^6}{76062 * 10^6} * 512 = 1,90 \text{ MPa}$$

rozdíl mezi krátkodobým a dlouhodobým působením

$$\Delta\sigma_a^h = -5,19 + 17,79 = 12,60 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_a^d = -33,99 + 36,52 = 2,53 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_c^h = -1,9 + 0,88 = -0,52 \text{ MPa}$$

vliv dotvarování na napjatost je zanedbatelný

ÚČINKY ZBYTKU STÁLÉHO ZATÍŽENÍ, ZATÍŽENÍ NA CHODNÍKU A ZATÍŽENÍ DOPRAVOU NA BETON STARÝ 100 LET

$$M_{g2+p} = 8\,135,60 \text{ kNm}$$

$$\sigma_a^h = \frac{8135,6 * 10^6}{54874 * 10^6} * (824 - 300) = 78 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{8135,6 * 10^6}{54874 * 10^6} * 1076 = 160 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{20,32} * \frac{8135,6 * 10^6}{54874 * 10^6} * 824 = 6 \text{ MPa}$$

NAPĚTÍ CELKEM BUDE

σ_a^h	241+78	319	MPa	≤	$f_y=355 \text{ Mpa}$	VYHOVUJE
σ_a^d	147+160	306	MPa	≤	$f_y=355 \text{ Mpa}$	VYHOVUJE
σ_c^h		6	MPa	≤	$0,85*f_{ck}=0,85*30$	VYHOVUJE

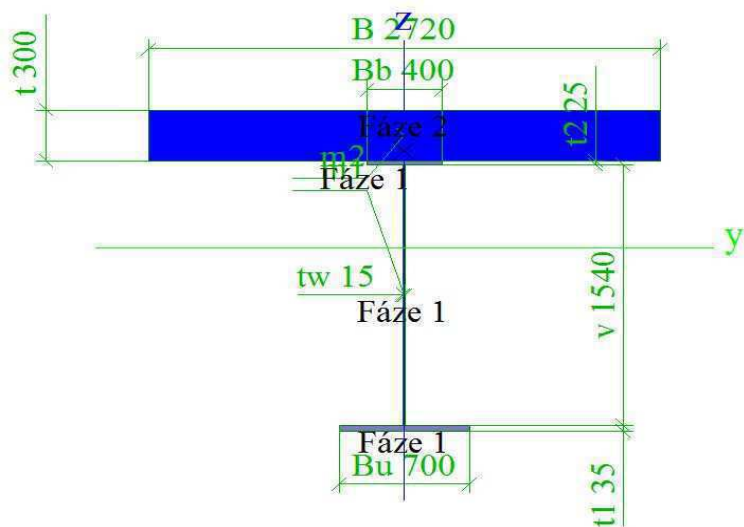
VLIV SMRŠŤOVÁNÍ BETONU

n	19,6
---	------

$$A_i = 57600 + 816000 / 19,6$$

A_i	99 233	mm ²
$E_{c,red}$	10714	Mpa
zh	814	mm
zd	1086	mm

$$I = 55546,00 * 10^6 \text{ mm}^4$$



Poměrné přetvoření převzato z tabulky 3.4 ČSN P ENV 1992-1-1. Pro relativní vlhkost RH=80% a

Bc. Milan Uhl

Brno 2016

náhradní tloušťku $h_0=300\text{mm}$ vyjde interpolací $\varepsilon_{CS}=0,00031$

$$\eta_L = \frac{E_a}{E_c} \quad E_c = \frac{E_a}{\eta_L} \quad E_c = \frac{210000}{19,6}$$

napětí v desce, je-li zabráněno smršťování $\sigma_c = \varepsilon_{CS} * E_c = 0,00031 * 10714 = 3,32 \text{ MPa}$

odpovídající síla $N_c = \sigma_c * AC = 3,32 * 300 * 2720 = 2709 \text{ kN}$

po uvolnění desky dojde k zatížení spřaženého průřezu tlakovou silou N_c v těžišti desky - vznikne ohybový moment

$$M_c = N_c * (814 - 150) = 2709 * 10^3 * 664 \quad M_c = 1799 \text{ kNm}$$

síla a moment vyvolají napětí

$$\sigma_c^h = \frac{1}{19,6} * \left(\frac{-2709000}{99233} - \frac{1799 * 10^6 * 814}{55546 * 10^6} \right) \quad \sigma_c^h = -2,74 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{19,6} * \left(\frac{-2709000}{99233} - \frac{1799 * 10^6 * (814 - 300)}{55546 * 10^6} \right) \quad \sigma_c^d = -2,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = -\frac{2709000}{99233} + \frac{1799 * 10^6 * 1086}{55546 * 10^6} \quad \sigma_a^d = 7,87 \text{ MPa}$$

výsledné napětí v desce

$$\sigma_c^h = 3,32 - 2,74 \quad \sigma_c^h = 0,58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = 3,32 - 2,24 \quad \sigma_c^d = 1,08 \text{ MPa}$$

v dolní pásnici ocelového nosníku

$$\sigma_a^d = 7,87 \text{ MPa}$$

účinky smršťování v součtu s nejméně příznivým vnějším zatížením
v betonové desce po 100 letech

$$\sigma_c^h = -1,38 + 0,58 = \sigma_c^h = -0,79 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = -0,88 + 1,08 = \sigma_c^d = 0,20 \text{ MPa}$$

v ocelovém průřezu

$$\sigma_a^d = 306,41 + 7,87 \quad \sigma_a^d = 314,28 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ Mpa}$$

VYHOVUJE

POSOUZENÍ VE VZDÁLENOSTI 10 M OD PODPORY (V MÍSTĚ ZMĚNY PRŮŘEZU)

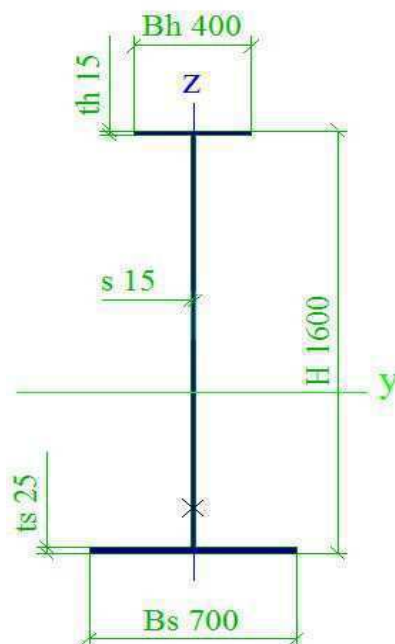
ohybový moment $M_{g1,x=10} = 4400 \text{ kNm}$

Aa	46900 mm ²
----	-----------------------

$I = 17676,00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

zh	990 mm
zd	610 mm

σ_a^h	246 MPa
σ_a^d	152 MPa



$\leq f_y = 355 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE**
 $\leq f_y = 355 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE**

hodnota pro návrhové zatížení

$1,35 \cdot 246 \text{ MPa} = 333 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE**

a) nese spřažený ocelobetonový nosník (krátkodobé působení s účinným modulem betonu)

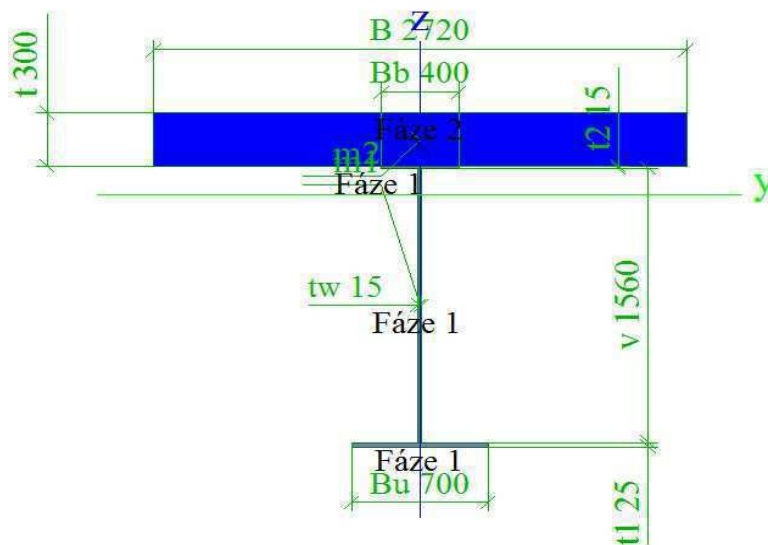
Aa	46900 mm ²
Ac	816000 mm ²

$E_c = E_{cm} = 32000$

pracovní součinitel $n = E_a / E_c$

$n = 210000 / 32000 = 6,6$

zh	462 mm
zd	1438 mm



Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$I = 62863,00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

ohybový moment od zbytku stálého zatížení
ohybový moment od zatížení dopravou a chodníku

$M_{gr} = 1432 \text{ kNm}$
 $M_p = 4554 \text{ kNm}$
Celkem 5986 kNm

napětí

σ_a^h	15 MPa
σ_a^d	137 MPa
σ_c^h	7 MPa

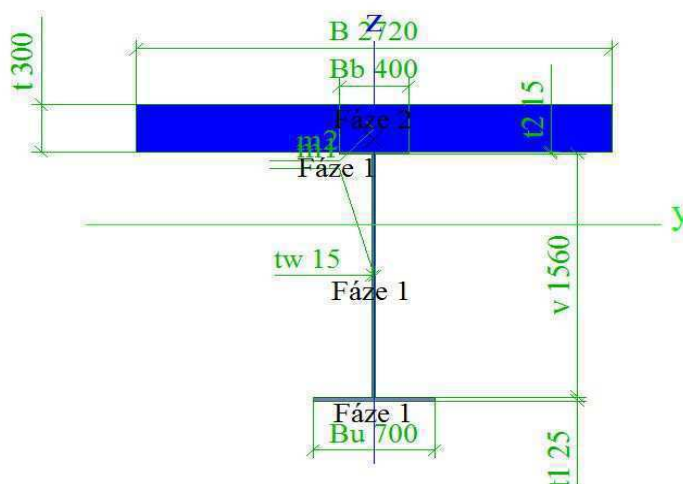
napětí celkem

σ_a^h	246+15	262	≤	$f_y=355 \text{ Mpa}$	VYHOVUJE
σ_a^d	152+137	289	≤	$f_y=355 \text{ Mpa}$	VYHOVUJE
σ_c^h		7	≤	$0,85 \cdot f_{ck}=0,85 \cdot 30$	VYHOVUJE

nosník působí v provozním stavu pružně

c) nese spřažený ocelobetonový nosník (dlouhodobé působení pro $n_L=20,32$)

Aa	46900,00	mm ²
Ac	816000	mm ²
Ec,red	10334	Mpa
zh	767	mm
zd	1133	mm



$$I = 46089,00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

NAPĚTÍ OD ZBYTKU STÁLÉHO ZATÍŽENÍ

$$M_{g2} = 1432 \text{ kNm}$$

$$\sigma_a^h = \frac{1432 \cdot 10^6}{46089 \cdot 10^6} \cdot (767 - 300) = 14,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{1432 \cdot 10^6}{46089 \cdot 10^6} \cdot 1133 = 35,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{20,32} \cdot \frac{1432 \cdot 10^6}{46089 \cdot 10^6} \cdot 767 = 1,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{20,32} \cdot \frac{1432 \cdot 10^6}{46089 \cdot 10^6} \cdot (767 - 300) = 0,71 \text{ MPa}$$

vliv dotvarování betonu při působení stálého zatížení je dán rozdílem napětí při krátkodobém a dlouhodobém působení. Napětí při krátkodobém zatížení:

$$\sigma_a^h = \frac{1432 \cdot 10^6}{62863 \cdot 10^6} \cdot (462 - 300) = 3,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{1432 \cdot 10^6}{62863 \cdot 10^6} \cdot 1438 = 32,76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{6,6} \cdot \frac{1432 \cdot 10^6}{62863 \cdot 10^6} \cdot 462 = 1,59 \text{ MPa}$$

rozdíl mezi krátkodobým a dlouhodobým působením

$$\Delta \sigma_a^h = -3,69 + 14,51 = 10,82 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_a^d = -32,76 + 35,20 = 2,45 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_c^h = -1,59 + 1,17 = -0,42 \text{ MPa}$$

vliv dotvarování na napjatost je zanedbatelný

ÚČINKY ZBYTKU STÁLÉHO ZATÍŽENÍ, ZATÍŽENÍ NA CHODNÍKU A ZATÍŽENÍ DOPRAVOU NA BETON STARÝ 100 LET

$$M_{g2+p} = 6281,35 \text{ kNm}$$

$$\sigma_a^h = \frac{6281,35 * 10^6}{46089 * 10^6} * (767 - 300) = 64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{6281,35 * 10^6}{46089 * 10^6} * 1133 = 154 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{20,32} * \frac{6281,35 * 10^6}{46089 * 10^6} * 767 = 5 \text{ MPa}$$

NAPĚTÍ CELKEM BUDE

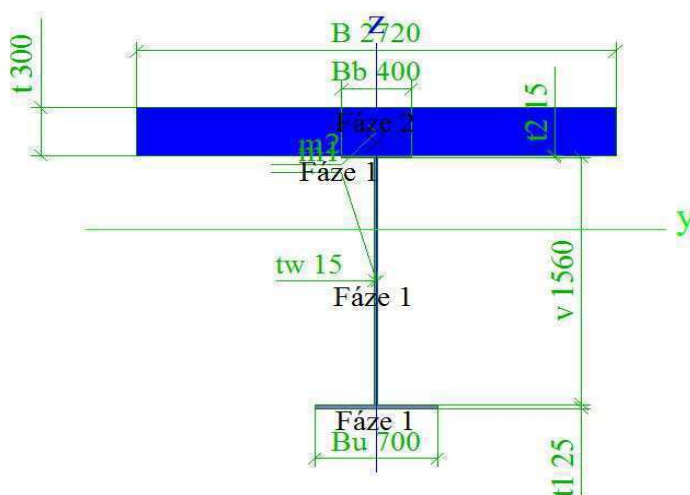
σ_a^h	246+64	310	MPa	≤	$f_y=355 \text{ MPa}$	VYHOVUJE
σ_a^d	152+154	306	MPa	≤	$f_y=355 \text{ MPa}$	VYHOVUJE
σ_c^h		5	MPa	≤	$0,85 * f_{ck}=0,85 * 30$	VYHOVUJE

VLIV SMRŠŤOVÁNÍ BETONU

n	19,6
---	------

$$A_i = 46900 + 816000 / 19,6$$

A _i	88 533	
Ec,red	10714	Mpa
zh	754	mm
zd	1146	mm



$$I = 46648,00 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$n_L = \frac{E_a}{E_c} \quad E_c = \frac{E_a}{n_L} \quad E_c = \frac{210000}{19,6}$$

napětí v desce, je-li zabráněno smršťování

$$\text{odpovídající síla} \quad N_c = \sigma_c * AC = 3,32 * 300 * 2720 = 2709 \text{ kN}$$

po uvolnění desky dojde k zatížení spráženého průřezu tlakovou silou N_c v těžišti desky - vznikne ohybový moment

$$M_c = N_c * (754 - 150) = 2709 * 10^3 * 604 \quad M_c = 1636 \text{ kNm}$$

síla a moment vyvolají napětí

$$\sigma_c^h = \frac{1}{19,6} * \left(\frac{-2709000}{88533} - \frac{1636 * 10^6 * 754}{46648 * 10^6} \right) \quad \sigma_c^h = -3,07 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{19,6} * \left(\frac{-2709000}{88533} - \frac{1636 * 10^6 * (754 - 300)}{46648 * 10^6} \right) \quad \sigma_c^d = -2,37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = -\frac{2709000}{88533} - \frac{1636 * 10^6 * 1146}{46648 * 10^6} \quad \sigma_a^d = 9,60 \text{ MPa}$$

výsledné napětí v desce

$$\sigma_c^h = 3,32 - 3,07 \qquad \sigma_c^h = 0,25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^h = 3,32 - 2,37 \qquad \sigma_c^d = 0,95 \text{ MPa}$$

v dolní pásnici ocelového nosníku

$$\sigma_a^d = 9,60 \text{ MPa}$$

účinky smršťování v součtu s nejméně příznivým vnějším zatížením

v betonové desce po 100 letech

$$\sigma_c^h = -1,17 + 0,25 = \sigma_c^h = -0,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = -0,71 + 0,95 = \sigma_c^d = 0,23 \text{ MPa}$$

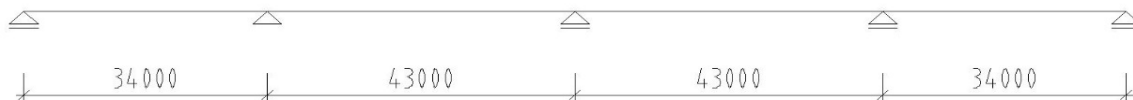
v ocelovém průřezu

$$\sigma_a^d = 306,26 + 9,6 \qquad \sigma_a^d = 315,86 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ Mpa}$$

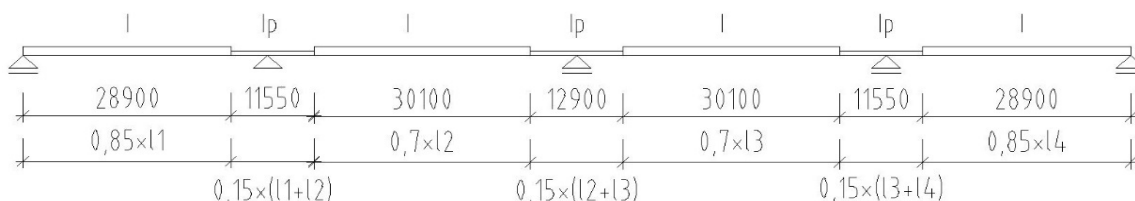
VYHOVUJE

4.2 VARIANTA - SPOJITÝ NOSNÍK

Jako alternativa se navrhuje silniční most se stejným uspořádáním příčného řezu. Statické řešení je navrženo jako spojitý nosník o čtyřech polích. Ze statických důvodů budou podpory č.2 a č.4 posunuty více ke kraji nosníku. Most bude během výstavby podepírán na lešení.



Předpoklad o konstantním průřezu není splněn. Z důvodů vzniku trhlin v betonu desky v oblasti podpor dochází k redistribuci momentů. Tento fakt byl zohledněn ve výpočtovém modelu a byla snížena tuhost v průřezích nad podporou dle obrázku.



NÁVRHOVÝ OHYBOVÝ MOMENT

Výpis vnitřních sil viz. ČÁST 3 VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER

	pole 1	pole2	podp. č. 2	podp. č.3	
od montážního zatížení	2579	2705	4279	4586	kNm
od zbytku stálého zatížení	839	880	1392	1492	kNm

od dvojnáprav: násobeno součinitelem vystihujícím příčné roznášení

$$M_{pole1} = 6966 * 0,327 = 2278$$

$$M_{pole2} = 7276 * 0,327 = 2379$$

$$M_{podpora2} = 3528 * 0,327 = 1154$$

$$M_{podpora3} = 3312 * 0,327 = 1083$$

od rovnoměrného zatížení: násobeno součinitelem vystihujícím příčné roznášení

$$M_{pole1} = 1142 * 1,17 + 754 * 0,7 + 377 * 0,203 = 1940 \text{ kNm}$$

$$M_{pole2} = 1374 * 1,17 + 907 * 0,7 + 453 * 0,203 = 2335 \text{ kNm}$$

$$M_{podpora2} = 1448 * 1,17 + 956 * 0,7 + 478 * 0,203 = 2460 \text{ kNm}$$

$$M_{podpora3} = 1603 * 1,17 + 1058 * 0,7 + 529 * 0,203 = 2723 \text{ kNm}$$

Bude uvažována rezerva 60 Mpa (zatížení od smršťování a teploty)

	pole 1	pole2	podp. č. 2	podp. č.3	
kombinace 6.10a;	7968	8510	10152	10772	kNm
kombinace 6.10b;	9616	10478	11386	12113	kNm
max M	9616	10478	11386	12113	kNm

	pole 1	pole2	
z toho montážní a stálé zatížení	3922	4114	kNm
z toho doprava	5694	6364	kNm

ÚNOSNOST PRŮŘEZU

spolupůsobící šířka vychází z ekvivalentního rozpětí, které je

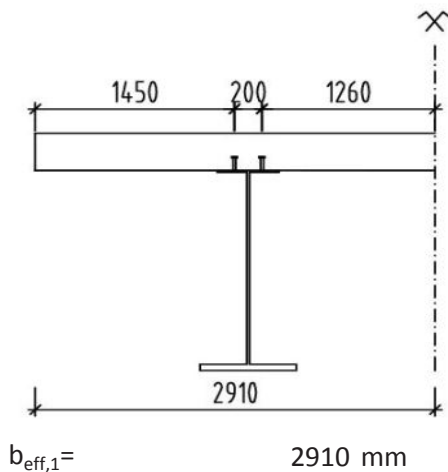
krajní pole $0,85 * L_1 = 0,85 * 34 = 28,9 \text{ m}$

vnitřní pole $0,7 * L_2 = 0,7 * 43 = 30,1 \text{ m}$

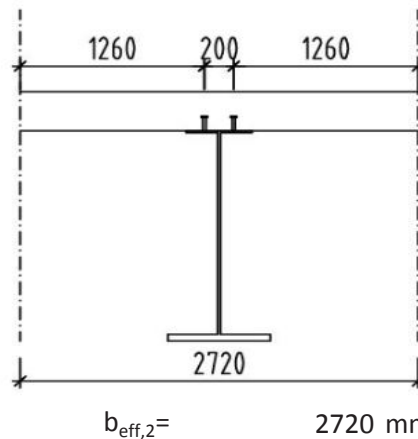
u podpory č. 2 a č.4 $0,25 * (L_1 + L_2) = 0,25 * (34 + 43) = 19,25 \text{ m}$

u podpory č.3 $0,25 * (L_2 + L_3) = 0,25 * (43 + 43) = 21,5 \text{ m}$

krajní nosník



vnitřní nosník

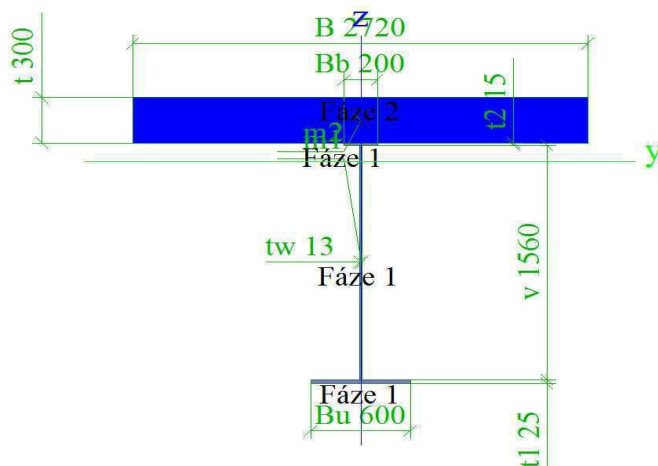


$$b_{e1} = 19250/8 = 2406,25 \text{ mm} > b_{e1} = 1450 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 1260 \text{ mm}$$

VYHOVUJE → spolupůsobí plná šířka desky

Po celé délce lze počítat s plnou šířkou desky. Výpočet bude proveden podle teorie pružnosti. U momentů budou rozlišeny účinky krátkodobé a dlouhodobé.



spřažený ocelobetonový nosník (krátkodobé působení s účinným modulem betonu)

I_2	$55937 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	z_h	426 mm	z_d	1474 mm
A_a	38280 mm^2				

spřažený ocelobetonový nosník (dlouhodobé působení pro $n_L=20,32$)

I_1	$41257 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	z_h	733 mm	z_d	1167 mm
-------	---------------------------------	-------	--------	-------	---------

PŘÍ KRÁTKODOBÉM ZATÍŽENÍ NOVÉHO MOSTU (1 měsíc po vybetonování)

$$\sigma_c^h = \frac{1}{6,6} \cdot \frac{10478 \cdot 10^6}{55937 \cdot 10^6} \cdot 426$$

$$\sigma_a^d = \frac{10478 \cdot 10^6}{55937 \cdot 10^6} \cdot 1474$$

σ_c^h	12 MPa	$\leq$	17 MPa	VYHOVUJE
σ_a^h	24 MPa	$\leq$	355 MPa	VYHOVUJE
σ_a^d	276 MPa	$\leq$	355 MPa	VYHOVUJE

PŘI ZATÍŽENÍ STO LET STARÉHO MOSTU STÁLÝM ZATÍŽENÍM

$$\sigma_c^h = \frac{1}{20,32} * \frac{4114 * 10^6}{41257 * 10^6} * 733$$

$$\sigma_a^d = \frac{4114 * 10^6}{41257 * 10^6} * 1167$$

σ_c^h	4	MPa
σ_a^h	43	MPa
σ_a^d	116	MPa

PŘI PŮSOBNÍ DOPRAVY

$$\sigma_c^h = \frac{1}{6,6} * \frac{6364 * 10^6}{55937 * 10^6} * 426$$

$$\sigma_a^d = \frac{6364 * 10^6}{55937 * 10^6} * 1474$$

σ_c^h	7	MPa
σ_a^h	14	MPa
σ_a^d	168	MPa

SOUČET NAPĚTÍ (včetně rezervy 60MPa u ocelového nosníku)

σ_c^h	11	MPa	≤	17MPa
σ_a^h	118	MPa	≤	355MPa
σ_a^d	344	MPa	≤	355MPa
VYHOVUJE				

PRŮŘEZ U VNITŘNÍ PODPORY

Navržena podélná výztuž o průměru 20mm po 170 mm při obou površích desky. Krytí betonové desky je 45 mm, hlavní (příčná vzhledem k ose nosníku) výztuž je navržena o průměru 20 mm, osa podélné výztuže od povrchu desky bude 45+20+10=75mm.

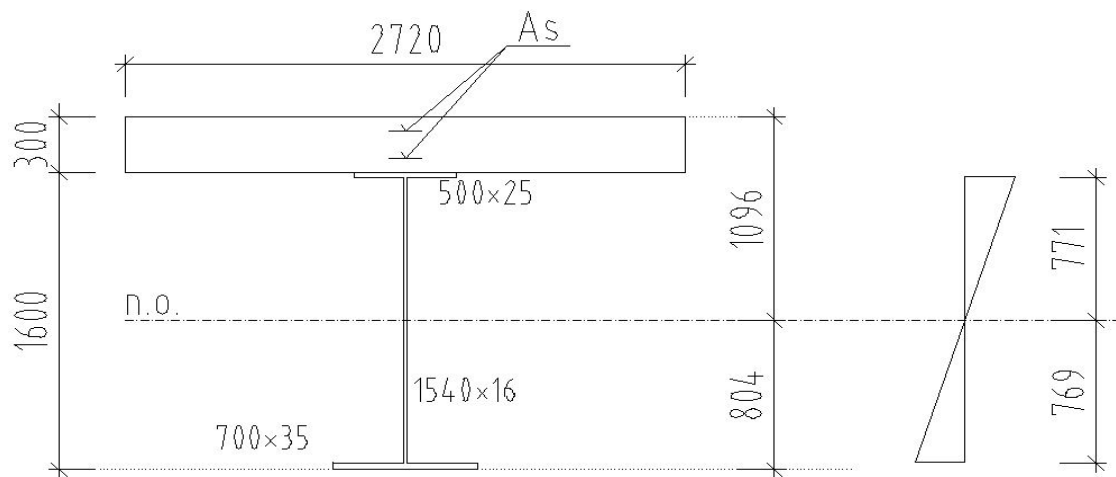
Výztuž B500B

$$A_a = 700 * 35 + 1540 * 16 + 500 * 25$$

$$A_a = 61640 \text{ mm}^2$$

$$A_s = (16 + 16) * 314$$

$$A_s = 10048 \text{ mm}^2$$



$$e = 1095 \text{ mm}$$

$$I_p = 700 * 35 * 787^2 + 1540 * 16 * 14^2 + \frac{1}{12} * 16 * 1540^3 + 500 * 20 * 784^2 + 10048 * 946^2$$

$$I_p = 36724 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_s^h = \frac{11372 * 10^6}{36724 * 10^6} * (1096 - 75)$$

$$\sigma_a^h = \frac{12113 \cdot 10^6}{36724 \cdot 10^6} \cdot 796$$

$$\sigma_a^d = \frac{12113 \cdot 10^6}{36724 \cdot 10^6} \cdot 804$$

NAPĚTÍ (včetně rezervy 60MPa u ocelového nosníku)

σ_s^h	337	MPa	≤	500	VYHOVUJE
σ_a^h	323	MPa	≤	355	VYHOVUJE
σ_a^d	325	MPa	≤	355	VYHOVUJE

určení třídy průřezu

$$\psi\sigma = 771 \quad \psi\sigma = 769$$

$$\psi = -771/769 \quad \text{poměr napětí } \psi = -1,003$$

$$\frac{d}{t_w} \leq 62\varepsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi} \quad \frac{1540}{16} \leq 62 \cdot 0,81(1+1,003) \cdot \sqrt{1,003}$$

$$96,25 \leq 100,64 \quad \text{VYHOVUJE}$$

průřez třídy 3, lze tedy počítat s plnou plochou podle teorie pružnosti

POSUDEK NA SMYK

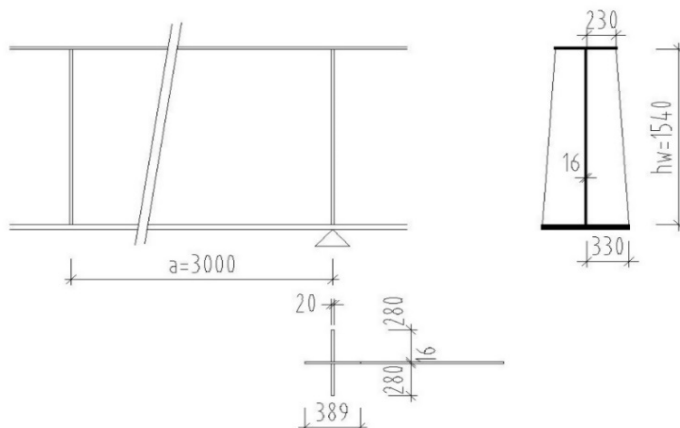
NÁVRHOVÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA

podpora 2 podpora č.3

od montážního zatížení	655	672
od zbytku stálého zatížení	213	219
od dvojnáprav	325	325
rovnom. zatížení a chodník	458	461
zatížení na chodníku	50	50
od smršťování	-	-
od teploty	-	-

kombinace 6.10a	1801	1834
kombinace 6.10b	2105	2137
max V_{sd} [kN]	2105	2137

Předpokládá se vyztužení dle obr.



Jedná se o tuhou koncovou výztuhu

Do průřezu výztuhy se započítá i část stojiny o šířce $30\epsilon t = 30 \cdot 0,81 \cdot 16 = 389 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti výztuhy k ose procházející stojinou

$$I_{st} = \frac{1}{12} \cdot 20 \cdot 576^3 \quad I_{st} = 319 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

h_w	1,54 m
a	3 m

$$a/h_w = 3/1,54 = 1,95 \geq 1$$

→

$$k_\tau = 5,34 + 4 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2$$

$$k_\tau = 5,34 + 4 \cdot \left(\frac{1,54}{3}\right)^2$$

$$k_\tau = 6,39$$

štíhlost

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t \cdot \epsilon \sqrt{k_\tau}} \quad \bar{\lambda}_w = \frac{1540}{37,4 \cdot 16 \cdot 0,81 \cdot \sqrt{6,39}} \quad \bar{\lambda}_w = 1,256$$

Součinitel příspěvku stojiny k únosnosti v boulení při smyku χ_w

$$\bar{\lambda}_w \geq 1,08 \rightarrow \chi_w = 1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w) \quad \chi_w = 0,703$$

Příspěvek pásnic zanedbáváme

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot d \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$$V_{bw,Rd} = 3550 \text{ kN} \geq V_{sd} = 2137 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_w \cdot f_{ywd}}{\sqrt{3}} = 5050 \text{ kN} \quad 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \geq V_{s,d} = 2137 \text{ kN}$$

VYHOVUJE A NENÍ NUTNO POSUZOVAT NA INTERAKCI SMYKU A OHYBU

POSUDEK PODPOROVÉ VÝZTUHY NA ÚČINEK PODPOROVÉ REAKCE

	podp. č. 2	podp. č. 3	
od montážního zatížení	1308	1345	kN
od zbytku stálého zatížení	421	437	kN
od dvojnáprav	327	326	kN
rovnom. zatížení a chodník	694	730	kN
zatížení na chodníku	144	150	kN
od smršťování	-	-	
od teploty	-	-	

kombinace 6.10a	3191	3288	kN
kombinace 6.10b	3514	3628	kN
max A_{sd}	3514	3628	kN

I_{st}	319*10 ⁶	mm ⁴
A	17424	mm ²
i	135	mm
λ	9	
$\overline{\lambda}$	0,11	
χ	1,0	

$N_{b,Rd}$	5379	kN
------------	------	----

≥

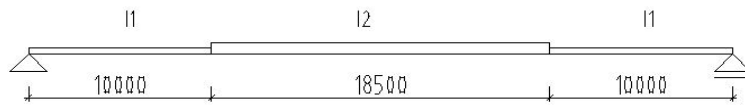
A_{sd}	3628	kN
----------	------	----

VYHOVUJE

4.3 PRŮHYB

PROSTÝ NOSNÍK

Výpis hodnot průhybů viz. ČÁST 3 VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER



a) ocelového nosníku

$$M_{g1} = 1/8 * g_1 * L^2 = 5721 \text{ kNm}$$

$$I_1 = 17676,00 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_2 = 23602,00 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\delta = 192 \text{ mm}$$

b) spřaženého nosníku

$I_{1, \text{ dlouhodobé}}$	$46089,00 * 10^6 \text{ mm}^4$
$I_{2, \text{ dlouhodobé}}$	$54874,00 * 10^6 \text{ mm}^4$

$I_{1, \text{ krátkodobé}}$	62863 mm^4
$I_{2, \text{ krátkodobé}}$	76062 mm^4

od zbytku stálého zatížení

$$M = 1863 \text{ kNm}$$

$$\delta = 26 \text{ mm}$$

od zatížení chodníku

$$M = 556 \text{ kNm}$$

$$\delta = 6 \text{ mm}$$

od zatížení dopravou

$$M_{UDL; 9 \text{ kN/m}^2} = 1667 \quad \delta = 27 \text{ mm}$$

$$M_{UDL; 6 \text{ kN/m}^2} = 1111 \quad \delta = 11 \text{ mm}$$

$$M_{UDL; 3 \text{ kN/m}^2} = 556 \quad \delta = 2 \text{ mm}$$

$$M_{TS} = 9327 \quad \delta = 35 \text{ mm}$$

$$\delta = 27 + 11 + 2 + 35 = 75 \text{ mm} \leq L/300 = 128 \text{ mm}$$

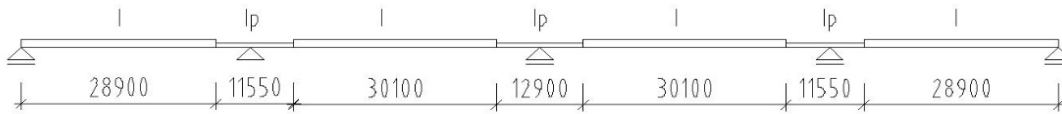
Průhyb od zatížení stálého, zbytku stálého a chodníku bude elimonován nadvýšením.

Doporučené nadvýšení uprostřed nosníku bude:

$$\Delta = 192 + 26 + 6 + 75/4 = 243 \text{ mm}$$

SPOJITÝ NOSNÍK

Výpis hodnot průhybů viz. ČÁST 3 VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER



Deformace byly určeny pomocí programu Scia Engineer. Nad podporou byl uvažován průřez s trhlinami v betonové desce (působí zde tedy jen ocelová výztuž)

$I_{\text{pole,krátkodobé}} =$	$55937,00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	$I_{\text{pole,dlouhodobé}} =$	$41257,00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
$I_{\text{podpora}} =$	$36724,37 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$		

od montážního zatížení

I dlouhodobé $\delta = 35 \text{ mm}$

od zbytku stálého zatížení

I dlouhodobé $\delta = 11 \text{ mm}$

od zatížení chodníku

I krátkodobé δ 4 mm

od zatížení dopravou

I krátkodobé	UDL; 9 kN/m^2	δ	20 mm
	UDL; 6 kN/m^2	δ	8 mm
	UDL; 3 kN/m^2	δ	1 mm
	TS=	δ	24 mm

$$\delta = 20 + 8 + 1 + 24 = 53 \text{ mm} \leq L/300 = 128 \text{ mm}$$

Průhyb od zatížení stálého, zbytku stálého a chodníku bude elimonován nadvýšením.

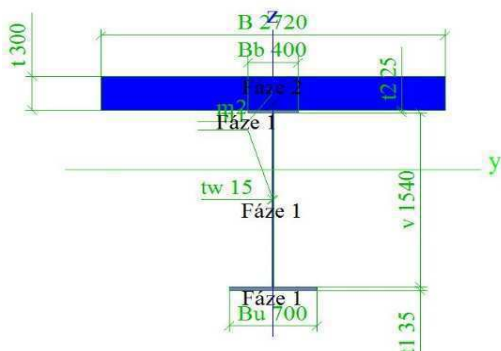
4.4 VYHODNOCENÍ VARIANT PRO PROSTÝ NOSNÍK

a) pro jedno pole

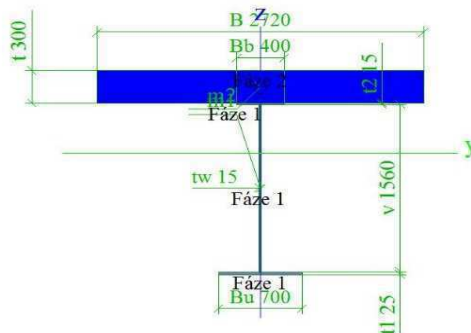
18,5m	Aa	57600	mm ²
20,0m	Aa	46900	mm ²

V(m ³)	1,0656
V(m ³)	0,938
suma	2,0036

usprostřed nosníku



na kraji nosníku



b) pro čtyři pole

$$4 \cdot V(\text{pro jedno pole})$$

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

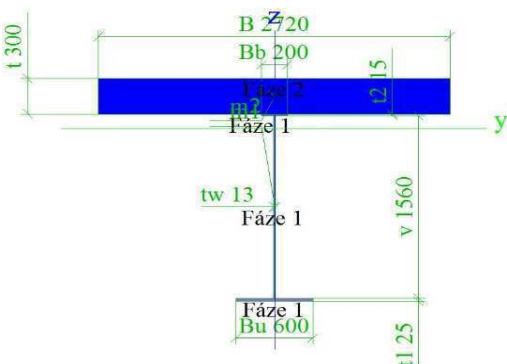
$$m = \rho \cdot V$$

V(m ³)	8,0144
--------------------	--------

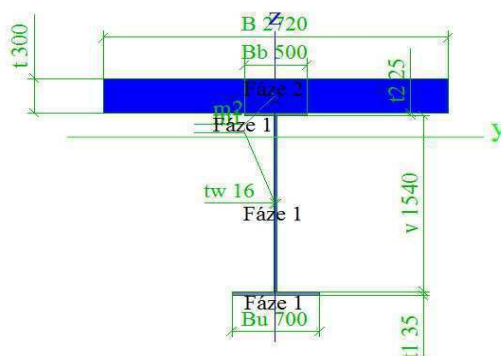
m(kg)=	62 913
--------	--------

SPOJITÝ NOSNÍK

nosník v poli



nosník nad podporou



b) pro čtyři pole

118,0m	Apole	38280
36,0m	Apodpora	61640

V(m ³)	4,51704
V(m ³)	2,21904
suma	6,73608

m(kg)=	52 878
--------	--------

Jako výhodnější z obou alternativ byla vybrána varianta se spojitým nosníkem. Varianta se spojitým nosníkem bude ekonomicky výhodnější z důvodu úspory oceli pro hlavní nosníky, dojde k menším průhybům a bude zapotřebí menší počet ložisek a mostních přechodů. Nevýhodou bude větší množství podélné výztuže v oblasti vnitřních podpor, kde by u varianty s prostým nosníkem stačila výztuž konstrukční. Nevýhodou této varianty je také fakt, že spojitý nosník bude postaven na lešení, zatímco ve variantě s prostým nosníkem by dočasné podpory nebyly potřeba.

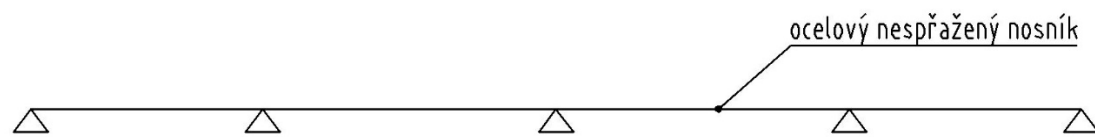
5 PODROBNÉ ŘEŠENÍ VARIANTY SE SPOJITÝM NOSNÍKEM

5.1 FÁZE VÝSTAVBY

Ve statickém výpočtu jsou uvažovány fáze výstavby mostu zohledňující vliv postupné betonáže ŽB desky

5.1.1 FÁZE 1

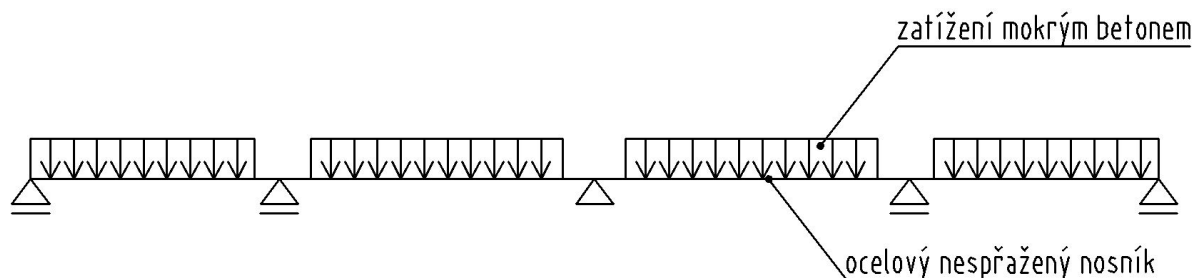
Po montáži OK. Ocelový nespřažený nosník přenáší pouze vlastní tíhu.



Obr. Schéma fáze výstavby 1

5.1.2 FÁZE 2

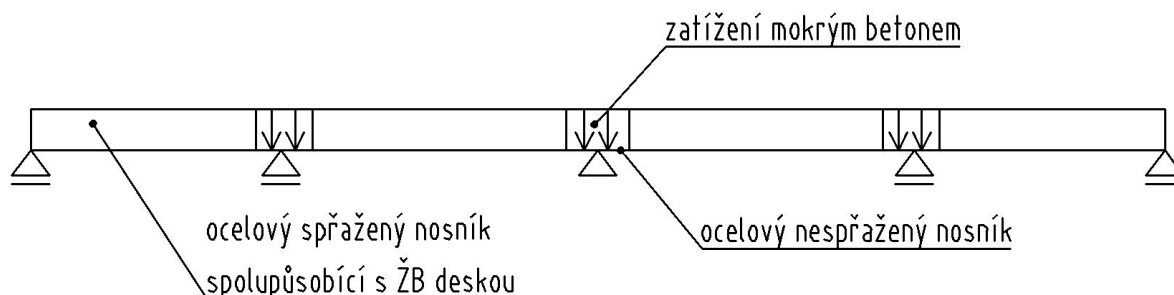
Ocelový nespřažený nosník přenáší zatížení od tíhy mokrého betonu.



Obr. Schéma fáze výstavby 2

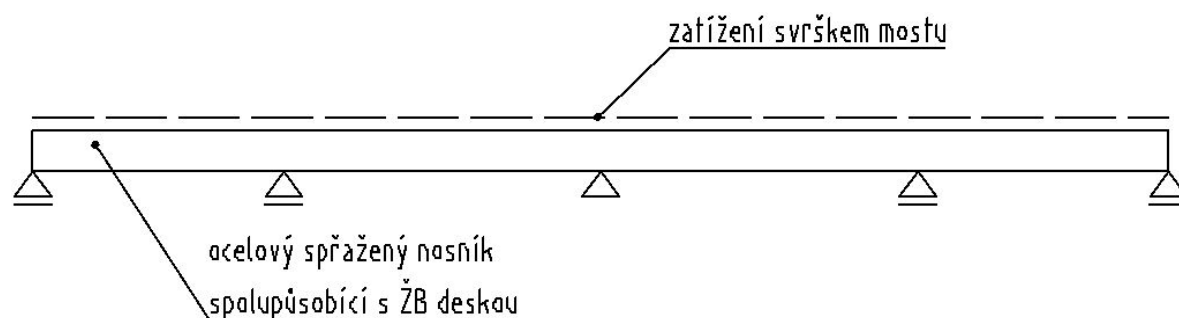
5.1.3 FÁZE 3

V polích přenáší zatížení spřažený ocelový nosník, v oblastech nad podporou nespřažený ocelový nosník.



Obr. Schéma fáze výstavby 3

5.1.4 FÁZE 4



Obr. Schéma fáze výstavby 4

5.2 ZATÍŽENÍ

5.2.1 ZS 1 – BETONÁŽ 1

Představuje vlastní tíhu ocelových nosníků a tíhu mokrého betonu v polích (fáze 1 + fáze 2).

- Tíha ocelového nosníku v poli: P1; $A=34686 \text{ mm}^2$

Objemová hmotnost ocelí $\gamma=78,5 \text{ kN/m}^3$

$$g_{a,1}=78,5 \cdot 34686 \cdot 10^{-6}=2,8 \text{ kN/m}$$

- Tíha ocelového nosníku nad podporou: P3; $A=65180 \text{ mm}^2$

$$g_{a,2}=78,5 \cdot 65180 \cdot 10^{-6}=5,1 \text{ kN/m}$$

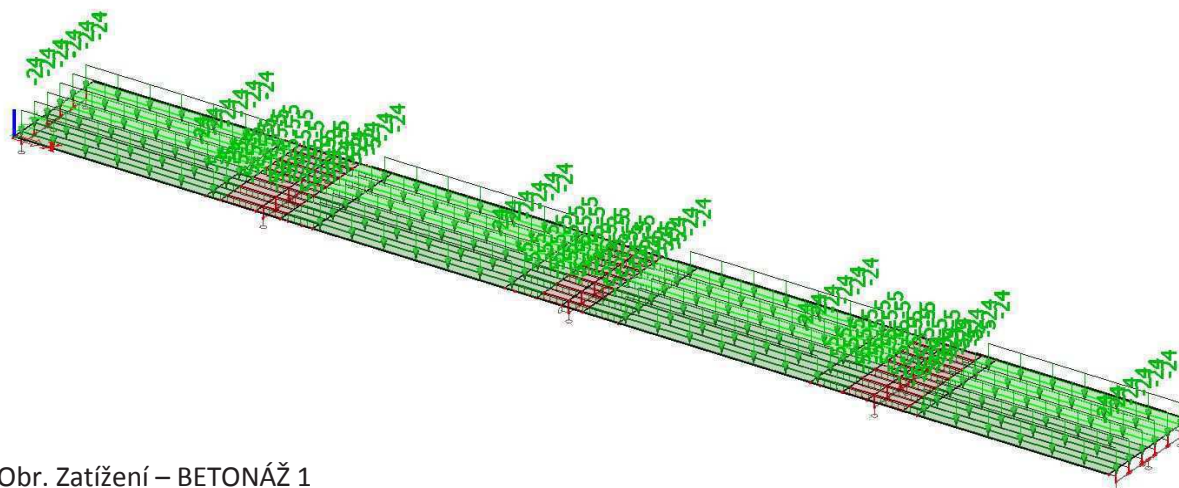
- Tíha mokrého betonu: $A=0,3 \cdot 2,72=816000 \text{ mm}^2$

Objemová hmotnost betonu $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$

$$g_c=25 \cdot 816000 \cdot 10^{-6}=20,4 \text{ kN/m}$$

zatížení v poli: $g_{a,1} + g_c = 2,8 + 20,4 = 23,2 \text{ kN/m}$

nad podporami: $g_{a,2} = 5,1 \text{ kN/m}$

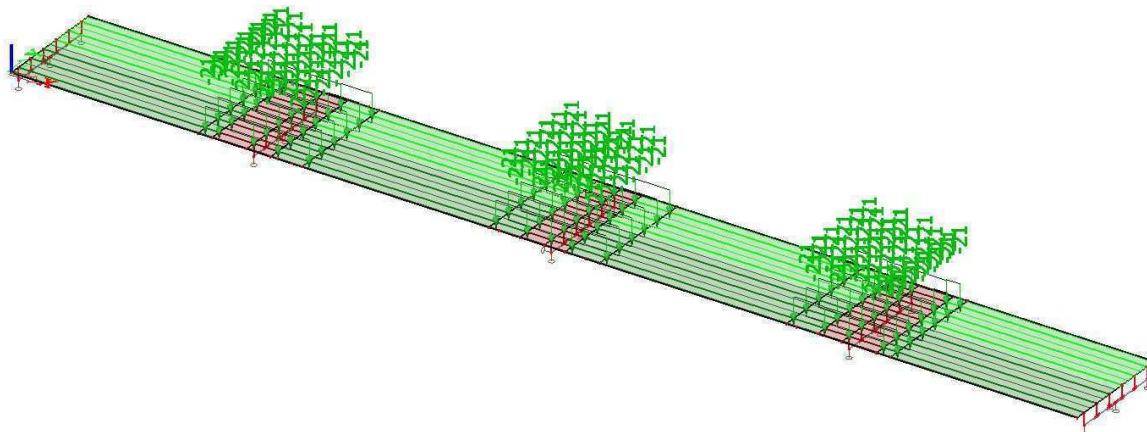


Obr. Zatížení – BETONÁŽ 1

5.2.2 ZS 2 – BETONÁŽ 2

Představuje tíhu mokrého betonu nad podporami (fáze 3).

$$g_c = 25 \cdot 816000 \cdot 10^{-6} = 20,4 \text{ kN/m}$$

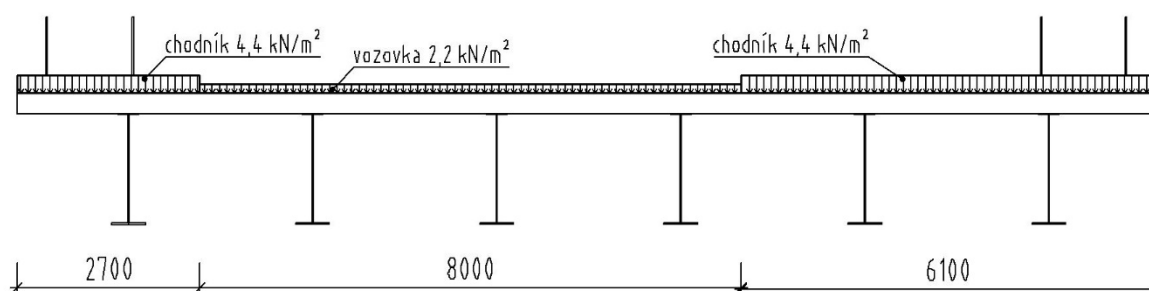


Obr. Zatížení – BETONÁŽ 2

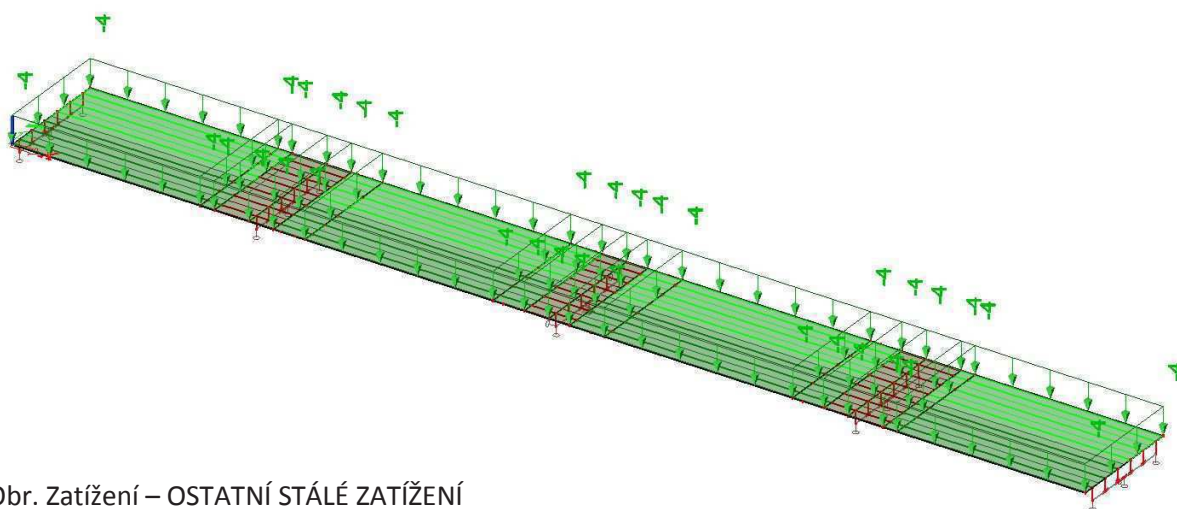
5.2.3 ZS 3 – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

vozovka	0,1*22*8/6	2,93
chodník	0,2*22*8,8/6	6,45
zábradlí, svodila	4/6	0,66
CELKEM		10,04 kN/m

$$\text{Na plošné zatížení: } 10,04/2,72 = 3,7 \text{ kN/m}^2$$



Obr. OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ (příčný řez)



Obr. Zatížení – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

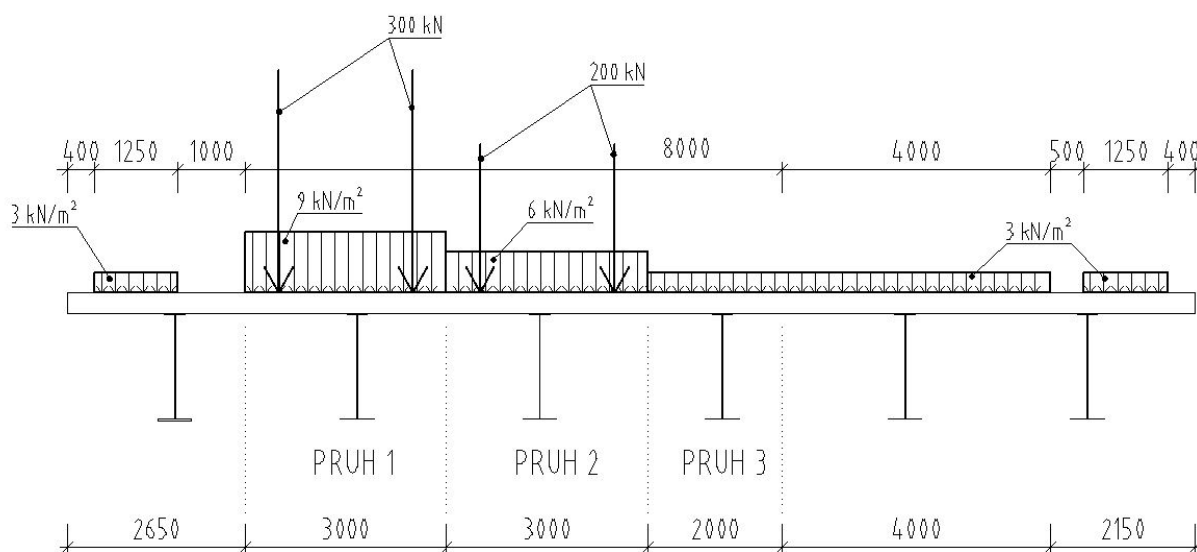
5.2.4 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

Je uvažováno dle ČSN EN 1991-2 pro skupinu pozemních komunikací 1. Vozovka šířky 8 m byla rozdělena na 3 zatěžovací pruhy:

- Pruh 1: 3,0 m
- Pruh 2: 3,0 m
- Pruh 3: 2,0 m

5.2.4.1 SESTAVA gr1a

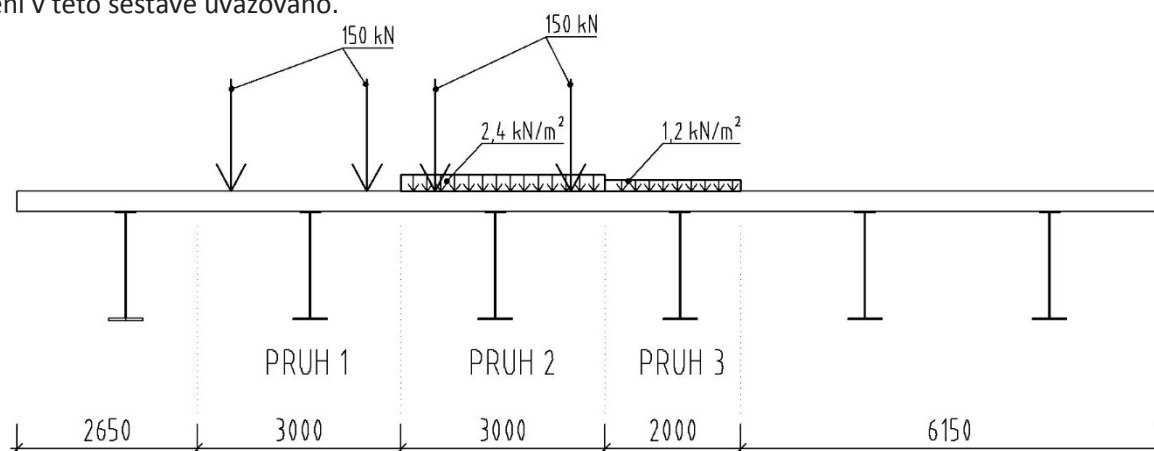
Jedná se o vícetahové zatížení a skládá ze zatížení nápravovými silami TS a rovnoměrným zatížením UDL. Zatížení chodníků bylo uvažováno v hodnotě $3,0 \text{ kN/m}^2$. Hodnoty zatížení pro UDL a TS byly uvedeny v kapitole 4.1.1 ZATÍŽENÍ.



Obr. Zatížení – SESTAVA gr1a

5.2.4.2 SESTAVA gr5

Jedná se o vícetřížkové zatížení a skládá se ze zatížení zvláštním vozidlem LM3 v pruhu č. 1 a zatížení částými hodnotami modelu LM1 v ostatních pruzích. Zvláštní vozidlo 900/150 je tvořeno 6 nápravovými silami o velikosti 150 kN. Rovnoměrné zatížení na chodníku nebo cyklistickém pruhu není v této sestavě uvažováno.



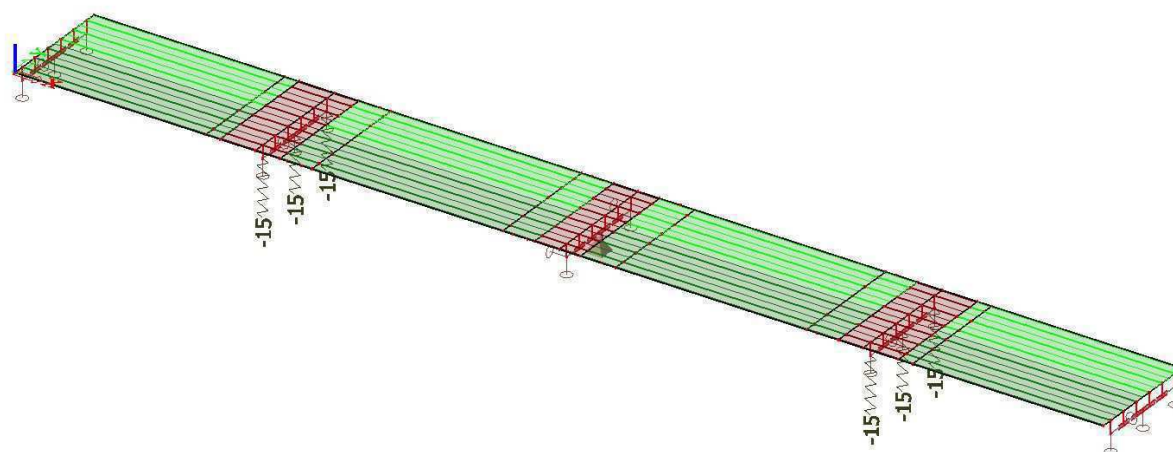
Obr. Zatížení – SESTAVA gr5

5.2.5 ZATÍŽENÍ NA ÚNAVU

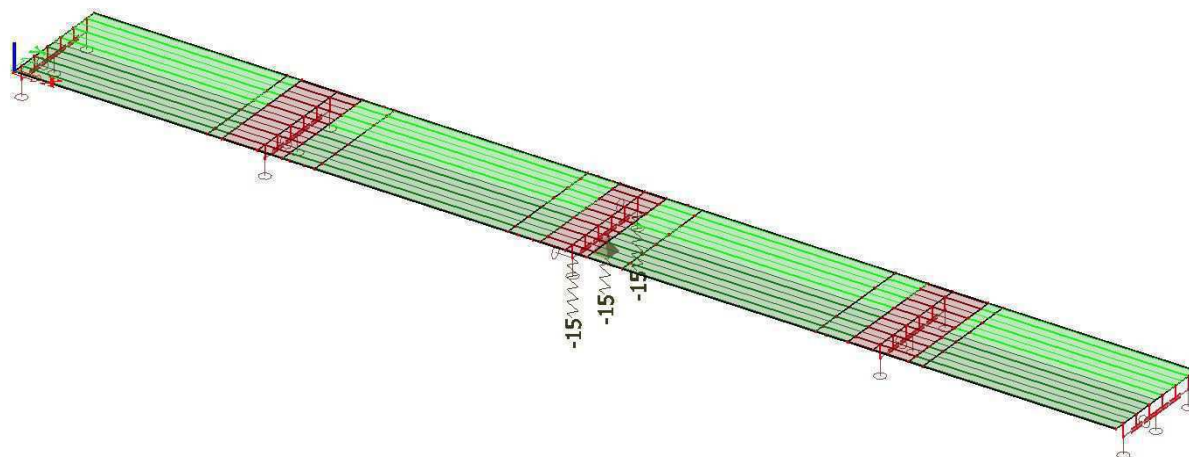
Pro posouzení konstrukce na únavu byl uvažován model čtyřnápravového vozidla o nápravové síle 120 kN pohybující se v pruhu 1.

5.2.6 ZATÍŽENÍ ZPŮSOBENÉ POKLESEM PODPOR

Jelikož se konstrukce nachází v poddolovaném území, byly modelovány dva zatěžovací stavy spočívající v poklesu podpory 2 a 4 a poklesu podpory 3. Poklesy byly uvažovány jak posuny podpory o hodnotu 15 mm ve svislém směru.



Obr. Zatížení – POKLES PODPOR 2 A 4



Obr. Zatížení – POKLES PODPOR 3

5.2.7 ZATÍŽENÍ NEROVNOMĚRNÝM OTEPLENÍM A OCHLAZENÍM PRŮŘEZU

Byly uvažovány dva případy nerovnoměrného oteplení dle ČSN EN 1991-5.

- POZITIVNÍ: ŽB deska má o 10°C větší teplotu než ocelová konstrukce.
- NEGATIVNÍ: ŽB deska má o 10°C nižší teplotu než ocelová konstrukce.

5.2.8 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Zatížení větrem bylo počítáno dle ČSN EN 1991-1-4. Výsledná hodnota zatížení příčným větrem je 1,42 kN/m². Zatížení příčným větrem přenáší ložiska 1B, 2B, 3B, 4B a 5B. Zatížení podélným větrem přenáší trojice ložisek nad pilířem 3.

5.2.9 ZATÍŽENÍ ROZJEZDOVÝMI A BRZDNÝMI SILAMI

Délka nosné konstrukce L=154m.

$$Q_{lk}=0,6*\alpha_{q1}*(2*Q_{1k})+0,10*\alpha_{q1}*q_{1k}*w_1*L$$

$$Q_{lk}=0,6*1,0*(2*300)+0,10*1,0*9,0*3,0*154=776\text{kN} \leq 900\text{kN}$$

5.2.10 ZATÍŽENÍ OD TŘECÍCH SIL V LOŽISCÍCH

Třecí síly jsou uvažovány se součinitelem tření 0,05 pro stálá svislá zatížení.

5.2.11 ZATÍŽENÍ OD SMRŠŤOVÁNÍ ŽB DESKY

Zatížení bylo uvažováno dle ČSN EN 1992-1-1. Vliv smršťování na spřažený průřez byl již určen v kapitole 4.1.6 POSOUZENÍ HLAVNÍHO NOSNÍKU NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI, ve výpočtu se uvažuje, že ke smršťování začne docházet jeden den po vybetonování desky a bude trvat až do konce doby životnosti mostu (100let). Pro konkrétní případ podrobné varianty se spojitým nosníkem bylo zatížení vyčísleno v kapitole 5.5.

5.3 PRŮŘEZY A PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

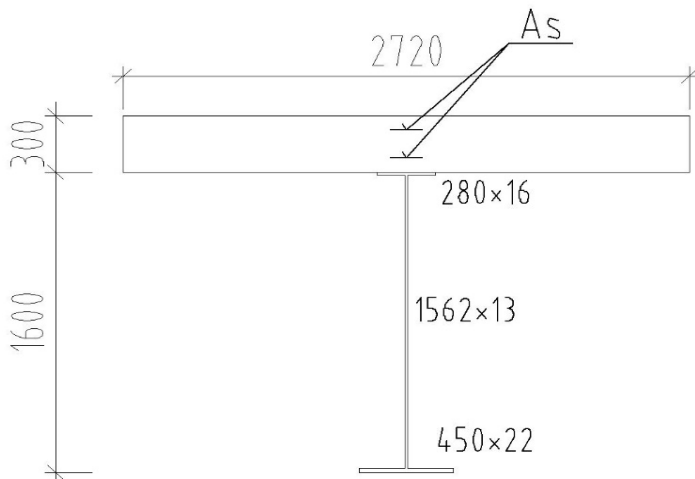
Navrženy jsou tři typy průřezů:

P1 pro nosníky N1, N2 a N3 v polích

P2 pro nosníky N4, N5 a N6 v polích

P3 pro všechny nosníky v podporových oblastech

P1 - PRŮŘEZ V POLI (N1, N2, N3)



	I_y [mm ⁴]	z_h [mm]	z_d [mm]	A [mm ²]
a) jen ocelový průřez	$12593 \cdot 10^6$	921	679	34 686
b) spřažený průřez (krátkodobý)	$44832 \cdot 10^6$	379	1521	158 322
c) spřažený průřez (dlouhodobý)	$34247 \cdot 10^6$	646	1254	74 843
d) průřez s výztuží	$19934 \cdot 10^6$	961	939	43 866

URČENÍ PRŮŘEZOVÝCH CHARAKTERISTIK A TŘÍDY PRŮŘEZU

a) jen ocelový průřez

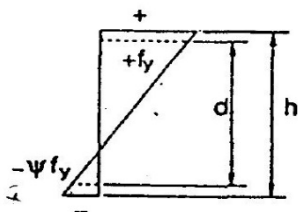
pásnice

$$c/t_f \leq 14\epsilon$$

$$140/16 \leq 14 \cdot 0,81$$

$$8,75 \leq 11,34 \quad \text{PLATÍ} \rightarrow 3. \text{ třída průřezu}$$

stojina



$$\psi = -657/905 = -0,726$$

$$\psi \geq -1 \rightarrow d/t_w \leq 42 \cdot \epsilon / (0,67 + 0,33 \cdot \psi)$$

$$1562/13 \leq 42 \cdot 0,81 / (0,67 - 0,33 \cdot 0,726)$$

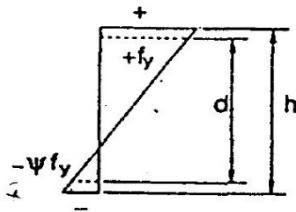
$$120,15 \leq 79,03$$

NEPLATÍ → přestože se jedná o 4. třídu průřezu, bylo v návrhu uvažováno s plnou pružnou únosností, protože ve fázi 1 a 2, kdy působí pouze ocelový nosník, je průřez využit na 40%, k lokálnímu boulení tedy nedochází.

b) spřažený průřez (krátkodobý)

uvažuje se průřez s plnou pružnou únosností

c) spřažený průřez (dlouhodobý)



$$\psi = -1232/330 = -3,73$$

$$\psi \leq -1 \rightarrow d/tw \leq 62 \cdot \epsilon \cdot (1 - \psi) \sqrt{-\psi}$$

$$1562/13 \leq 62 \cdot 0,81 \cdot (1 + 3,73) \sqrt{3,73}$$

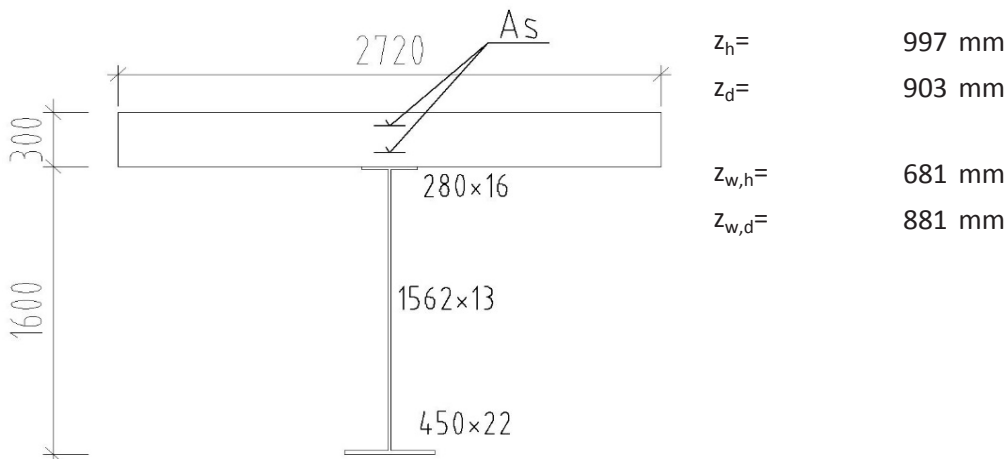
$$120,15 \leq 458,8 \quad \text{PLATÍ}$$

uvažuje se průřez s plnou pružnou únosností

d) průřez s výztuží

pruty o průměru 18 mm po 150 mm

$$A_s = 255 \cdot (18 + 18) = 9180 \text{ mm}^2$$



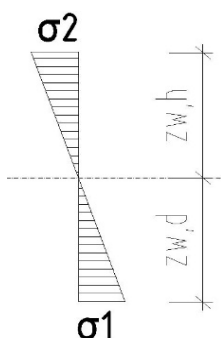
$$\psi = -681/881 = -0,77$$

$$\psi \geq -1 \rightarrow d/tw \leq 42 \cdot \epsilon / (0,67 + 0,33 \cdot \psi)$$

$$1562/13 \leq 42 \cdot 0,81 / (0,67 - 0,33 \cdot 0,77)$$

$$120,15 \leq 81,80$$

NEVYHOVUJE $\rightarrow$ 4. třída průřezu



$$I_p = 20804 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$M = 2941 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{w,h} = \frac{M}{I} \cdot z_{w,h}$$

$$\sigma_{w,h} = 96 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{w,d} = \frac{M}{I} \cdot z_{w,d}$$

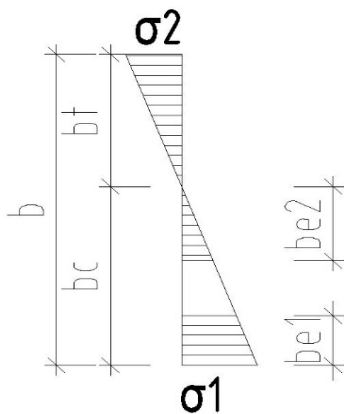
$$\sigma_{w,d} = 125 \text{ MPa}$$

$$\psi = -\sigma_2/\sigma_1 = -0,77$$

$$0 \geq \psi \geq -1 \rightarrow k_\sigma = 7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2$$

$$k_\sigma = 7,81 + 6,29 \cdot 0,77 + 9,78 \cdot 0,77^2 = 18,45$$

součinitel boulení ρ
pro vnitřní tlačené části



$$\rho = 1,0 \text{ pro } \lambda_{ps \text{ pruhem}} \leq 0,673$$

$$\rho = \frac{\lambda p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda p^2} \leq 1,0$$

$$\text{kde } \lambda_{ps \text{ pruhem}} = \sqrt{f_y / \sigma_{cr}} = \frac{b_w / t}{28,4 \cdot \varepsilon \sqrt{k_\sigma}} = \frac{1562 / 13}{28,4 \cdot 0,81 \cdot \sqrt{18,45}} = 1,22$$

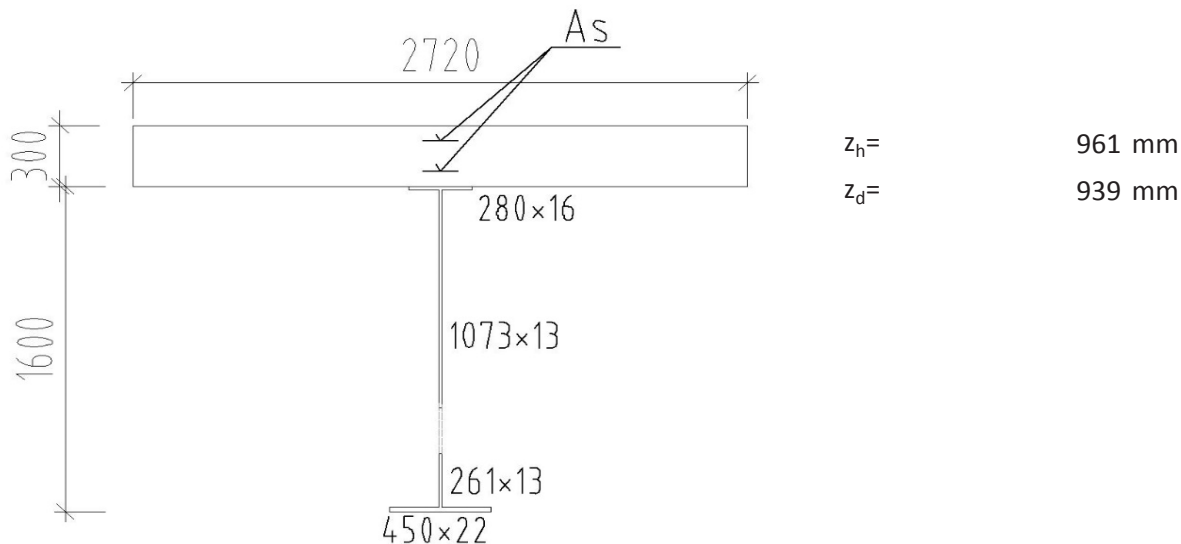
$$\rho = \frac{1,22 - 0,055 \cdot (3 - 0,77)}{1,22^2} = 0,74$$

$$b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot b / (1 - \psi) = 0,74 \cdot 881 = 653 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 0,4 \cdot b_{eff} = 0,4 \cdot 653 = 261 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,6 \cdot b_{eff} = 0,6 \cdot 653 = 392 \text{ mm}$$

OSLABENÝ PRŮŘEZ



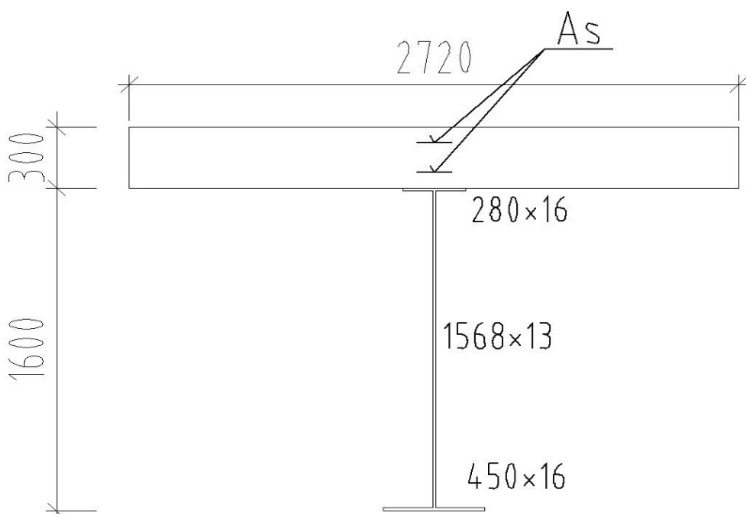
pruty o průměru 18 mm po 150 mm

$$A_s = 255 \cdot (18 + 18)$$

$$9180 \text{ mm}^2$$

$$I = 19934 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

P2 - PRŮŘEZ V POLI (N4, N5, N6)



	I_y [mm ⁴]	z_h [mm]	z_d [mm]	A [mm ²]
a) jen ocelový průřez	$11358 \cdot 10^6$	867	733	32 064
b) spřažený průřez (krátkodobý)	$38821 \cdot 10^6$	354	1546	155 700
c) spřažený průřez (dlouhodobý)	$30106 \cdot 10^6$	602	1298	72 221
d) průřez s výztuží	$17550 \cdot 10^6$	886	1014	41 244

URČENÍ PRŮŘEZOVÝCH CHARAKTERISTIK A TŘÍDY PRŮŘEZU

a) jen ocelový průřez

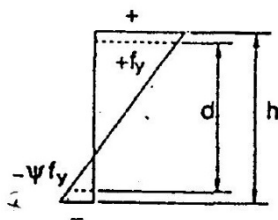
pásnice

$$c/tf \leq 14\epsilon$$

$$140/16 \leq 14 \cdot 0,81$$

$$8,75 \leq 11,34 \quad \text{PLATÍ} \rightarrow 3. \text{ třída průřezu}$$

stojina



$$\psi = -717/851 = -0,84$$

$$\psi \geq -1 \rightarrow d/tw \leq 42 \cdot \epsilon / (0,67 + 0,33 \cdot \psi)$$

$$1568/13 \leq 42 \cdot 0,81 / (0,67 - 0,33 \cdot 0,84)$$

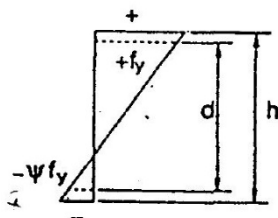
$$120,62 \leq 86,6$$

NEPLATÍ → přestože se jedná o 4. třídu průřezu, bylo v návrhu uvažováno s plnou pružnou únosností, protože ve fázi 1, kdy působí pouze ocelový nosník, je průřez využit na 35 - 40%, k lokálnímu boulení tedy nedochází.

b) spřažený průřez (krátkodobý)

uvažuje se průřez s plnou pružnou únosností

c) spřažený průřez (dlouhodobý)



$$\psi = -1282/286 = -4,48$$

$$\psi \leq -1 \rightarrow d/tw \leq 62 \cdot \epsilon \cdot (1 - \psi) \sqrt{-\psi}$$

$$1568/13 \leq 62 \cdot 0,81 \cdot (1 + 4,48) \sqrt{4,48}$$

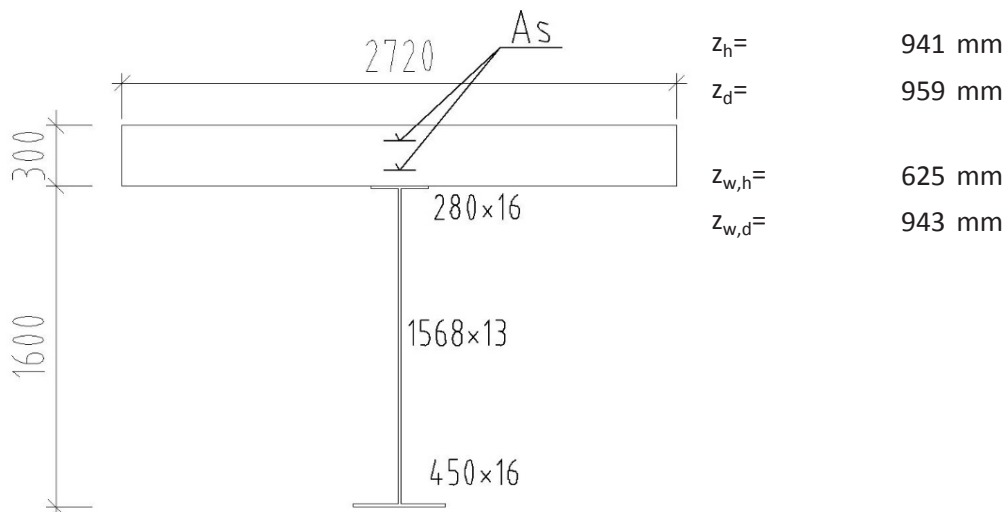
$$120,62 \leq 582,5 \quad \text{PLATÍ}$$

uvažuje se průřez s plnou pružnou únosností

d) průřez s výztuží

pruty o průměru 18 mm po 150 mm

$$A_s = 255 \cdot (18 + 18) \quad 9180 \text{ mm}^2$$



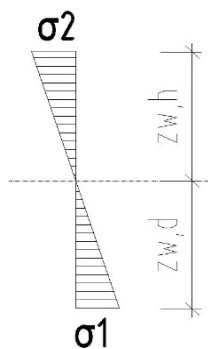
$$\psi = -625/943 = -0,66$$

$$\psi \geq -1 \rightarrow d/t_w \leq 42 \cdot \epsilon / (0,67 + 0,33 \cdot \psi)$$

$$1564/13 \leq 42 \cdot 0,81 / (0,67 - 0,33 \cdot 0,66)$$

$$120,3 \leq 75,23$$

NEVYHOVUJE $\rightarrow$ 4. třída průřezu



$$I_p = 18742 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$M = 2941 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{w,h} = \frac{M}{I} \cdot z_{w,h}$$

$$\sigma_{w,h} = 98 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{w,d} = \frac{M}{I} \cdot z_{w,d}$$

$$\sigma_{w,d} = 148 \text{ MPa}$$

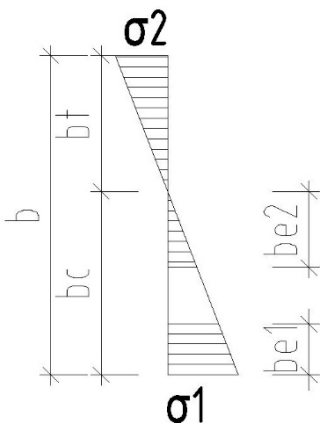
$$\psi = -\sigma_2/\sigma_1 = -0,66$$

$$0 \geq \psi \geq -1 \rightarrow k_\sigma = 7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2$$

$$k_\sigma = 7,81 + 6,29 \cdot 0,66 + 9,78 \cdot 0,66^2 = 16,2$$

součinitel boulení ρ

pro vnitřní tlačené části



$$\rho = 1,0 \text{ pro } \lambda_{p \text{ s pruhem}} \leq 0,673$$

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \leq 1,0$$

$$\text{kde } \lambda_{p \text{ s pruhem}} = \sqrt{f_y / \sigma_{cr}} = \frac{b_w / t}{28,4 \cdot \epsilon \sqrt{k_\sigma}} = \frac{1568/13}{28,4 \cdot 0,81 \cdot \sqrt{16,2}} = 1,3$$

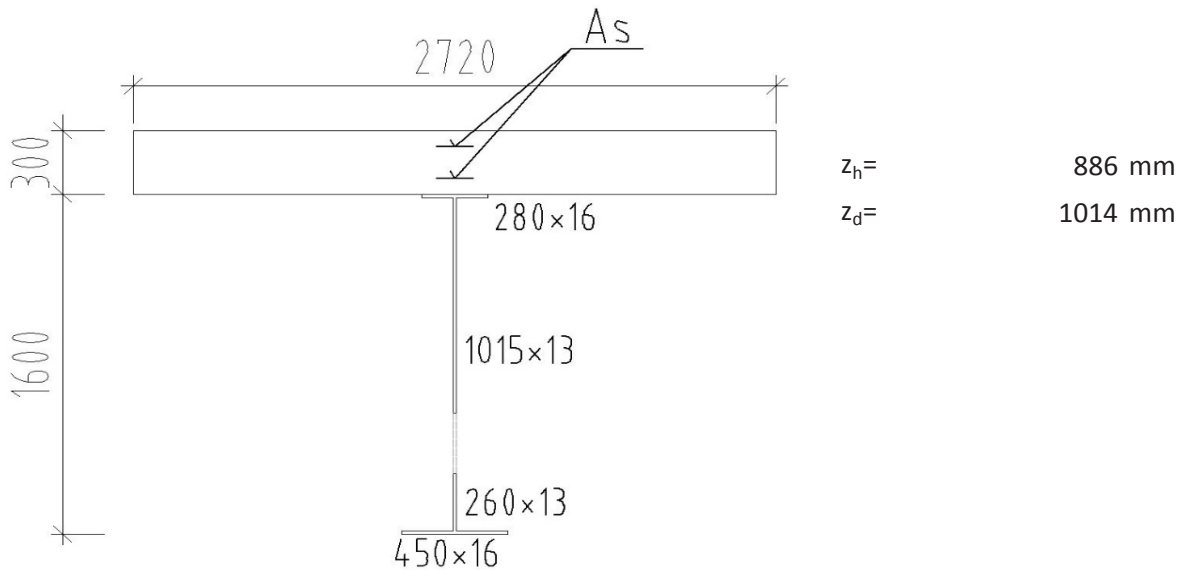
$$\rho = \frac{1,3 - 0,055 \cdot (3 - 0,66)}{1,3^2} = 0,69;$$

$$b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot b / (1 - \psi) = 0,69 \cdot 943 = 650 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 0,4 \cdot b_{eff} = 0,4 \cdot 650 = 260 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,6 \cdot b_{eff} = 0,6 \cdot 650 = 390 \text{ mm}$$

OSLABENÝ PRŮŘEZ



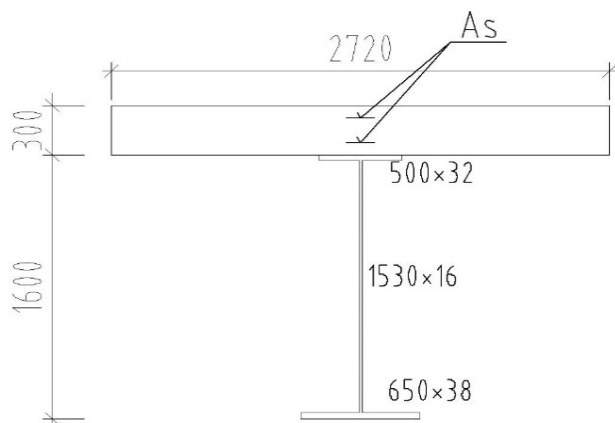
pruty o průměru 18 mm po 150 mm

$$A_s = 255 \cdot (18 + 18)$$

$$9180 \text{ mm}^2$$

$$I = 17550 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

P3 - PRŮŘEZ NAD PODPOROU



	$I_y [\text{mm}^4]$	$z_h [\text{mm}]$	$z_d [\text{mm}]$	$A [\text{mm}^2]$
a) jen ocelový průřez	$28997 \cdot 10^6$	902	698	65 180
b) spřažený průřez (krátkodobý)	$77715 \cdot 10^6$	506	1394	188 816
c) průřez s výztuží	$37890 \cdot 10^6$	1072	828	74 360

URČENÍ PRŮŘEZOVÝCH CHARAKTERISTIK A TŘÍDY PRŮŘEZU

c) průřez s výztuží

pruty o průměru 18 mm po 150 mm

$$A_s = 255 \cdot (18 + 18)$$

$$9180 \text{ mm}^2$$

$$z_h = 1072 \text{ mm}$$

$$z_d = 828 \text{ mm}$$

stojina

$$\psi = -740/790 = -0,94$$

$$\psi \geq -1 \rightarrow d/tw \leq 42 \cdot \epsilon / (0,67 + 0,33 \cdot \psi)$$

$$1530/16 \leq 42 \cdot 0,81 / (0,67 - 0,33 \cdot 0,94)$$

$$95,6 \leq 94,55 \quad \text{neplatí}$$

i přes mírné překročení uvažuji jako 3. třídu průřezu
pásnice

$$c/tf \leq 14\epsilon$$

$$325/38 \leq 14 \cdot 0,81$$

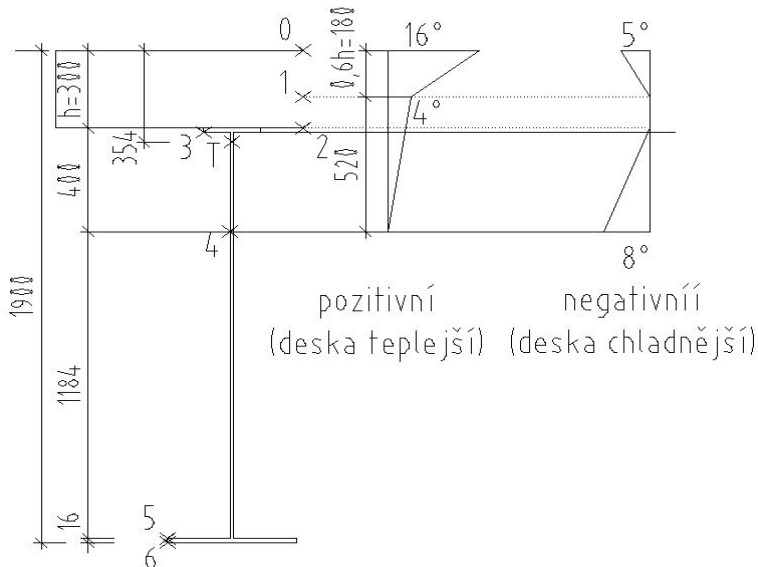
$$8,55 \leq 11,34 \quad \text{PLATÍ} \rightarrow 3. \text{ třída průřezu}$$

$$I = 37890 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

5.4 ZATÍŽENÍ OD TEPLOTY

pro ocelobetonový most s deskou 300 mm tlustou a 100 mm vrstvou vozovky je uvažováno zatížení dle obrázku. Teplota je uvažována jako krátkodobý účinek. Nosník je po výšce rozdělen do úseků, v každém úseku je průběh teploty lineární a je z jednoho materiálu (ocel nebo beton).

$$\begin{aligned} A_a &= 32064 \text{ mm}^2 \\ A &= 155700 \text{ mm}^2 \\ I &= 77716 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$



Poměrné protažení jednotlivých vláken od teploty při průběhu dle obrázku

	pozitivní	negativní
ϵ_0	$0,000012 \cdot 16 = 192 \cdot 10^{-6}$	$0,000012 \cdot 5 = 60 \cdot 10^{-6}$
ϵ_1	$0,000012 \cdot 4 = 48 \cdot 10^{-6}$	0
ϵ_2	$0,000012 \cdot 3,1 = 37 \cdot 10^{-6}$	0
ϵ_3	$0,000012 \cdot 3 = 36 \cdot 10^{-6}$	$0,000012 \cdot 0,3 = 3,6 \cdot 10^{-6}$
ϵ_4	0	$0,000012 \cdot 8 = 96 \cdot 10^{-6}$

z_0	0 mm
z_1	180 mm
z_2	300 mm
z_3	315 mm
z_4	700 mm

střední protažení $\bar{\epsilon} = 0,5 \cdot (\epsilon_{i-1} + \epsilon_i)$

	pozitivní	negativní
$\bar{\epsilon}_1$	$0,5 \cdot (192 + 48) \cdot 10^{-6} = 120 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot (60 + 0) \cdot 10^{-6} = 30 \cdot 10^{-6}$
$\bar{\epsilon}_2$	$0,5 \cdot (48 + 37) \cdot 10^{-6} = 42,5 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot (0) \cdot 10^{-6} = 0$
$\bar{\epsilon}_3$	$0,5 \cdot (37 + 36) \cdot 10^{-6} = 36,5 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot (0 + 3,6) \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-6}$
$\bar{\epsilon}_4$	$0,5 \cdot (36 + 0) \cdot 10^{-6} = 18 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot (3,6 + 96) \cdot 10^{-6} = 49,8 \cdot 10^{-6}$
$\bar{\epsilon}_5$	0	$0,5 \cdot (96 + 0) \cdot 10^{-6} = 48 \cdot 10^{-6}$

vzdálenost těžiště každého úseku horního povrchu betonové desky

$$\bar{z}_i = [\epsilon_{i-1} * (2z_{i-1} + z_i) + \epsilon_i(z_{i-1} + 2z_i)]$$

	pozitivní	negativní
$\bar{z}_1$	72 mm	60 mm
$\bar{z}_2$	237 mm	0 mm
$\bar{z}_3$	307 mm	310 mm
$\bar{z}_4$	443 mm	567 mm
$\bar{z}_5$	0 mm	233 mm

Bude-li zabráněno protažení, vznikne v každém úseku síla v těžišti $F_i = E_i * \bar{\epsilon}_i * h_i$

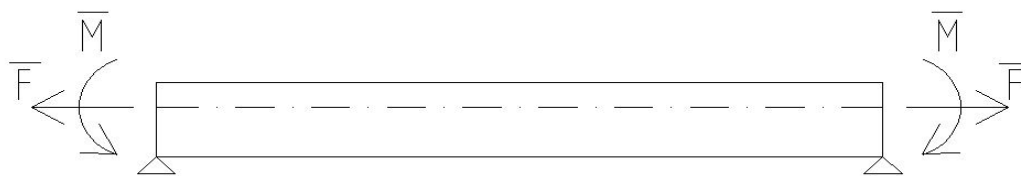
	pozitivní	negativní
F_1	1909	477
F_2	451	0
F_3	23	1
F_4	38	52
F_5	0	153
$\bar{F}$ [kN]	2422	684

pozitivní

$$\sum F_i * \bar{z}_i = \bar{F} * z_T + \bar{M}$$

takže $\bar{M} = (1909 * 0,072 + 451 * 0,237 + 23 * 0,307 + 38 * 0,443) - 2422 * 0,354 = -589 \text{ kNm}$

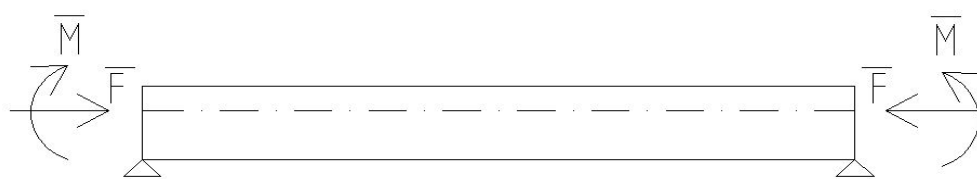
$$\bar{F} \text{ [kN]} = 2422 \text{ kNm}$$



negativní

takže $\bar{M} = -(477 * 0,06 + 1 * 0,310 + 52 * 0,567 + 153 * 0,233) + 684 * 0,354 = +148 \text{ kNm}$

$$\bar{F} \text{ [kN]} = 684 \text{ kNm}$$



$$\sigma_{a,2} = \sigma_a^h = -210000 * 37 * 10^{-6} + \frac{2422 * 10^3}{155700} - \frac{20 * 10^6 * 54}{38821 * 10^6} = -7,77 + 15,55 - 0,03 = 7,75 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{a,6} = \sigma_a^d = \frac{2422 * 10^3}{155700} + \frac{20 * 10^6 * 1546}{38821 * 10^6} = 15,55 + 0,8 = 16,35 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

PODPORA 2

$$A_i = 74360 \text{ mm}^2$$

$$z_h = 1072 \text{ mm}$$

$$z_d = 828 \text{ mm}$$

$$I = 37890 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_s^h = -210000 * 0,000012 * 11,3 + \frac{2422 * 10^3}{74360} - \frac{142 * 10^6 * 997}{37890 * 10^6} = -28,48 + 32,57 - 3,74 = 0,35 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_s^d = -210000 * 0,000012 * 3,6 + \frac{2422 * 10^3}{74360} - \frac{142 * 10^6 * 847}{37890 * 10^6} = -9,07 + 32,57 - 3,17 = 20,33 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^h = -210000 * 37 * 10^{-6} + \frac{2422 * 10^3}{74360} - \frac{142 * 10^6 * 772}{37890 * 10^6} = -7,77 + 32,57 - 2,90 = 21,90 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^d = 0 + \frac{2422 * 10^3}{74360} + \frac{142 * 10^6 * 828}{37890 * 10^6} = +32,57 + 3,10 = 35,67 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

PODPORA 3

$$\sigma_s^h = -210000 * 0,000012 * 11,3 + \frac{2422 * 10^3}{74360} + \frac{66 * 10^6 * 997}{37890 * 10^6} = -28,48 + 32,57 + 1,74 = 5,83 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_s^d = -210000 * 0,000012 * 3,6 + \frac{2422 * 10^3}{74360} + \frac{66 * 10^6 * 847}{37890 * 10^6} = -9,07 + 32,57 + 1,47 = 24,97 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^h = -210000 * 37 * 10^{-6} + \frac{2422 * 10^3}{74360} + \frac{66 * 10^6 * 772}{37890 * 10^6} = -7,77 + 32,57 + 1,34 = 26,14 \text{ MPa}$$

PŘITĚŽUJE

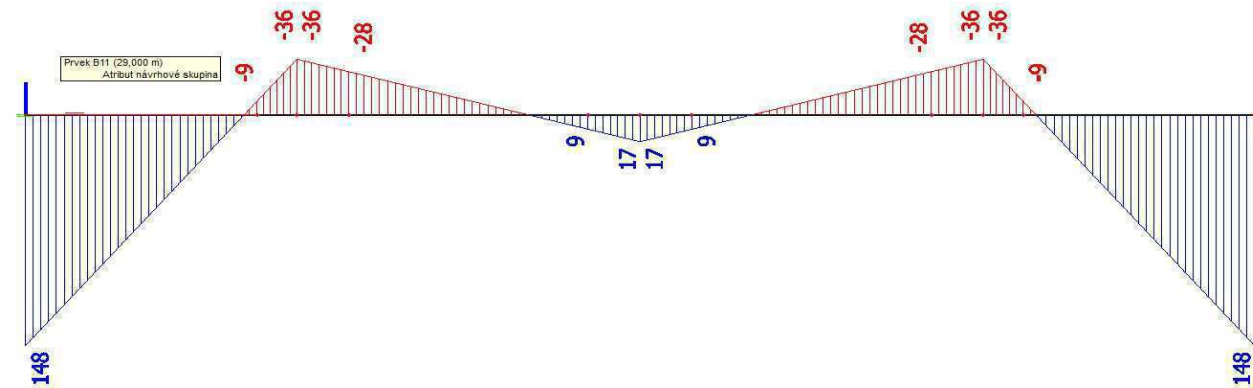
$$\sigma_a^d = 0 + \frac{2422 * 10^3}{71688} - \frac{66 * 10^6 * 828}{37890 * 10^6} = +32,57 - 1,44 = 31,13 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

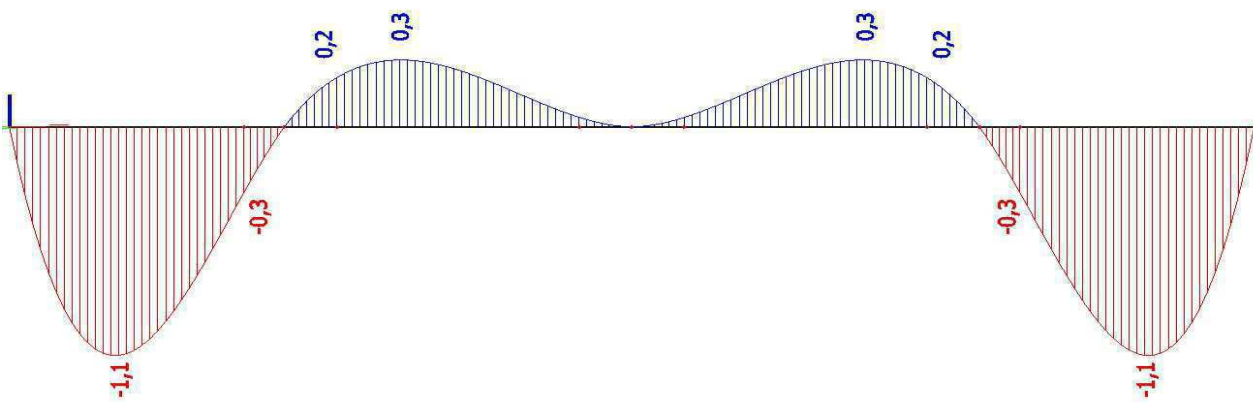
PRŮBĚH NAPĚTÍ PRO NEGATIVNÍ ZATÍŽENÍ

M=148 kNm

F=-684 kN



průhyby



POLE 1

$$\sigma_{C,0} = \sigma_C^h = \frac{1}{6,6} * (210000 * 192 * 10^{-6} - \frac{684 * 10^3}{155700} - \frac{106 * 10^6 * 354}{38821 * 10^6}) = \frac{1}{6,6} * (+40,32 - 4,39 - 0,97) = 5,30 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{C,2} = \sigma_C^d = \frac{1}{6,6} * (210000 * 37 * 10^{-6} - \frac{684 * 10^3}{155700} - \frac{106 * 10^6 * 54}{38821 * 10^6}) = \frac{1}{6,6} * (7,77 - 4,39 - 0,15) = 0,49 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{a,2} = \sigma_a^h = 210000 * 37 * 10^{-6} - \frac{684 * 10^3}{155700} - \frac{106 * 10^6 * 54}{38821 * 10^6} = 7,77 - 4,39 - 0,15 = 3,23 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{a,6} = \sigma_a^d = -\frac{684 * 10^3}{155700} + \frac{106 * 10^6 * 1546}{38821 * 10^6} = -4,39 + 4,22 = -0,17 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

POLE 2

$$\sigma_{C,0} = \sigma_C^h = \frac{1}{6,6} * (210000 * 192 * 10^{-6} - \frac{684 * 10^3}{155700}) = \frac{1}{6,6} * (40,32 - 4,40) = 5,44 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{C,2} = \sigma_C^d = \frac{1}{6,6} * (210000 * 37 * 10^{-6} - \frac{684 * 10^3}{155700}) = \frac{1}{6,6} * (7,77 - 4,40) = 0,51 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{a,2} = \sigma_a^h = 210000 * 37 * 10^{-6} - \frac{684 * 10^3}{155700} = 7,77 - 4,40 = 3,37 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_{a,6} = \sigma_a^d = -\frac{684 \cdot 10^3}{155700} = -4,40 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

PODPORA 2

$$\sigma_s^h = 210000 \cdot 0,000012 \cdot 11,3 - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} + \frac{36 \cdot 10^6 \cdot 997}{37890 \cdot 10^6} = 28,48 - 9,19 + 0,95 = \mathbf{20,24 \text{ MPa}}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_s^d = + 210000 \cdot 0,000012 \cdot 3,6 - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} + \frac{36 \cdot 10^6 \cdot 847}{37890 \cdot 10^6} = 9,07 - 9,19 + 0,80 = \mathbf{0,68 \text{ MPa}}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^h = + 210000 \cdot 37 \cdot 10^{-6} - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} + \frac{36 \cdot 10^6 \cdot 772}{37890 \cdot 10^6} = 7,77 - 9,19 + 0,74 = -0,68 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^d = 0 - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} - \frac{36 \cdot 10^6 \cdot 828}{37890 \cdot 10^6} = -9,19 - 0,79 = \mathbf{-9,98 \text{ MPa}}$$

PŘITĚŽUJE

PODPORA 3

$$\sigma_s^h = 210000 \cdot 0,000012 \cdot 11,3 - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} - \frac{17 \cdot 10^6 \cdot 997}{37890 \cdot 10^6} = 28,48 - 9,20 - 0,45 = \mathbf{18,83 \text{ MPa}}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_s^d = + 210000 \cdot 0,000012 \cdot 3,6 - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} - \frac{17 \cdot 10^6 \cdot 847}{37890 \cdot 10^6} = 9,07 - 9,20 - 0,38 = -0,51 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

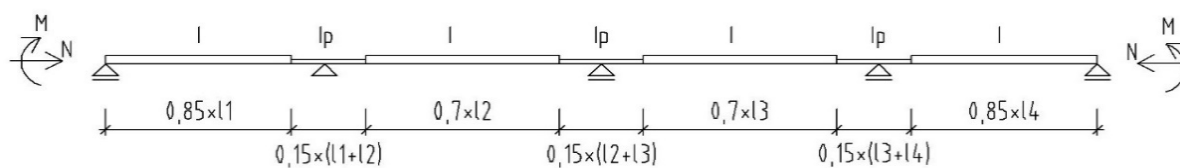
$$\sigma_a^h = + 210000 \cdot 37 \cdot 10^{-6} - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} - \frac{17 \cdot 10^6 \cdot 772}{37890 \cdot 10^6} = 7,77 - 9,20 - 0,35 = -1,78 \text{ MPa}$$

NEPŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^d = 0 - \frac{684 \cdot 10^3}{74360} + \frac{17 \cdot 10^6 \cdot 828}{37890 \cdot 10^6} = -9,20 + 0,37 = \mathbf{-8,83 \text{ MPa}}$$

PŘITĚŽUJE

5.5 ZATÍŽENÍ OD SMRŠŤOVÁNÍ



$$N=2709\text{kN}$$

$$M=2709 \cdot (0,802 - 0,15) = 1766\text{kNm}$$

spřažený ocelobetonový nosník (dlouhodobé působení pro $n_l=20,32$)

$$I = 30106 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad zh = 602 \text{ mm} \quad zd = 1298 \text{ mm}$$

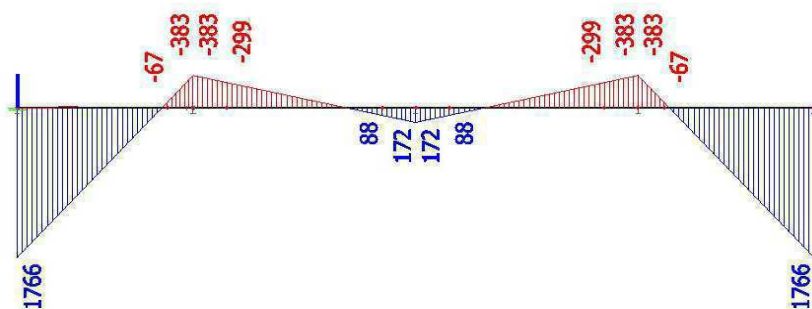
$$A_i = 72221 \text{ mm}^2$$

průřez u vnitřní podpory

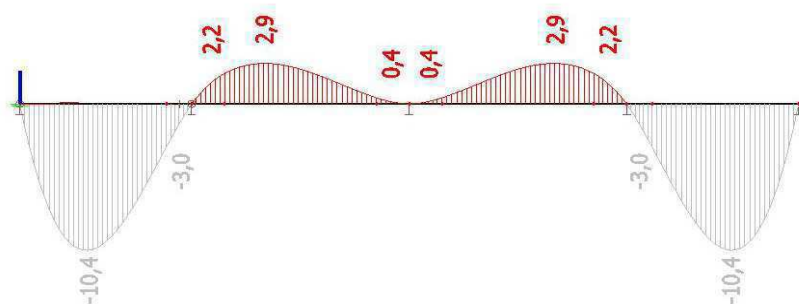
$$I_p = 37890 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad zh = 1072 \text{ mm} \quad zd = 828 \text{ mm}$$

$$A_i = 74360 \text{ mm}^2$$

OHYBOVÉ MOMENTY



PRŮHYBY



POLE 1

$$\sigma_c^h = 3,32 - \frac{1}{19,6} \cdot \left(\frac{2709 \cdot 10^3}{72221} + \frac{866 \cdot 10^6 \cdot 602}{30106 \cdot 10^6} \right) = 3,32 - \frac{1}{19,6} \cdot (37,51 + 17,32) = +0,52 \text{ MPa (tah)}$$

$$\sigma_c^d = 3,32 - \frac{1}{19,6} \cdot \left(\frac{2709 \cdot 10^3}{72221} + \frac{866 \cdot 10^6 \cdot 302}{30106 \cdot 10^6} \right) = 3,32 - \frac{1}{19,6} \cdot (37,51 + 8,69) = +0,96 \text{ MPa (tah)}$$

$$\sigma_a^h = - \frac{2709 \cdot 10^3}{72221} - \frac{866 \cdot 10^6 \cdot 302}{30106 \cdot 10^6} = -37,51 - 8,69 = -46,2 \text{ MPa (tlak)}$$

PŘITĚŽUJE

$$\sigma_a^d = - \frac{2709 \cdot 10^3}{72221} + \frac{866 \cdot 10^6 \cdot 1298}{30106 \cdot 10^6} = -37,51 + 37,33 = -0,18 \text{ MPa (tlak)}$$

POLE 2

$$\sigma_c^h = 3,32 + \frac{1}{19,6} * \left(-\frac{2709*10^3}{72221} + \frac{103*10^6*602}{30106*10^6} \right) = 3,32 + \frac{1}{19,6} * (-37,51 + 2,06) = +5,12 \text{ MPa (tah)}$$

$$\sigma_c^d = 3,32 + \frac{1}{19,6} * \left(-\frac{2709*10^3}{72221} + \frac{103*10^6*302}{30106*10^6} \right) = 3,32 + \frac{1}{19,6} * (-37,51 + 1,03) = +5,18 \text{ MPa (tah)}$$

$$\sigma_a^h = -\frac{2709*10^3}{72221} + \frac{103*10^6*302}{30106*10^6} = -37,51 + 1,03 = -36,48 \text{ MPa (tlak)} \quad \text{PŘITĚŽUJE}$$

$$\sigma_a^d = -\frac{2709*10^3}{72221} - \frac{103*10^6*1298}{30106*10^6} = -37,51 - 4,44 = -41,95 \text{ MPa (tlak)}$$

PODPORA 2

$$\sigma_s^h = -\frac{2709*10^3}{74360} + \frac{383*10^6*997}{37890*10^6} = -36,43 + 10,07 = -26,36 \text{ MPa (tlak)}$$

$$\sigma_s^d = -\frac{2709*10^3}{74360} + \frac{383*10^6*847}{37890*10^6} = -36,43 + 8,56 = -27,87 \text{ MPa (tlak)}$$

$$\sigma_a^h = -\frac{2709*10^3}{74360} + \frac{383*10^6*772}{37890*10^6} = -36,43 + 7,82 = -28,61 \text{ MPa (tlak)}$$

$$\sigma_a^d = -\frac{2709*10^3}{74360} - \frac{383*10^6*828}{37890*10^6} = -36,43 - 8,37 = -44,8 \text{ MPa (tlak)} \quad \text{PŘITĚŽUJE}$$

PODPORA 3

$$\sigma_s^h = -\frac{2709*10^3}{74360} - \frac{172*10^6*997}{37890*10^6} = -36,43 - 4,53 = -40,96 \text{ MPa (tlak)}$$

$$\sigma_s^d = -\frac{2709*10^3}{74360} - \frac{172*10^6*847}{37890*10^6} = -36,43 - 3,84 = -40,27 \text{ MPa (tlak)}$$

$$\sigma_a^h = -\frac{2709*10^3}{74360} - \frac{172*10^6*772}{37890*10^6} = -36,43 - 3,50 = -39,93 \text{ MPa (tlak)}$$

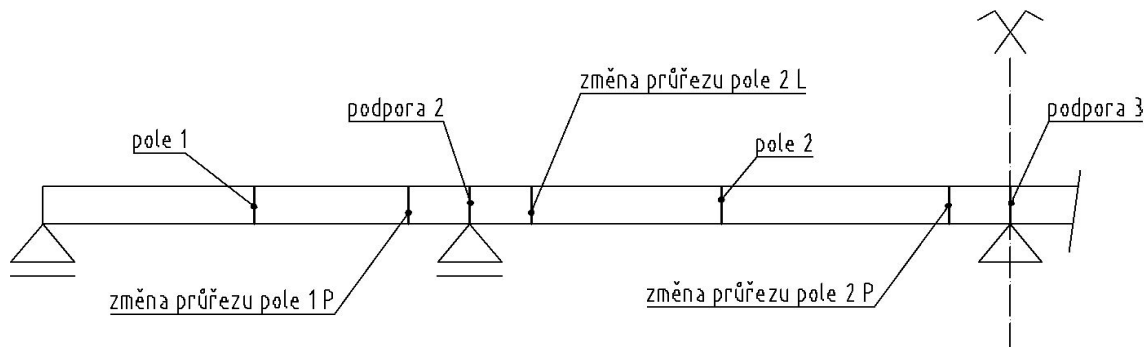
$$\sigma_a^d = -\frac{2709*10^3}{74360} + \frac{172*10^6*828}{37890*10^6} = -36,43 + 3,76 = -32,67 \text{ MPa (tlak)} \quad \text{PŘITĚŽUJE}$$

5.6 POUZENÍ NA 1. MS

5.6.1 OHYBOVÝ MOMENT

Napětí v krajních vláknech průřezu bylo počítáno se zohledněním vlivu fází výstavby.

Posouzeny byly nosníky v místech největšího namáhání v poli, nad podporou a v místě změny průřezu. Body 1 P a 2 L jsou vzdáleny 5 m od podpory č. 2, bod 2 P je vzdálen 5,5 m od podpory č. 3.



Výpis vnitřních sil pro jednotlivé zatěžovací stavy je uveden v příloze 3. VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER. U posuzovaných průřezů bylo nejprve určeno napětí pro daný zatěžovací stav a to bylo poté kombinováno pomocí kombinačních vztahů 6.10a a 6.10b.

Napětí při fázi 1 a fázi 2

betonáž 1

POLE

I	12593*10 ⁶	zh	0,921	zd	0,679	pro nosník N1,N2,N3
I	11358*10 ⁶	zh	0,867	zd	0,733	pro nosník N4,N5,N6

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6
pole 1

M	1758	1759	1791	1716	1747	1746	kNm
σ_a^h	-128,57	-128,646	-130,9863	-130,99	-133,3553	-133,28	tlak
σ_a^d	94,79	94,84	96,57	110,74	112,74	112,68	tah

pole 2

M	1433	1441	1457	1378	1392	1399	kNm
σ_a^h	-104,80	-105,389	-106,559	-105,18806	-106,2567	-106,79107	tlak
σ_a^d	77,27	77,70	78,56	88,93	89,83	90,29	tah

PODPORA

I	28997*10 ⁶	zh	0,902	zd	0,698	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	3546	3535	3525	3611	3600	3597	kNm
σ_a^h	110,30	110,30	110,30	110,30	110,30	110,30	tah
σ_a^d	-85,36	-85,36	-85,36	-85,36	-85,36	-85,36	tlak

podpora 3

M	3459	3456	3437	3504	3490	3480	kNm
σ_a^h	107,60	107,60	107,60	107,60	107,60	107,60	tah
σ_a^d	-83,26	-83,26	-83,26	-83,26	-83,26	-83,26	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	12593*10 ⁶	zh	0,921	zd	0,679	pro nosník N1,N2,N3
I	11358*10 ⁶	zh	0,867	zd	0,733	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	1644	1594	1687	1660	1662	1664	kNm
σ_a^h	120,24	116,58	123,38	126,71	126,87	127,02	tah
σ_a^d	-88,64	-85,95	-90,96	-107,13	-107,26	-107,39	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	1780	1768	1757	1841	1830	1826	kNm
σ_a^h	130,18	129,30	128,50	140,53	139,69	139,39	tah
σ_a^d	-95,98	-95,33	-94,74	-118,81	-118,10	-117,84	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	1544	1540	1522	1592	1578	1569	kNm
σ_a^h	112,92	112,63	111,31	121,52	120,45	119,77	tah
σ_a^d	-83,25	-83,04	-82,06	-102,74	-101,84	-101,26	tlak

Napětí při fázi 3

betonáž 2

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521	pro nosník N1,N2,N3
I	38821*10 ⁶	zh	0,354	zd	1,546	pro nosník N4,N5,N6

pole 1

Nevyvolá žádné napětí

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 2

M	120	120	120	120	120	120	kNm
σ_a^h	-0,21	-0,21	-0,21	-0,17	-0,17	-0,17	tlak
σ_a^d	4,07	4,07	4,07	4,70	4,78	4,78	tah

PODPORA

I	28997*10 ⁶	zh	0,902	zd	0,698	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	543	425	508	515	424	550	kNm
σ_a^h	16,89	13,22	15,80	16,02	13,19	17,11	tah
σ_a^d	-13,07	-10,23	-12,23	-12,40	-10,21	-13,24	tlak

podpora 3

M	668	538	638	645	552	686	kNm
σ_a^h	20,78	16,74	19,85	20,06	17,17	21,34	tah
σ_a^d	-16,08	-12,95	-15,36	-15,53	-13,29	-16,51	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	12593*10 ⁶	zh	0,921	zd	0,679	pro nosník N1,N2,N3
I	11358*10 ⁶	zh	0,867	zd	0,733	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	40	10	27	32	18	51	kNm
σ_a^h	2,93	0,73	1,97	2,44	1,37	3,89	tah
σ_a^d	-2,16	-0,54	-1,46	-2,07	-1,16	-3,29	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	0	0	0	0	0	0	kNm
σ_a^h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	tah
σ_a^d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	10	0	0	6	0	0	kNm
σ_a^h	0,73	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	tah
σ_a^d	-0,54	0,00	0,00	-0,39	0,00	0,00	tlak

Napětí při fázi 4

gr1a - udl

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521	pro nosník N1,N2,N3
I	38821*10 ⁶	zh	0,354	zd	1,546	pro nosník N4,N5,N6

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 1

M	1690	1785	1782	1381	1219	1081	kNm
σ_c^h	-2,16	-2,29	-2,28	-1,91	-1,68	-1,49	tlak
σ_a^h	-2,98	-3,15	-3,14	-1,92	-1,70	-1,50	tlak
σ_a^d	57,34	60,56	60,46	55,00	48,55	43,05	tah

pole 2

M	1911	1940	1939	1552	1418	1286	kNm
σ_c^h	-2,45	-2,48	-2,48	-2,14	-1,96	-1,78	tlak
σ_a^h	-3,37	-3,42	-3,42	-2,16	-1,97	-1,79	tlak
σ_a^d	64,83	65,82	65,78	61,81	56,47	51,21	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	2185	2447	2626	2170	1528	1384	kNm
σ_s^h	57,49	64,39	69,10	57,10	40,21	36,42	tah
σ_s^d	48,84	54,70	58,70	48,51	34,16	30,94	tah
σ_a^h	44,52	49,86	53,50	44,21	31,13	28,20	tah
σ_a^d	-47,75	-53,47	-57,39	-47,42	-33,39	-30,24	tlak

podpora 3

M	2496	2682	2897	2386	1685	1468	kNm
σ_s^h	65,68	70,57	76,23	62,78	44,34	38,63	tah
σ_s^d	55,80	59,95	64,76	53,34	37,67	32,82	tah
σ_a^h	50,86	54,65	59,03	48,61	34,33	29,91	tah
σ_a^d	-54,54	-58,61	-63,31	-52,14	-36,82	-32,08	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	984	990	1046	900	738	643	kNm
σ_s^h	43,74	44,00	46,49	41,59	34,10	29,71	tah
σ_s^d	36,33	36,55	38,62	33,90	27,80	24,22	tah
σ_a^h	32,63	32,83	34,68	30,05	24,64	21,47	tah
σ_a^d	-46,35	-46,63	-49,27	-52,00	-42,64	-37,15	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	844	869	926	803	629	512	kNm
σ_s^h	37,51	38,62	41,16	37,11	29,07	23,66	tah
σ_s^d	31,16	32,09	34,19	30,24	23,69	19,28	tah
σ_a^h	27,99	28,82	30,71	26,81	21,00	17,10	tah
σ_a^d	-39,76	-40,93	-43,62	-46,40	-36,34	-29,58	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	1000	989	1022	887	708	566	kNm
σ_s^h	44,45	43,96	45,42	40,99	32,72	26,16	tah
σ_s^d	36,92	36,52	37,73	33,41	26,67	21,32	tah
σ_a^h	33,16	32,79	33,89	29,62	23,64	18,90	tah
σ_a^d	-47,11	-46,59	-48,14	-51,25	-40,91	-32,70	tlak

gr1a - ts

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521	pro nosník N1,N2,N3
I	38821*10 ⁶	zh	0,354	zd	1,546	pro nosník N4,N5,N6

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 1

M	1636	2021	1743	888	417	108	kNm
σ_c^h	-2,10	-2,59	-2,23	-1,23	-0,58	-0,15	tlak
σ_a^h	-2,88	-3,56	-3,07	-1,24	-0,58	-0,15	tlak
σ_a^d	55,50	68,57	59,13	35,36	16,61	4,30	tah

pole 2

M	1581	1977	1733	935	532	200	kNm
σ_c^h	-2,03	-2,53	-2,22	-1,29	-0,74	-0,28	tlak
σ_a^h	-2,79	-3,48	-3,05	-1,30	-0,74	-0,28	tlak
σ_a^d	53,64	67,07	58,79	37,24	21,19	7,96	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	967	1024	970	613	217	0	kNm
σ_s^h	25,44	26,94	25,52	16,13	5,71	0,00	tah
σ_s^d	21,62	22,89	21,68	13,70	4,85	0,00	tah
σ_a^h	19,70	20,86	19,76	12,49	4,42	0,00	tah
σ_a^d	-21,13	-22,38	-21,20	-13,40	-4,74	0,00	tlak

podpora 3

M	1600	1033	920	555	120	464	kNm
σ_s^h	42,10	27,18	24,21	14,60	3,16	12,21	tah
σ_s^d	35,77	23,09	20,57	12,41	2,68	10,37	tah
σ_a^h	32,60	21,05	18,74	11,31	2,44	9,45	tah
σ_a^d	-34,96	-22,57	-20,10	-12,13	-2,62	-10,14	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	828	844	746	476	242	51	kNm
σ_s^h	36,80	37,51	33,16	22,00	11,18	2,36	tah
σ_s^d	30,57	31,16	27,54	17,93	9,11	1,92	tah
σ_a^h	27,46	27,99	24,74	15,89	8,08	1,70	tah
σ_a^d	-39,00	-39,76	-35,14	-27,50	-13,98	-2,95	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	676	732	648	381	153	0	kNm
σ_s^h	30,05	32,53	28,80	17,61	7,07	0,00	tah
σ_s^d	24,96	27,03	23,93	14,35	5,76	0,00	tah
σ_a^h	22,42	24,27	21,49	12,72	5,11	0,00	tah
σ_a^d	-31,84	-34,48	-30,52	-22,01	-8,84	0,00	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	550	717	689	454	317	385	kNm
σ_s^h	24,45	31,87	30,62	20,98	14,65	17,79	tah
σ_s^d	20,31	26,47	25,44	17,10	11,94	14,50	tah
σ_a^h	18,24	23,78	22,85	15,16	10,58	12,86	tah
σ_a^d	-25,91	-33,77	-32,46	-26,23	-18,32	-22,24	tlak

gr5 - udl

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521	pro nosník N1,N2,N3
I	38821*10 ⁶	zh	0,354	zd	1,546	pro nosník N4,N5,N6

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 1

M	152	238	289	231	174	104	kNm
σ_c^h	-0,19	-0,30	-0,37	-0,32	-0,24	-0,14	tlak
σ_a^h	-0,27	-0,42	-0,51	-0,32	-0,24	-0,14	tlak
σ_a^d	5,16	8,07	9,80	9,20	6,93	4,14	tah

pole 2

M	201	260	299	245	200	140	kNm
σ_c^h	-0,26	-0,33	-0,38	-0,34	-0,28	-0,19	tlak
σ_a^h	-0,35	-0,46	-0,53	-0,34	-0,28	-0,19	tlak
σ_a^d	6,82	8,82	10,14	9,76	7,96	5,58	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	94	314	617	643	561	617	kNm
σ_s^h	2,47	8,26	16,24	16,92	14,76	16,24	tah
σ_s^d	2,10	7,02	13,79	14,37	12,54	13,79	tah
σ_a^h	1,92	6,40	12,57	13,10	11,43	12,57	tah
σ_a^d	-2,05	-6,86	-13,48	-14,05	-12,26	-13,48	tlak

podpora 3

M	156	335	560	477	238	56	kNm
σ_s^h	4,10	8,81	14,74	12,55	6,26	1,47	tah
σ_s^d	3,49	7,49	12,52	10,66	5,32	1,25	tah
σ_a^h	3,18	6,83	11,41	9,72	4,85	1,14	tah
σ_a^d	-3,41	-7,32	-12,24	-10,42	-5,20	-1,22	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	100	166	219	182	124	67	kNm
σ_s^h	4,44	7,38	9,73	8,41	5,73	3,10	tah
σ_s^d	3,69	6,13	8,09	6,85	4,67	2,52	tah
σ_a^h	3,32	5,50	7,26	6,08	4,14	2,24	tah
σ_a^d	-4,71	-7,82	-10,32	-10,52	-7,16	-3,87	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	51	94	129	104	104	28	kNm
σ_s^h	2,27	4,18	5,73	4,81	4,81	1,29	tah
σ_s^d	1,88	3,47	4,76	3,92	3,92	1,05	tah
σ_a^h	1,69	3,12	4,28	3,47	3,47	0,93	tah
σ_a^d	-2,40	-4,43	-6,08	-6,01	-6,01	-1,62	tlak

změna průřezu pole 2 P 176,00

M	75	133	147	147	104	68	kNm
σ_s^h	3,33	5,91	6,53	6,79	4,81	3,14	tah
σ_s^d	2,77	4,91	5,43	5,54	3,92	2,56	tah
σ_a^h	2,49	4,41	4,87	4,91	3,47	2,27	tah
σ_a^d	-3,53	-6,27	-6,92	-8,49	-6,01	-3,93	tlak

gr5 - ts

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521	pro nosník N1,N2,N3
I	38821*10 ⁶	zh	0,354	zd	1,546	pro nosník N4,N5,N6

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 1

M	2046	2214	1819	912	417	100	kNm
σ_c^h	-2,62	-2,84	-2,33	-1,26	-0,58	-0,14	tlak
σ_a^h	-3,61	-3,90	-3,21	-1,27	-0,58	-0,14	tlak
σ_a^d	69,41	75,11	61,71	36,32	16,61	3,98	tah

pole 2

M	1956	2148	1814	974	562	300	kNm
σ_c^h	-2,51	-2,75	-2,32	-1,35	-0,78	-0,41	tlak
σ_a^h	-3,45	-3,79	-3,20	-1,35	-0,78	-0,42	tlak
σ_a^d	66,36	72,87	61,54	38,79	22,38	11,95	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	1308	1276	1077	621	192	0	kNm
σ_s^h	34,42	33,58	28,34	16,34	5,05	0,00	tah
σ_s^d	29,24	28,52	24,08	13,88	4,29	0,00	tah
σ_a^h	26,65	26,00	21,94	12,65	3,91	0,00	tah
σ_a^d	-28,58	-27,88	-23,54	-13,57	-4,20	0,00	tlak

podpora 3

M	2181	1255	1034	568	164	647	kNm
σ_s^h	57,39	33,02	27,21	14,95	4,32	17,02	tah
σ_s^d	48,75	28,05	23,11	12,70	3,67	14,46	tah
σ_a^h	44,44	25,57	21,07	11,57	3,34	13,18	tah
σ_a^d	-47,66	-27,43	-22,60	-12,41	-3,58	-14,14	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	1094	1029	845	510	245	35	kNm
σ_s^h	48,62	45,74	37,56	23,57	11,32	1,62	tah
σ_s^d	40,39	37,99	31,20	19,21	9,23	1,32	tah
σ_a^h	36,28	34,12	28,02	17,03	8,18	1,17	tah
σ_a^d	-51,53	-48,47	-39,80	-29,47	-14,16	-2,02	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	962	1024	942	674	451	120	kNm
σ_s^h	42,76	45,51	41,87	31,15	20,84	5,55	tah
σ_s^d	35,52	37,81	34,78	25,39	16,99	4,52	tah
σ_a^h	31,90	33,96	31,24	22,51	15,06	4,01	tah
σ_a^d	-45,32	-48,24	-44,37	-38,94	-26,06	-6,93	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	851	1023	952	745	647	702	kNm
σ_s^h	37,82	45,47	42,31	34,43	29,90	32,44	tah
σ_s^d	31,42	37,77	35,15	28,06	24,37	26,44	tah
σ_a^h	28,22	33,92	31,57	24,88	21,60	23,44	tah
σ_a^d	-40,09	-48,19	-44,84	-43,04	-37,38	-40,56	tlak

Ostatní stálé (krátkodobé)

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521	pro nosník N1,N2,N3
I	38821*10 ⁶	zh	0,354	zd	1,546	pro nosník N4,N5,N6

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 1

M	896	840	847	746	792	872	kNm
σ_c^h	-1,15	-1,08	-1,08	-1,03	-1,09	-1,20	tlak
σ_a^h	-1,58	-1,48	-1,49	-1,04	-1,10	-1,21	tlak
σ_a^d	24,40	22,88	23,07	23,94	25,42	27,99	tah

pole 2

M	902	850	847	738	777	842	kNm
σ_c^h	-1,16	-1,09	-1,08	-1,02	-1,07	-1,16	tlak
σ_a^h	-1,59	-1,50	-1,49	-1,03	-1,08	-1,17	tlak
σ_a^d	24,57	23,15	23,07	23,69	24,94	27,02	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	1694	1327	1475	1480	1373	1784	kNm
σ_s^h	44,57	34,92	38,81	38,94	36,13	46,94	tah
σ_s^d	37,87	29,66	32,97	33,08	30,69	39,88	tah
σ_a^h	34,51	34,51	34,51	34,51	34,51	34,51	tah
σ_a^d	-37,02	-29,00	-32,23	-32,34	-30,00	-38,99	tlak

podpora 3

M	1799	1429	1572	1572	1466	1875	kNm
σ_s^h	47,34	37,60	41,36	41,36	38,57	49,34	tah
σ_s^d	40,22	31,94	35,14	35,14	32,77	41,91	tah
σ_a^h	36,65	29,12	32,03	32,03	29,87	38,20	tah
σ_a^d	-39,31	-31,23	-34,35	-34,35	-32,04	-40,97	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	570	503	494	503	549	634	kNm
σ_s^h	25,33	22,36	21,96	23,24	25,37	29,30	tah
σ_s^d	21,05	18,57	18,24	18,94	20,68	23,88	tah
σ_a^h	18,90	16,68	16,38	16,80	18,33	21,17	tah
σ_a^d	-26,85	-23,69	-23,27	-29,06	-31,72	-36,63	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	569	502	499	505	548	639	kNm
σ_s^h	25,29	22,31	22,18	23,34	25,32	29,53	tah
σ_s^d	21,01	18,53	18,42	19,02	20,64	24,07	tah
σ_a^h	18,87	16,65	16,55	16,86	18,30	21,34	tah
σ_a^d	-26,80	-23,65	-23,51	-29,18	-31,66	-36,92	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	555	500	488	495	539	613	kNm
σ_s^h	24,67	22,22	21,69	22,87	24,91	28,33	tah
σ_s^d	20,49	18,46	18,02	18,64	20,30	23,09	tah
σ_a^h	18,40	16,58	16,18	16,53	18,00	20,47	tah
σ_a^d	-26,14	-23,55	-22,99	-28,60	-31,14	-35,42	tlak

pokles podpory 2 a 4 (15mm)

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521
---	-----------------------	----	-------	----	-------

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6
pole 1

M	210	210	210	210	210	210	kNm
σ_c^h	-0,27	-0,27	-0,27	-0,27	-0,27	-0,27	tlak
σ_a^h	-0,37	-0,37005	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	tlak
σ_a^d	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	tah

pole 2

M	0	0	0	0	0	0	kNm
σ_c^h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	tlak
σ_a^h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	tlak
σ_a^d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	441	441	441	441	441	441	kNm
σ_s^h	-11,60	-11,60	-11,60	-11,60	-11,60	-11,60	nepřítěžuje
σ_s^d	-9,86	-9,86	-9,86	-9,86	-9,86	-9,86	nepřítěžuje
σ_a^h	-8,99	-8,99	-8,99	-8,99	-8,99	-8,99	nepřítěžuje
σ_a^d	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64	nepřítěžuje

podpora 3

M	468	468	468	468	468	468	kNm
σ_s^h	12,31	12,31	12,31	12,31	12,31	12,31	tah
σ_s^d	10,46	10,46	10,46	10,46	10,46	10,46	tah
σ_a^h	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	tah
σ_a^d	-10,23	-10,23	-10,23	-10,23	-10,23	-10,23	tlak

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	370	367	368	331	330	334	kNm
σ_s^h	-16,45	-16,31	-16,36	-15,30	-15,25	-15,43	nepřítěže
σ_s^d	-13,66	-13,55	-13,59	-12,47	-12,43	-12,58	nepřítěže
σ_a^h	-12,27	-12,17	-12,20	-11,05	-11,02	-11,15	nepřítěže
σ_a^d	17,43	17,29	17,33	19,12	19,07	19,30	nepřítěže

změna průřezu pole 2 L

M	333	329	296	267	267	270	kNm
σ_s^h	-14,80	-14,62	-13,16	-12,34	-12,34	-12,48	nepřítěže
σ_s^d	-12,29	-12,15	-10,93	-10,06	-10,06	-10,17	nepřítěže
σ_a^h	-11,04	-10,91	-9,82	-8,92	-8,92	-9,02	nepřítěže
σ_a^d	15,69	15,50	13,94	15,43	15,43	15,60	nepřítěže

změna průřezu pole 2 P

M	343	338	339	306	306	311	kNm
σ_s^h	15,25	15,02	15,07	14,14	14,14	14,37	tah
σ_s^d	12,66	12,48	12,52	11,53	11,53	11,71	tah
σ_a^h	11,37	11,37	11,37	10,22	10,22	10,38	tah
σ_a^d	-16,16	-15,92	-15,97	-14,41	-14,41	-14,65	tlak

pokles podpory 3 (15mm)

POLE

I	44832*10 ⁶	zh	0,379	zd	1,521
---	-----------------------	----	-------	----	-------

N1 - N6

Nevyvolá žádné napětí

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	239	239	239	239	239	239	kNm
σ_s^h	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	tah
σ_s^d	5,34	5,34	5,34	5,34	5,34	5,34	tah
σ_a^h	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	tah
σ_a^d	-5,22	-5,22	-5,22	-5,22	-5,22	-5,22	tlak

podpora 3

M	368	368	368	368	368	368	kNm
σ_s^h	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	nepřítěže
σ_s^d	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23	nepřítěže
σ_a^h	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	nepřítěže
σ_a^d	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	nepřítěže

ZMĚNA PRŮŘEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	203	200	200	178	177	180	kNm
σ_s^h	9,02	8,89	8,89	8,23	8,18	8,32	tah
σ_s^d	7,50	7,38	7,38	6,70	6,67	6,78	tah
σ_a^h	6,73	6,63	6,63	5,94	5,91	6,01	tah
σ_a^d	-9,56	-9,42	-9,42	-10,28	-10,23	-10,40	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	166	163	164	148	148	150	kNm
σ_s^h	7,38	7,24	7,29	6,84	6,84	6,93	tah
σ_s^d	6,13	6,02	6,06	5,57	5,57	5,65	tah
σ_a^h	5,50	5,40	5,44	4,94	4,94	5,01	tah
σ_a^d	-7,82	-7,68	-7,73	-8,55	-8,55	-8,67	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	266	266	266	241	241	241	kNm
σ_s^h	-11,82	-11,82	-11,82	-11,14	-11,14	-11,14	nepřítěže
σ_s^d	-9,82	-9,82	-9,82	-9,08	-9,08	-9,08	nepřítěže
σ_a^h	-8,82	-8,82	-8,82	-8,05	-8,05	-8,05	nepřítěže
σ_a^d	12,53	12,53	12,53	11,35	11,35	11,35	nepřítěže

zatížení od teploty

Níže uvedené hodnoty zatížení jsou hodnoty, které konstrukci přitěžují.

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
pole 1							
σ_c^h	-3,35	-3,35	-3,35	-3,35	-3,35	-3,35	tlak
σ_a^h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nepřítěže
σ_a^d	4,04	4,04	4,04	4,04	4,04	4,04	tah

pole 2							
σ_c^h	-3,78	-3,78	-3,78	-3,78	-3,78	-3,78	tlak
σ_a^h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nepřítěže
σ_a^d	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	tah

podpora 2							
σ_s^h	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	tah
σ_s^d	20,33	20,33	20,33	20,33	20,33	20,33	tah
σ_a^h	21,90	21,90	21,90	21,90	21,90	21,90	tah
σ_a^d	-9,98	-9,98	-9,98	-9,98	-9,98	-9,98	tlak

podpora 3							
σ_s^h	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	tah
σ_s^d	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	tah
σ_a^h	26,14	26,14	26,14	26,14	26,14	26,14	tah
σ_a^d	-8,83	-8,83	-8,83	-8,83	-8,83	-8,83	tlak

V místech změn průřezů se uvažují stejné hodnoty napětí jako u přilehlých podpor.

zatížení od smršťování

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
pole 1							
σ_c^h	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	tah
σ_a^h	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	tlak
σ_a^d	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	tlak

pole 2							
σ_c^h	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	tah
σ_a^h	-36,48	-36,48	-36,48	-36,48	-36,48	-36,48	tlak
σ_a^d	-41,95	-41,95	-41,95	-41,95	-41,95	-41,95	tlak

podpora 2							
σ_s^h	-26,36	-26,36	-26,36	-26,36	-26,36	-26,36	tlak
σ_s^d	-27,87	-27,87	-27,87	-27,87	-27,87	-27,87	tlak
σ_a^h	-28,61	-28,61	-28,61	-28,61	-28,61	-28,61	tlak
σ_a^d	-44,8	-44,8	-44,8	-44,8	-44,8	-44,8	tlak

podpora 3

σ_s^h	-40,96	-40,96	-40,96	-40,96	-40,96	-40,96	tlak
σ_s^d	-40,27	-40,27	-40,27	-40,27	-40,27	-40,27	tlak
σ_a^h	-39,93	-39,93	-39,93	-39,93	-39,93	-39,93	tlak
σ_a^d	-32,67	-32,67	-32,67	-32,67	-32,67	-32,67	tlak

V místech změn průřezů se uvažují stejné hodnoty napětí jako u přilehlých podpor.

fáze 5

Ostatní stálé (dlouhodobé)

POLE

I	34247*10 ⁶	zh	0,646	zd	1,254
I	30106*10 ⁶	zh	0,602	zd	1,298

Nosník N1 N2 N3 N4 N5 N6

pole 1

M	863	772	791	706	746	853	kNm
σ_c^h	-0,80	-0,72	-0,73	-0,69	-0,73	-0,84	tlak
σ_a^h	-8,72	-7,80	-7,99	-7,08	-7,48	-8,56	tlak
σ_a^d	24,04	21,51	22,03	23,40	24,73	28,28	tah

pole 2

M	831	741	749	664	701	796	kNm
σ_c^h	-0,77	-0,69	-0,62	-0,65	-0,69	-0,78	tlak
σ_a^h	-8,40	-7,49	-7,57	-6,66	-7,03	-7,98	tlak
σ_a^d	23,15	20,64	20,86	22,01	23,24	26,39	tah

PODPORA

I	37890*10 ⁶	zh	1,072	zd	0,828	pro všechny nosníky
---	-----------------------	----	-------	----	-------	---------------------

podpora 2

M	1827	1465	1606	1582	1490	1898	kNm
σ_s^h	48,07	38,55	42,26	41,63	39,21	49,94	tah
σ_s^d	40,84	32,75	35,90	35,36	33,31	42,43	tah
σ_a^h	37,22	29,85	32,72	32,23	30,36	38,67	tah
σ_a^d	-39,92	-32,01	-35,10	-34,57	-32,56	-41,48	tlak

podpora 3

M	1855	1480	1602	1606	1521	1923	kNm
σ_s^h	48,81	38,94	42,15	42,26	40,02	50,60	tah
σ_s^d	41,47	33,08	35,81	35,90	34,00	42,99	tah
σ_a^h	37,80	30,15	32,64	32,72	30,99	39,18	tah
σ_a^d	-40,54	-32,34	-35,01	-35,10	-33,24	-42,02	tlak

ZMĚNA PRŮEZU

I	19934*10 ⁶	zh	0,961	zd	0,939	pro nosník N1,N2,N3
I	17550*10 ⁶	zh	0,886	zd	1,014	pro nosník N4,N5,N6

změna průřezu pole 1 P

M	701	586	609	605	618	745	kNm
σ_s^h	31,16	26,05	27,07	27,96	28,56	34,43	tah
σ_s^d	25,88	21,64	22,49	22,79	23,28	28,06	tah
σ_a^h	23,24	19,43	20,19	20,20	20,64	24,88	tah
σ_a^d	-33,02	-27,60	-28,69	-34,96	-35,71	-43,04	tlak

změna průřezu pole 2 L

M	713	566	620	617	624	754	kNm
σ_s^h	31,69	25,16	27,56	28,51	28,84	34,84	tah
σ_s^d	26,33	20,90	22,89	23,24	23,50	28,40	tah
σ_a^h	23,64	18,77	20,56	20,60	20,84	25,18	tah
σ_a^d	-33,59	-26,66	-29,21	-35,65	-36,05	-43,56	tlak

změna průřezu pole 2 P

M	709	545	612	605	608	741	kNm
σ_s^h	31,51	24,22	27,20	27,96	28,10	34,24	tah
σ_s^d	26,18	20,12	22,60	22,79	22,90	27,91	tah
σ_a^h	23,51	18,07	20,29	20,20	20,30	24,74	tah
σ_a^d	-33,40	-25,67	-28,83	-34,96	-35,13	-42,81	tlak

KOMBINACE

Klíč kombinace stejný jako v kapitole 4. POROVNÁNÍ VARIANT

N1 N2 N3 N4 N5 N6

POLE 1 - 6.10a, t=0

σ_c^h	-7,85	-8,32	-7,97	-6,68	-5,99	-5,60	≤17MPa
σ_a^h	-180,60	-181,34	-184,02	-180,89	-183,39	-182,90	≤355MPa
σ_a^d	257,42	270,40	263,39	256,69	238,91	226,86	≤355MPa

POLE 1 - 6.10a, t=nekonečno

σ_c^h	-6,79	-7,51	-7,17	-5,90	-5,17	-4,78	≤17MPa
σ_a^h	-243,26	-242,89	-245,81	-242,07	-245,02	-245,83	≤355MPa
σ_a^d	256,73	268,34	261,78	255,75	237,77	227,04	≤355MPa

POLE 1 - 6.10b, t=0

σ_c^h	-10,08	-10,8309	-10,36	-8,43	-7,32	-6,62	≤17MPa
σ_a^h	-157,63	-158,74	-160,78	-156,13	-157,73	-156,93	≤355MPa
σ_a^d	298,46	318,76	308,09	285,90	255,85	234,69	≤355MPa

POLE 1 - 6.10b, t=nekonečno

σ_c^h	-9,09	-9,82	-9,36	-7,45	-6,31	-5,60	≤17MPa
σ_a^h	-218,84	-219,01	-221,25	-216,08	-218,07	-218,37	≤355MPa
σ_a^d	297,84	316,98	306,69	285,07	254,86	234,82	≤355MPa

MAXIMUM POLE 1

σ_c^h	-10,08	-10,83	-10,36	-8,43	-7,32	-6,62	$\leq 17 \text{ MPa}$
σ_a^h	-243,26	-242,89	-245,81	-242,07	-245,02	-245,83	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	298,46	318,76	308,09	285,90	255,85	234,82	$\leq 355 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

POLE 2 - 6.10a, t=0

σ_c^h	-8,33	-8,78	-8,46	-7,24	-6,65	-6,21	$\leq 17 \text{ MPa}$
σ_a^h	-148,56	-149,96	-151,09	-146,10	-146,95	-147,22	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	247,00	259,81	252,46	244,17	228,05	215,26	$\leq 355 \text{ MPa}$

POLE 2 - 6.10a, t=nekonečno

σ_c^h	-1,94	-2,36	-1,95	-0,87	-0,26	0,18	$\leq 17 \text{ MPa}$
σ_a^h	-199,60	-199,90	-201,15	-195,56	-196,84	-198,28	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	196,95	208,28	201,35	193,77	177,62	166,26	$\leq 355 \text{ MPa}$

POLE 2 - 6.10b, t=0

σ_c^h	-10,77	-11,42	-11,00	-9,21	-8,27	-7,51	$\leq 17 \text{ MPa}$
σ_a^h	-130,64	-132,21	-132,97	-126,74	-127,02	-126,87	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	296,18	314,51	304,19	283,05	256,74	234,70	$\leq 355 \text{ MPa}$

POLE 2 - 6.10b, t=nekonečno

σ_c^h	-4,45	-5,09	-4,58	-2,92	-1,96	-1,20	$\leq 17 \text{ MPa}$
σ_a^h	-180,31	-180,95	-181,80	-175,07	-175,71	-176,55	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	246,41	263,50	253,52	232,98	206,65	185,83	$\leq 355 \text{ MPa}$

MAXIMUM POLE 2

σ_c^h	-10,77	-11,42	-11,00	-9,21	-8,27	-7,51	$\leq 17 \text{ MPa}$
σ_a^h	-199,60	-199,90	-201,15	-195,56	-196,84	-198,28	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	296,18	314,51	304,19	283,05	256,74	234,70	$\leq 355 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

PODPORA 2 - 6.10a, t=0

σ_s^h	141,49	133,69	140,06	124,24	100,77	107,54	$\leq 500 \text{ MPa}$
σ_s^d	123,02	116,40	121,81	108,37	88,43	94,18	$\leq 500 \text{ MPa}$
σ_a^h	286,88	285,98	290,32	278,23	259,18	258,41	$\leq 355 \text{ MPa}$
σ_a^d	-244,24	-233,93	-241,91	-229,00	-206,55	-216,27	$\leq 355 \text{ MPa}$

PODPORA 2 - 6.10a, t=nekonečno

σ_s^h	115,97	108,35	114,46	97,62	74,68	81,34	≤500MPa
σ_s^d	95,06	88,58	93,78	79,47	59,98	65,64	≤500MPa
σ_a^h	257,71	246,85	255,07	242,32	220,74	231,19	≤355MPa
σ_a^d	-299,57	-289,41	-297,18	-283,42	-261,41	-271,04	≤355MPa

PODPORA 2 - 6.10b, t=0

σ_s^h	187,62	187,87	196,78	168,05	127,95	127,53	≤500MPa
σ_s^d	162,21	162,43	170,00	145,59	111,52	111,17	≤500MPa
σ_a^h	296,84	301,40	307,80	285,69	253,89	248,46	≤355MPa
σ_a^d	-262,62	-259,57	-269,26	-245,59	-209,77	-212,91	≤355MPa

PODPORA 2 - 6.10b, t=nekonečno

σ_s^h	161,39	161,79	170,49	140,88	101,23	100,73	≤500MPa
σ_s^d	133,65	133,99	141,38	116,23	82,54	82,11	≤500MPa
σ_a^h	267,12	263,22	272,92	250,24	216,29	220,40	≤355MPa
σ_a^d	-317,47	-314,55	-324,06	-299,67	-264,23	-267,29	≤355MPa

MAXIMUM PODPORA 2

σ_s^h	187,62	187,87	196,78	168,05	127,95	127,53	≤500MPa
σ_s^d	162,21	162,43	170,00	145,59	111,52	111,17	≤500MPa
σ_a^h	296,84	301,40	307,80	285,69	259,18	258,41	≤355MPa
σ_a^d	-317,47	-314,55	-324,06	-299,67	-264,23	-271,04	≤355MPa

VYHOVUJE

PODPORA 3 - 6.10a, t=0

σ_s^h	171,26	145,65	150,78	133,79	108,48	129,09	≤500MPa
σ_s^d	153,57	131,81	136,17	121,74	100,23	117,74	≤500MPa
σ_a^h	316,32	291,04	299,20	286,35	262,84	284,42	≤355MPa
σ_a^d	-270,22	-244,72	-252,23	-238,35	-214,31	-235,78	≤355MPa

PODPORA 3 - 6.10a, t=nekonečno

σ_s^h	126,25	100,46	104,84	88,00	63,43	83,79	≤500MPa
σ_s^d	109,05	87,14	90,86	76,55	55,68	72,98	≤500MPa
σ_a^h	272,04	246,62	254,21	241,46	218,53	239,92	≤355MPa
σ_a^d	-309,44	-283,80	-290,69	-276,92	-253,50	-274,76	≤355MPa

PODPORA 3 - 6.10b, t=0

σ_s^h	229,08	204,38	212,32	181,20	137,64	154,51	≤500MPa
σ_s^d	202,69	181,70	188,45	162,01	125,01	139,34	≤500MPa
σ_a^h	335,10	311,33	321,05	297,20	260,16	278,00	≤355MPa
σ_a^d	-298,12	-274,01	-283,37	-257,72	-218,98	-236,68	≤355MPa

PODPORA 3 - 6.10b, t=nekonečno

σ_s^h	183,77	158,91	166,22	135,22	92,30	108,95	≤500MPa
σ_s^d	157,92	136,80	143,01	116,68	80,21	94,36	≤500MPa
σ_a^h	290,59	266,70	275,93	186,55	215,62	233,30	≤355MPa
σ_a^d	-337,09	-312,86	-321,69	-296,14	-257,93	-275,46	≤355MPa

MAXIMUM PODPORA 3

σ_s^h	229,08	204,38	212,32	181,20	137,64	154,51	≤500MPa
σ_s^d	202,69	181,70	188,45	162,01	125,01	139,34	≤500MPa
σ_a^h	335,10	311,33	321,05	297,20	262,84	284,42	≤355MPa
σ_a^d	-337,09	-312,86	-321,69	-296,14	-257,93	-275,46	≤355MPa

VYHOVUJE

změna průřezu pole 1 P - 6.10a, t=0

σ_s^h	122,32	119,16	115,56	103,35	91,23	85,22	≤500MPa
σ_s^d	104,78	102,15	99,16	87,82	77,95	73,05	≤500MPa
σ_a^h	259,69	252,40	258,89	252,50	243,95	239,81	≤355MPa
σ_a^d	-238,98	-231,996	-234,9435	-258,33	-243,35	-236,02	≤355MPa

změna průřezu pole 1 P - 6.10a, t=nekonečno

σ_s^h	99,93	93,90	92,21	79,46	65,28	61,90	≤500MPa
σ_s^d	79,32	74,31	72,91	61,03	49,47	46,71	≤500MPa
σ_a^h	236,68	224,18	233,78	226,78	215,26	216,52	≤355MPa
σ_a^d	-283,54	-271,813	-281,37	-306,92	-293,02	-298,38	≤355MPa

změna průřezu pole 1 P - 6.10b, t=0

σ_s^h	165,04	162,81	159,83	138,96	116,64	138,96	≤500MPa
σ_s^d	140,26	138,41	135,93	116,70	98,52	87,76	≤500MPa
σ_a^h	267,21	261,35	248,14	252,36	236,41	227,05	≤355MPa
σ_a^d	-266,30	-260,84	-263,44	-282,87	-255,13	-238,78	≤355MPa

změna průřezu pole 1 P - 6.10b, t=nekonečno

σ_s^h	141,47	136,79	135,44	114,12	90,05	79,09	≤500MPa
σ_s^d	113,83	109,94	108,82	89,13	69,52	60,58	≤500MPa
σ_a^h	242,73	232,52	240,75	226,24	207,80	202,94	≤355MPa
σ_a^d	-303,14	-293,89	-303,91	-324,37	-299,97	-297,34	≤355MPa

MAXIMUM ZMĚNU PRŮŘEZU 1 P

σ_s^h	165,04	162,81	159,83	138,96	116,64	138,96	≤500MPa
σ_s^d	140,26	138,41	135,93	116,70	98,52	87,76	≤500MPa
σ_a^h	267,21	261,35	258,89	252,50	243,95	239,81	≤355MPa
σ_a^d	-303,14	-293,89	-303,91	-324,37	-299,97	-298,38	≤355MPa

VYHOVUJE

změna průřezu pole 2 L - 6.10a, t=0

σ_s^h	110,41	109,38	106,83	94,42	82,10	77,79	≤500MPa
σ_s^d	94,89	94,03	91,91	80,41	70,36	66,85	≤500MPa
σ_a^h	264,24	262,28	259,30	264,49	254,45	250,93	≤355MPa
σ_a^d	-236,26	-234,294	-230,7932	-264,66	-248,29	-242,55	≤355MPa

změna průřezu pole 2 L - 6.10a, t=nekonečno

σ_s^h	88,81	82,97	83,85	71,16	56,59	54,71	≤500MPa
σ_s^d	70,08	65,24	65,96	54,12	42,25	40,72	≤500MPa
σ_a^h	237,86	232,32	231,88	236,71	225,05	223,28	≤355MPa
σ_a^d	-296,83	-289,772	-289,90	-324,80	-305,62	-302,93	≤355MPa

změna průřezu pole 2 L - 6.10b, t=0

σ_s^h	145,82	147,13	145,40	125,70	102,90	90,97	≤500MPa
σ_s^d	124,30	125,38	123,95	105,90	87,32	77,60	≤500MPa
σ_a^h	264,29	264,26	262,05	258,63	241,19	232,23	≤355MPa
σ_a^d	-254,35	-255,00	-252,48	-279,70	-250,38	-235,17	≤355MPa

změna průřezu pole 2 L - 6.10b, t=nekonečno

σ_s^h	122,92	120,14	121,32	101,39	76,68	66,82	≤500MPa
σ_s^d	98,42	96,12	97,09	78,76	58,62	50,59	≤500MPa
σ_a^h	236,94	233,87	233,82	230,09	211,28	203,80	≤355MPa
σ_a^d	-313,54	-306,30	-310,43	-338,54	-306,83	-294,21	≤355MPa

MAXIMUM ZMĚNU PRŮŘEZU 2 L

σ_s^h	145,82	147,13	145,40	125,70	102,90	90,97	≤500MPa
σ_s^d	124,30	125,38	123,95	105,90	87,32	77,60	≤500MPa
σ_a^h	264,29	264,26	262,05	264,49	254,45	250,93	≤355MPa
σ_a^d	-313,54	-306,30	-310,43	-338,54	-306,83	-302,93	≤355MPa

VYHOVUJE

změna průřezu pole 2 P - 6.10a, t=0

σ_s^h	114,25	117,98	116,83	105,34	97,21	101,70	≤500MPa
σ_s^d	103,30	106,40	105,45	94,52	87,89	91,55	≤500MPa
σ_a^h	248,56	251,11	248,45	251,46	244,14	246,45	≤355MPa
σ_a^d	-223,46	-227,116	-224,5938	-253,91	-242,52	-247,29	≤355MPa

změna průřezu pole 2 P - 6.10a, t=nekonečno

σ_s^h	76,49	73,67	77,27	65,20	54,52	62,68	≤500MPa
σ_s^d	64,77	62,43	65,42	53,90	45,19	51,85	≤500MPa
σ_a^h	209,63	207,31	208,18	210,59	201,43	206,40	≤355MPa
σ_a^d	-270,74	-267,467	-269,97	-299,97	-285,39	-294,76	≤355MPa

změna průřezu pole 2 P - 6.10b, t=0

σ_s^h	153,50	159,84	159,57	140,99	123,61	123,15	≤500MPa
σ_s^d	135,91	141,17	140,95	123,58	109,41	109,03	≤500MPa
σ_a^h	254,98	259,54	257,79	252,61	238,82	227,32	≤355MPa
σ_a^d	-248,20	-254,67	-253,27	-277,67	-254,91	-253,61	≤355MPa

změna průřezu pole 2 P - 6.10b, t=nekonečno

σ_s^h	114,36	115,13	118,89	99,82	80,27	82,94	≤500MPa
σ_s^d	96,23	96,87	99,99	82,12	66,18	68,36	≤500MPa
σ_a^h	215,02	215,43	216,69	211,00	195,65	196,78	≤355MPa
σ_a^d	-294,02	-294,59	-297,46	-322,46	-296,97	-299,58	≤355MPa

MAXIMUM ZMĚNU PRŮŘEZU 2 P

σ_s^h	153,50	159,84	159,57	140,99	123,61	123,15	≤500MPa
σ_s^d	135,91	141,17	140,95	123,58	109,41	109,03	≤500MPa
σ_a^h	254,98	259,54	257,79	252,61	244,14	246,45	≤355MPa
σ_a^d	-294,02	-294,59	-297,46	-322,46	-296,97	-299,58	≤355MPa

VYHOVUJE

5.6.2 POSUDEK NA SMYK

Posudek na smyk a návrh příčných výztuh je proveden u nejvíce namáhaného nosníku N2 v místě změny průřezu a u podpory. Výpis vnitřních sil pro jednotlivé zatěžovací stavy z programu SCIA ENGINEER uveden v Příloze 3.

N2

Vz [kN]	POLE 1 P	PODP. 2	POLE 2 L	POLE 2 P	PODP. 3
betonáž 1	-366	368	341	-334	358
betonáž 2	-46	169	66	-62	178
udl (gr1 a)	-233	364	262	-255	370
ts (gr1 a)	-222	380	213	-220	513
udl (gr5)	-30	38	40	-36	35
ts (gr5)	-237	432	224	-220	504
ostatní stálé	-146	180	146	-142	186
pokles podpor	-7	12	9	-17	18
teplota	-8	35	8	-8	8
smršťování	-58	10	10	13	13

KOMBINACE

6.10a, t=0	-1118	1593	1120	-1111	1719
6.10a, t=nekonečno	-1185	1604	1131	-1096	1734
6.10b, t=0	-1269	1871	1292	-1283	2046
6.10b, t=nekonečno	-1335	1882	1303	-1268	2061
Max	-1335	1882	1303	-1283	2061

v místě podpory

$V_{s,d}$	2061 kN
-----------	---------

průřez s tuhými výztuhami

a	3000 mm
h_w	1530 mm
t	16 mm

$$k_t = 5,34 + 4 * \left(\frac{h_w}{a} \right)^2$$

$$k_t = 6,380$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \epsilon * \sqrt{k_t}}$$

$$\bar{\lambda}_w = 1,25$$

$$\bar{\lambda}_w \geq 1,08 \rightarrow \chi_w = 1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$$

$$\chi_w = 0,703$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{M1}}$$

$$V_{bw,Rd} = 3526 \text{ kN}$$

příspěvek pásnic $V_{bf,Rd}$ zanedbán

$$V_{bw,Rd} \geq V_{s,d}$$

$$3526 \geq$$

$$2061$$

VYHOVUJE

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_w * f_{yw} d}{\sqrt{3}}$$

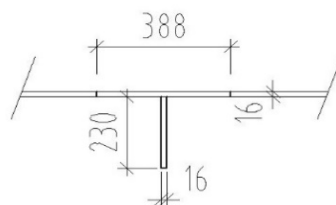
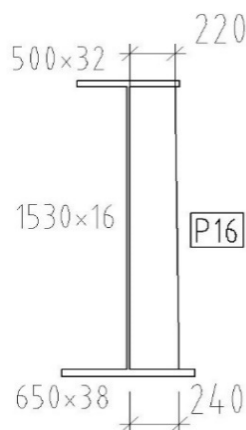
$$V_{pl,Rd} = 5017 \text{ kN}$$

$$0,5 * V_{pl,Rd} \geq V_{s,d}$$

$$2509 \geq$$

$$2061$$

VYHOVUJE



POŽADAVEK NA PŘÍČNÉ VÝZTUHY

$$a/h_w = 1,96$$

$$a/h_w \geq \sqrt{3} \rightarrow$$

$$a/h_w \geq \sqrt{3} \rightarrow I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t^3$$

Do průřezu výztuhy se započítá i část stojiny o šířce $30 \cdot \epsilon \cdot t = 30 \cdot 0,81 \cdot 16 = 388$

$$I_{st} = 51309 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$51309 \cdot 10^3 \geq 4700 \cdot 10^3$$

VYHOVUJE

v místě změny průřezu

$V_{s,d}$	-1335	kN
-----------	-------	----

průřez s tuhými výztuhami

a	3000	mm
h_w	1562	mm
t	13	mm

$$k\tau = 5,34 + 4 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2$$

$$k_\tau = 6,424$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}$$

$$\bar{\lambda}_w = 1,56$$

$$\bar{\lambda}_w \geq 1,08 \rightarrow \chi_w = 1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$$

$$\chi_w = 0,605$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$$V_{bw,Rd} = 2518 \text{ kN}$$

příspěvek pásnic $V_{bf,Rd}$ zanedbán

$$V_{bw,Rd} \geq V_{s,d}$$

$$2518 \geq$$

$$1335 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_w \cdot f_{ywd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,Rd} = 4162 \text{ kN}$$

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} \geq V_{s,d}$$

$$2081 \geq$$

$$1335 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

POŽADAVEK NA PŘÍČNÉ VÝZTUHY

$$a/h_w = 1,92$$

$$a/h_w \geq \sqrt{2} \rightarrow$$

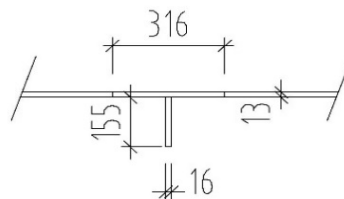
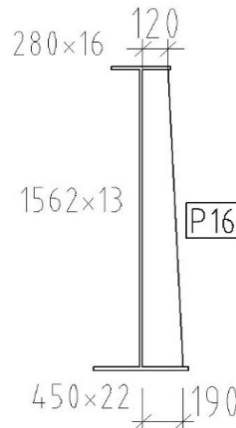
$$a/h_w \geq \sqrt{2} \rightarrow I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t^3$$

Do průřezu výztuhy se započítá i část stojiny o šířce $30 \cdot \epsilon \cdot t = 30 \cdot 0,81 \cdot 13 = 316$

$$I_{st} = 15935 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$15935 \cdot 10^3 \geq 2574 \cdot 10^3$$

VYHOVUJE



5.6.3 POSOUZENÍ PŘÍČNÍKŮ

5.6.3.1 PODPOROVÝ PŘÍČNÍK (PILÍŘOVÝ)

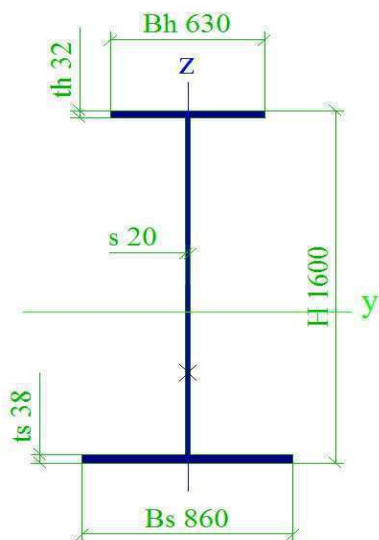
je posuzován příčník pod podporou č. 3, největší vnitřní síly jsou ve střední části nosníku nad ložiskem.

$$M_y = -4822 \text{ kNm}$$

$$V_z = 3870 \text{ kN}$$

$$N = -482 \text{ kN}$$

NAVRŽENÝ PRŮŘEZ



I_y	0,038	m^4
A	0,0834	m^2
z_h	0,92	m
z_d	0,68	m
S_{yh}	0,0182	m^3
S_{yd}	0,0216	m^3

URČENÍ TŘÍDY PRŮŘEZU

dolní pásnice:

$$b/t = 430/38 = 11,32 \leq 14 * \epsilon = 11,34$$

stojina:

$$b/t = 1530/20 = 76,5 \leq 124 * \epsilon = 100$$

3. třída průřezu

POSOUZENÍ NA OHYB

$$\sigma_h = \frac{M_y}{I_y} * z_h - \frac{N}{A} = \frac{4822 * 10^3}{0,038} * 0,92 - \frac{482 * 10^3}{0,0834} = 116,7 - 5,8 = 110,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = -\frac{M_y}{I_y} * z_d - \frac{N}{A} = -\frac{4822 * 10^3}{0,038} * 0,68 - \frac{482 * 10^3}{0,0834} = -86,29 - 5,8 = -92,09 \text{ MPa}$$

NAPĚTÍ V HORNÍCH VLÁKNECH STOJINY

$$\sigma_{h,w} = \frac{M_y}{I_y} * (z_h - t_h) - \frac{N}{A} = \frac{4822 * 10^3}{0,038} * (0,92 - 0,032) - \frac{482 * 10^3}{0,0834} = 112,7 - 5,6 = 107,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = -\frac{M_y}{I_y} * (z_d - t_d) - \frac{N}{A} = -\frac{4822 * 10^3}{0,038} * (0,68 - 0,038) - \frac{482 * 10^3}{0,0834} = -81,47 - 5,6 = -87,1 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ NA SMYK

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{1530}{20} = 76,5 \geq \frac{72}{\eta} * \epsilon = \frac{72}{1,2} * 0,81 = 48,6$$

je nutné posuzovat na únosnost při boulení ve smyku

PLASTICKÁ SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{1530 * 20 * \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,0} = 6272 \text{ kN}$$

$$V_z = 3870 \text{ kN} \geq 0,5 * V_{pl,Rd} = 3136 \text{ kN}$$

použije se redukováaná mez kluzu

$$\rho = \left(\frac{2 * V_{ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = \left(\frac{2 * 3870}{6272} - 1\right)^2 = 0,055$$

REDUKOVANÁ MEZ KLUZU

$$f_y * (1 - \rho) = 355 * (1 - 0,055) = 335,5 \text{ MPa}$$

POSUDEK NA OHYB

$$\sigma_h = 110,9 \text{ MPa} \leq 333,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = -92,09 \text{ MPa} \leq 335,5 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

VYHOVUJE

Pro výpočet s vlivem boulení ve smyku je stojina uvažována jako stěna bez výztuh (vliv výztuh pro přenos kontaktního napětí nad ložiskem je zanedbán).

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \varepsilon} = \frac{1530}{86,4 \cdot 20 \cdot 0,81} = 1,093$$

$$\chi_w = 0,83 / \overline{\lambda}_w = 0,83 / 1,093 = 0,76$$

$$V_{b,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{0,76 \cdot 355 \cdot 1530 \cdot 20}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 4767 \text{ kN}$$

$$V_{b,Rd} = 4767 \text{ kN} \geq V_z = 3870 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$\tau_{ed,h} = \frac{V_z \cdot S_{yh}}{I_y \cdot b} = \frac{3870 \cdot 10^3 \cdot 0,0182}{0,038 \cdot 0,02} = 92,68 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ed,d} = \frac{V_z \cdot S_{yd}}{I_y \cdot b} = \frac{3870 \cdot 10^3 \cdot 0,0216}{0,038 \cdot 0,02} = 109,9 \text{ MPa}$$

SROVNÁVACÍ NAPĚTÍ

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_w^2 + 3 \cdot \tau_{ed}^2}$$

$$\sigma_{s,h} = \sqrt{107,1^2 + 3 \cdot 92,68^2} = 192,97 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\sigma_{s,d} = \sqrt{87,1^2 + 3 \cdot 109,9^2} = 209,3 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

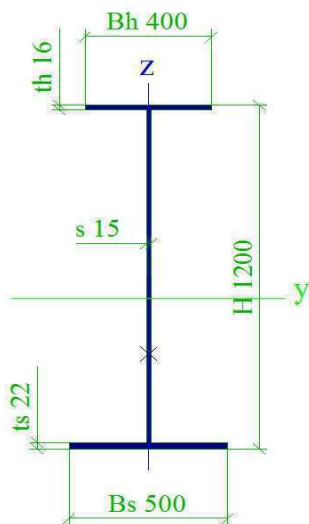
5.6.3.2 PODPOROVÝ PŘÍČNÍK (OPĚROVÝ)

$M_y = -1461 \text{ kNm}$

$V_z = 1234 \text{ kN}$

$N = -146 \text{ kN}$

NAVRŽENÝ PRŮŘEZ



I_y	0,00782	m^4
A	0,0348	m^2
z_h	0,676	m
z_d	0,524	m
S_{yh}	0,0043	m^3
S_{yd}	0,0056	m^3

URČENÍ TŘÍDY PRŮŘEZU

dolní pásnice:

$$b/t = 250/22 = 11,3 \leq 14 \cdot \varepsilon = 11,34$$

stojina:

$$b/t = 1162/15 = 77,5 \leq 124 \cdot \varepsilon = 100$$

3. třída průřezu

POSOUZENÍ NA OHYB

$$\sigma_h = \frac{M_y}{I_y} \cdot z_h - \frac{N}{A} = \frac{1461 \cdot 10^3}{0,00782} \cdot 0,676 - \frac{146 \cdot 10^3}{0,0348} = 126,29 - 4,19 = 122,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = -\frac{M_y}{I_y} \cdot z_d - \frac{N}{A} = -\frac{1461 \cdot 10^3}{0,00782} \cdot 0,524 - \frac{146 \cdot 10^3}{0,0348} = -97,90 - 4,19 = -102,09 \text{ MPa}$$

NAPĚTÍ V HORNÍCH VLÁKNECH STOJINY

$$\sigma_{h,w} = \frac{M_y}{I_y} \cdot (z_h - t_h) - \frac{N}{A} = \frac{1461 \cdot 10^3}{0,00782} \cdot (0,676 - 0,016) - \frac{146 \cdot 10^3}{0,0325} = 123,31 - 4,19 = 119,12 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = -\frac{M_y}{I_y} \cdot (z_d - t_d) - \frac{N}{A} = -\frac{1461 \cdot 10^3}{0,00782} \cdot (0,524 - 0,022) - \frac{146 \cdot 10^3}{0,0325} = -93,79 - 4,19 = -97,98 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ NA SMYK

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{1162}{15} = 77,5 \geq \frac{72}{\eta} * \varepsilon = \frac{72}{1,2} * 0,81 = 48,6$$

je nutné posuzovat na únosnost při boulení ve smyku

PLASTICKÁ SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (\frac{f_v}{\sqrt{3}})}{\gamma_{M0}} = \frac{1162 * 15 * (\frac{355}{\sqrt{3}})}{1,0} = 3572 \text{ kN}$$

$$V_z = 1234 \text{ kN} \leq 0,5 * V_{pl,Rd} = 1786 \text{ kN}$$

Pro výpočet s vlivem boulení ve smyku je stojina uvažována jako stěna bez výztuh (vliv výztuh pro přenos kontaktního napětí nad ložiskem je zanedbán).

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 * t * \varepsilon} = \frac{1162}{86,4 * 15 * 0,81} = 1,1$$

$$\chi_w = 0,83 / \overline{\lambda}_w = 0,83 / 1,1 = 0,75$$

$$V_{b,Rd} = \frac{\chi_w * f_{ywd} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{M1}} = \frac{0,75 * 355 * 1162 * 15}{\sqrt{3} * 1,0} = 2679 \text{ kN}$$

$$V_{b,Rd} = 2679 \text{ kN} \geq V_z = 1234 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$\tau_{ed,h} = \frac{V_z * S_{yh}}{I_y * b} = \frac{1234 * 10^3 * 0,0043}{0,00782 * 0,015} = 45,24 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ed,d} = \frac{V_z * S_{yd}}{I_y * b} = \frac{1234 * 10^3 * 0,0056}{0,00782 * 0,015} = 58,91 \text{ MPa}$$

SROVNÁVACÍ NAPĚTÍ

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_w^2 + 3 * \tau_{ed}^2}$$

$$\sigma_{s,h} = \sqrt{119,12^2 + 3 * 45,24^2} = 142,58 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\sigma_{s,d} = \sqrt{97,98^2 + 3 * 58,91^2} = 141,46 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

5.6.4 KLOPENÍ NOSNÍKU

V montážní fázi (fáze 2) je nutno ocelový nespřažený nosník posoudit z hlediska klopení. Montážní ztužení je navrženo po 12 m a jako zatížení je uvažována vlastní tíha ocelových nosníků a tíha mokrého betonu. Posouzen je průřez P2 (náchylnější ke klopení).

$$q_k = 2,72 \cdot 0,3 \cdot 25 + 0,032064 \cdot 78,5 = 22,9 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 22,9 \cdot 1,35 = 30,9 \text{ kN/m}$$

$$M = 1/8 \cdot q \cdot L^2 = 1/8 \cdot 30,9 \cdot 12^2 = 556 \text{ kNm}$$

$$L_z = L_w = 12 \text{ m}$$

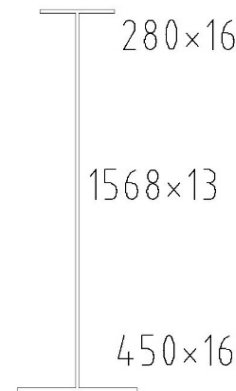
Průřezové charakteristiky:

$$I_w = 5,923 \cdot 10^{-5} \text{ m}^6$$

$$e_z = 0,867 \text{ m}$$

$$I_z = 1,5106 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_t = 2,0703 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$



$$c_1 = 1,132$$

$$c_2 = 0,33$$

posuzovaný ocelový průřez

$$h/b = 1600/450 = 3,55; \text{ svařovaný průřez} \rightarrow \text{křivka klopení d} \rightarrow \alpha_{LT} = 0,76$$

$$W_{el,y} = 1,31 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L_z^2} \left[\sqrt{\left(\frac{L_z}{L_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_z^2 G I_t}{\pi^2 E I_z}} + (C_2 \cdot e_z) \right] + C_2 \cdot e_z$$

$$M_{cr} = 1120 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT \text{ s pruhem}} = \sqrt{\frac{W_{el,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,31 \cdot 10^{-2} \cdot 355 \cdot 10^6}{1120 \cdot 10^3}} = 2,04$$

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\lambda_{LT \text{ s pruhem}} - 0,2) + \lambda_{LT \text{ s pruhem}}^2]$$

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (2,04 - 0,2) + 2,04^2] = 3,28$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \lambda_{LT \text{ s pruhem}}^2}} = \frac{1}{3,28 + \sqrt{3,28^2 - 2,04^2}} = 0,17$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{ed}$$

$$M_{b,Rd} = 0,17 \cdot \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 1,31 \cdot 10^{-2}}{1,0} = 790,5 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 556 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

5.7 POUZENÍ NA 2. MS

5.7.1 PRŮHYBY

Výpis deformací pro jednotlivé zatěžovací stavy (pro nosník N1) je uveden v příloze 3. VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER.

POLE 1	N1	N2	N3	N4	N5	N6
betonáž 1	42	43	43	46	46	46
betonáž 2	0	0	0	0	0	0
udl (gr1 a)	20	20	20	18	16	14
ts (gr1 a)	16	16	14	10	5	2
udl (gr5)	2	3	3	3	2	1
ts (gr15)	20	20	15	10	6	1
ost. Stálé (t=0)	8	8	8	8	8	9
ost. Stálé (t=nek.)	10	9	9	10	10	10
smršťování	10	10	10	11	11	11

Celkový průhyb od stálého zatížení

t=0	50	51	51	54	54	55
t=nekonečno	62	62	62	67	67	67

Teoretické nadvýšení

t=0	59	60	60	61	59	59
t=nekonečno	71	71	71	74	72	71

VÝROBNÍ NADVÝŠENÍ	80	80	80	80	80	80
--------------------------	----	----	----	----	----	----

POSOUZENÍ NA 2. MS

zatížení od dopravy	36	36	34	28	21	16
max pruhyb L/300	113	113	113	113	113	113
VYHOVUJE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO

POLE 2	N1	N2	N3	N4	N5	N6
betonáž 1	42	45	45	48	48	47
betonáž 2	3	3	3	3	3	3
udl (gr1 a)	33	32	32	30	27	34
ts (gr1 a)	21	21	19	14	10	5
udl (gr5)	4	4	5	5	4	3
ts (gr15)	26	26	22	16	10	6
ost. Stálé (t=0)	11	11	11	11	11	12
ost. Stálé (t=nek.)	12	12	12	12	12	13
smršťování	0	0	0	0	0	0

Celkový průhyb od stálého zatížení

t=0	56	59	59	62	62	62
t=nekonečno	57	60	60	63	63	63

Teoretické nadvýšení

t=0	70	72	72	73	71	72
t=nekonečno	71	73	73	74	72	73

VÝROBNÍ NADVÝŠENÍ	85	85	85	85	85	85
--------------------------	----	----	----	----	----	----

POSOUZENÍ NA 2. MS

zatížení od dopravy	54	53	51	44	37	39
max pruhyb L/300	143	143	143	143	143	143
VYHOVUJE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO

5.7.2 KONTROLA ŠÍŘKY TRHLIN

U vnitřních podpor je nutno zajistit, aby šířka trhlin v betonové desce nebyla větší než $w_k=0,3$ mm.

návrh: pruty o průměru 18 mm po 150 mm

napětí v kvazistálé kombinaci:

σ_s^h	121	MPa
σ_s^d	100	MPa
σ_{se}	110,5	MPa průměrná hodnota

u spřažených nosníků, v jejichž betonové desce se předpokládají trhliny a jež není předepnuta, se napětí ve výztuži v důsledku tahového zpevnění betonu mezi trhlínami zvětší o hodnotu $\Delta\sigma_s$.

$$\sigma_s = \sigma_{se} + \Delta\sigma_s$$

$$\Delta\sigma_s = \frac{0,4 * f_{ctm}}{\alpha_{st} * \rho_s}$$

$$\Delta\sigma_s = \frac{0,4 * 2,9}{1,49 * 0,0113} = 68,90 \text{ MPa}$$

$$\text{stupeň vyztužení } \rho = A_s / A_{ct} = 9180 / (300 * 2720) = 0,0113$$

$$\alpha_{st} = \frac{A * I}{A_a * I_a} = \frac{(65180 + 9180) * 37890}{65180 * 28997} = 1,49$$

$$\sigma_s = \sigma_{se} + \Delta\sigma_s = 110,5 + 68,90 = 179,4 \text{ MPa}$$

pro dané napětí je dle normy požadovaná maximální vzdálenost pro šířku trhliny $w_k=0,3$ mm prutů 275 mm. Původní návrh z toho hlediska vyhovuje.

MINIMÁLNÍ VÝZTUŽ

pro největší průměr prutů výztuže musí platit:

$$\rho_s \geq \frac{k_s * k_c * k * f_{ctm}}{\sigma_s}$$

$k=0,8$ součinitel zohledňující účinek nerovnoměrně rozdělených rovnovážných napětí

$k_s=0,9$ součinitel zohledňující účinek redukce normálové síly v betonové desce v důsledku počátečních trhlin a místního prokluzu smykového spojení

$$k_c = \frac{1}{1 + h_c / (2z_0)} + 0,3 \leq 1$$

$$k_c = \frac{1}{1 + 300 / (2 * 398)} + 0,3 = 1,026 \rightarrow \text{uvažuji hodnotu } 1,0$$

$\sigma_s = 230$ Mpa pro průměr 18 mm (dle ČSN EN 1994-2)

$$\rho_s = \frac{0,9 * 1,0 * 0,8 * 2,9}{230} = 0,0091$$

$$\rho = 0,013 \geq \rho_s = 0,0091$$

VYHOVUJE

5.8 SPŘAŽENÍ

použity spřahovací trny o průměru 19 mm s pevností $f_u=340$ MPa. Trny jsou přivařeny k horní pásnici ocelového nosníku

Charakteristická únosnost trnu

$$\text{smyk: } P_{Rk} = 0,8 * f_u * \frac{\pi * d^2}{4} = 0,8 * 340 * \frac{\pi * 19^2}{4} = 77,12 \text{ kN}$$

$$\text{otlačení: } P_{Rk} = 0,29 * d^2 * \sqrt{f_{ck} * E_{cm}} = 0,29 * 19^2 * \sqrt{30 * 32000} = 102,57$$

rozhodující hodnota $P_{Rk}=77,12$ kN

Návrhová únosnost jednoho trnu

$$\text{mezní stav únosnosti: } P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_v} = \frac{77,12}{1,25} = 61,70 \text{ kN}$$

$$\text{mezní stav použitelnosti: } 0,6 * P_{Rk} = 0,6 * 77,12 = 46,27 \text{ kN}$$

spřažení rozděleno na 2 úseky

ÚSEK A: Nosník v poli (v místě změny průřezu)

Navrženy 3 trny s podélnou roztečí 180 mm

Charakteristická hodnota posouvající síly: $V_{sk}=1086$ kN

Návrhová hodnota posouvající síly: $V_{sd}=1335$ kN

Posouzení v mezním stavu použitelnosti

$$V_I = V_{sk} \frac{S_i}{I_i} = 1086 * 10^3 * \frac{\frac{2720*300}{6,6} * (379-150)}{44832 * 10^6} = 685,84 \text{ kN/m}$$

únosnost na 1 m délky

$$V_{Rk} = \frac{1000}{180} * 3 * P_{Rk} = \frac{1000}{180} * 3 * 46,27 = 771,17 \text{ kN}$$

$$V_{Rk} = 771,17 \text{ kN} \geq V_I = 685,84 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Posouzení v mezním stavu únosnosti

$$V_I = V_{sd} \frac{S_i}{I_i} = 1335 * 10^3 * \frac{\frac{2720*300}{6,6} * (379-150)}{44832 * 10^6} = 843,09 \text{ kN/m}$$

únosnost na 1 m délky

$$V_{Rd} = \frac{1000}{180} * 3 * P_{Rd} = \frac{1000}{180} * 3 * 61,70 = 1028,33 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1028,33 \text{ kN} \geq V_I = 843,09 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

ÚSEK B: Nosník nad podporou

Navrženy 3 trny s podélnou roztečí 140 mm

Charakteristická hodnota posouvající síly: $V_{sk}=1644$ kN

Návrhová hodnota posouvající síly: $V_{sd}=2061$ kN

Posouzení v mezním stavu použitelnosti

$$V_I = V_{sk} \frac{S_i}{I_i} = 1644 * 10^3 * \frac{\frac{2720*300}{6,6} * (506-150)}{77715 * 10^6} = 931 \text{ kN/m}$$

únosnost na 1 m délky

$$V_{Rk} = \frac{1000}{140} * 3 * PRk = \frac{1000}{140} * 3 * 46,27 = 991,5 \text{ kN}$$

$$V_{Rk} = 991,5 \text{ kN} \geq V_l = 931 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Posouzení v mezním stavu únosnosti

$$V_l = V_{sd} \frac{S}{I_i} = 2061 * 10^3 * \frac{\frac{2720 * 300}{6,6} * (506 - 150)}{77715 * 10^6} = 1167,3 \text{ kN/m}$$

únosnost na 1 m délky

$$V_{Rd} = \frac{1000}{140} * 3 * PRd = \frac{1000}{140} * 3 * 61,70 = 1322,1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1322,1 \text{ kN} \geq V_l = 1167,3 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

POSUDEK SPŘAŽENÍ NA ÚNAVU

Při posouzení byl uvažován Model zatížení na únavu 3 (model jednotlivého vozidla), který je tvořen čtyřnápravovým vozidlem o nápravové síle 120 kN pohybujícím se v zatěžovacím pruhu 1.

součinitel ekvivalentního poškození $\lambda_v = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$

součinitel λ_v určen dle normy ČSN EN 1993-2

λ_1 součinitel účinků poškození od dopravy

$$\lambda_1 = 1,55$$

λ_2 součinitel objemu dopravy

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} = \frac{300}{480} * \left(\frac{1 * 10^6}{0,5 * 10^6} \right)^{1/5} = 0,718$$

Q_{m1} průměrná celková hmotnost (kN) nákladních vozidel v pravém jízdním pruhu

$$Q_{m1} = \left(\frac{\sum n_i Q_i^5}{\sum n_i} \right)^{1/5} = \left(\frac{1 * 10^6 * 300^5}{1 * 10^6} \right)^{1/5} = 300 \text{ kN}$$

n_i počet nákladních vozidel o celkové hmotnosti Q_i v pravém jízdním pruhu

Q_i celková hmotnost i-tého nákladního vozidla v kN v pravém jízdním pruhu

N_{obs} počet nákladních vozidel v pravém jízdním pruhu za rok

$$Q = 480 \text{ kN}$$

$$N_0 = 0,5 * 10^6$$

λ_3 součinitel návrhové životnosti mostu

$$\lambda_3 = \left(\frac{t_{LD}}{100} \right)^{1/5} = 1$$

t_{LD} návrhová životnost mostu

λ_4 součinitel vlivu dopravy v dalších jízdních pruzích

předpokládá se, že se těžká doprava bude vyskytovat pouze v pravém jízdním pruhu

$$\lambda_4 = 1,0$$

$$\lambda_v = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 = 1,55 * 0,718 * 1 * 1 = 1,11$$

NÁVRHOVÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA

$$V_{z,max}=247\text{ kN}$$

$$V_{z,min}=-10\text{ kN}$$

$$V=V_{z,max}-V_{z,min}=247+10=257\text{ kN}$$

$$V_I=V_{I_i} = 257 * 10^3 * \frac{\frac{2720*300}{6,6}*(506-150)}{77715*10^6}=146\text{ kN/m}$$

$$\Delta\tau = \frac{V_I*4}{\pi*d^2} * \frac{s_l}{1000*4} = \frac{146*4}{\pi*19^2} * \frac{140}{1000*4}=18,02\text{ MPa}$$

EKVIVALENTNÍ ROZKMIT NAPĚTÍ PRO 2 MILIONY CYKLŮ

$$\Delta\tau_{E2} = \lambda * \Phi_2 * \Delta\tau = 1,11 * 1,0 * 18,02 = 20,0\text{ MPa}$$

$$\Phi_2=1,0 \quad \text{dynamický součinitel pro mosty pozemních staveb}$$

$$\frac{\gamma_{Ff} * \Delta\tau_{E2}}{\Delta\tau_c / \gamma_{Mfs}} = \frac{1,0 * 20,0}{90/1,0} = 0,22 \leq 1,0$$

VYHOVUJE

5.9 KRČNÍ SVARY

vztahy použité pro určení napětí:

$$\text{smykové napětí: } \tau = \frac{V_{sd} * S_y}{I_y * 2 * a}$$

$$\tau_{celkové} = \tau_a + \tau_{SP}$$

srovnávací napětí:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau_{celkové}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 * 1,25} = 453\text{ MPa}$$

KRČNÍ SVAR NAD PODPOROU

K posouzení byl vybrán průřez nad podporou č. 3

Minimální tloušťka svaru:

$$a_{min} = \max(0,7 * \sqrt[3]{t_1 * t_2}; \sqrt{t_{max}} - 0,5)$$

$$a_{min} = 6\text{ mm}$$

$$a = 7\text{ mm}$$

$$\sigma = 337,09\text{ MPa} \quad \text{normálové napětí od namáhání ohybovým momentem}$$

$$V_{sd,a} = 829\text{ kN} \quad \text{posouvající síla působící pouze na ocelový nosník}$$

$$V_{sd,sp} = 1232\text{ kN} \quad \text{posouvající síla působící na sprážený nosník}$$

napětí v krčním svaru u dolní pásnice:

$$\tau_{d,a} = \frac{829*10^3*16,77*10^6}{28997*10^6*2*7}=34,3\text{ MPa}$$

$$\tau_{d,a} = \frac{1232*10^3*33,96*10^6}{77715*10^6*2*7}=38,5\text{ MPa}$$

$$\tau_{celkové} = 34,3 + 38,5 = 72,8\text{ MPa}$$

$$\sigma_c = \sqrt{337,09^2 + 3 * 72,8^2} = 360\text{ MPa} \leq 453\text{ MPa}$$

VYHOVUJE

KRČNÍ SVAR V POLI

v místě změny průřezu (2L)

Minimální tloušťka svaru:

$$a_{min} = \max(0,7 * \sqrt[3]{t_1 * t_2}; \sqrt{t_{max}} - 0,5)$$

$$a_{min} = 4,7\text{ mm}$$

$$a = 5\text{ mm}$$

$\sigma = 313,54 \text{ MPa}$ normálové napětí od namáhání ohybovým momentem
 $V_{sd,a} = 635 \text{ kN}$ posouvající síla působící pouze na ocelový nosník
 $V_{sd,sp} = 668 \text{ kN}$ posouvající síla působící na sprážený nosník
 napětí v krčném svaru u dolní pásnice:

$$\tau_{d,a} = \frac{635 \cdot 10^3 \cdot 6,613 \cdot 10^6}{12593 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 5} = 33,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,a} = \frac{668 \cdot 10^3 \cdot 14,95 \cdot 10^6}{44833 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 5} = 22,3 \text{ MPa}$$

$$\tau_{celkové} = 33,4 + 22,3 = 55,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = \sqrt{313,54^2 + 3 \cdot 55,7^2} = 319 \text{ MPa} \leq 453 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU NA ÚNAVU

Posouzen bude koutový svar příčné výztuhy k dolní pásnici v poli 1.

Součinitel ekvivalentního poškození

součinitel ekvivalentního poškození $\lambda_v = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$

součinitel λ_v určen dle normy ČSN EN 1993-2

$$\lambda_1 = 2,55 - 0,7 \cdot \frac{L - 10}{70} = 2,55 - 0,7 \cdot \frac{34 - 10}{70} = 2,31$$

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \cdot \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} = \frac{300}{480} \cdot \left(\frac{1 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} \right)^{1/5} = 0,718$$

$$\lambda_3 = \left(\frac{t_{LD}}{100} \right)^{1/5} = 1$$

$$\lambda_4 = 1,0$$

$$\lambda = 2,31 \cdot 0,718 \cdot 1 \cdot 1 = 1,65$$

$$\sigma_{p,max} = \frac{M_{max}}{I_i} \cdot z d = \frac{890 \cdot 10^3}{44832 \cdot 10^6} \cdot (1,521 - 0,022) = 29,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,max} = \frac{M_{min}}{I_i} \cdot z d = \frac{-250 \cdot 10^3}{44832 \cdot 10^6} \cdot (1,521 - 0,022) = -8,36 \text{ MPa}$$

Referenční rozkmit napětí

$$\Delta \sigma_p = \sigma_{p,max} - \sigma_{p,min} = 29,8 + 8,36 = 38,16$$

Ekvivalentní rozkmit napětí

$$\Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta \sigma_p = 1,65 \cdot 1,00 \cdot 38,16 = 62,96 \text{ MPa}$$

únavová pevnost (kategorie 80)

$$\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2}}{\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}} = \frac{1,0 \cdot 62,96}{80 / 1,15} = 0,91 \leq 1,0$$

VYHOVUJE

5.10 LOŽISKA, DILATACE KONSTRUKCE

DILATACE OD TEPLoty

Montážní teplota: $T_0 = 10^\circ\text{C}$
Maximální teplota vzduchu ve stínu: $T_{e,\max} = 37^\circ\text{C}$
Minimální teplota vzduchu: $T_{e,\min} = -35^\circ\text{C}$

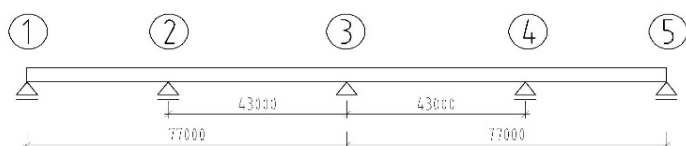
$\Delta T_{N,\text{con}}$ zkrácení: $10 - (-35) = 45^\circ\text{C}$

$\Delta T_{N,\text{exp}}$ prodloužení: $37 - 10 = 27^\circ\text{C}$

hodnoty uvažované pro stanovení dilatace:

$(\Delta T_{N,\text{con}} + 20) = 65^\circ\text{C}$

$(\Delta T_{N,\text{exp}} + 20) = 47^\circ\text{C}$



Řada ložisek	1	2	3	4	5	
vzdálenost od pevné podpory	77	43	0	43	77	m
zkrácení od teploty	60	34	-	34	60	mm
prodloužení od teploty	43	24	-	24	43	mm
celková dilatace od teploty	103	58	-	58	103	mm
dilatace od smršťování	14	8	-	8	14	mm
Celková dilatace	124	70	-	70	124	mm

SVISLÉ REAKCE	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
betonáž 1	443	859	443	1154	2239	1154	1103	2141	1103
betonáž 2	3	4	3	481	903	481	528	993	528
zbytek stálého	233	361	233	715	1175	715	741	1229	741
UDL (gr1a)	346	598	201	968	1807	538	1017	1839	539
UDL (gr1a) neg.	-75	-104	-42	-69	-127	-59	-116	-174	-62
TS (gr1a)	407	604	0	400	628	0	400	628	0
TS (gr1a) neg.	-62	-51	0	-33	-66	-31	-61	-55	8
UDL (gr5)	30	107	15	60	458	241	83	345	36
UDL (gr5) neg.	-9	-14	-6	-8	-15	-7	-14	-21	-7
TS (gr5)	496	573	0	557	681	0	557	681	0
TS (gr5) neg.	-79	-60	0	-39	-78	-38	-79	-64	0
pokles	20	35	20	29	61	29	58	122	58
pokles neg.	-12	-18	-6	-51	-100	-40	-43	-82	-33
Teplota (pozitivní)	48	100	48	-62	-113	-63	21	41	23
Teplota (negativní)	-12	-26	-13	16	30	16	-6	-11	-6
Smršťování	-93	-196	-94	121	222	123	-44	-80	-44

CHARAKT. MAX	1500	2561	948	3884	7065	3056	3868	6993	2992
CHARAKT. MIN	425	829	524	2334	4276	2359	2102	3961	2235

6.10a max	1589	2729	1098	4297	7813	3662	4262	7739	3601
6.10b max	1869	3170	1124	4740	8614	3622	4741	8557	3557

6.10a min	678	1269	765	2970	5441	2993	2957	5516	3071
6.10b min	459	920	594	2427	4442	2458	2363	4473	2544
TYP LOŽISKA	C	B	C	B	A	B	B	A	B

Ložiska byly rozděleny na 3 typy podle velikosti svislého zatížení.

VODOROVNÁ R, y	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Příčný vítr	0	97	0	0	205	0	0	244	0
Třecí síla v lož.	75	128	47	194	353	153	193	350	150
Celková reakce	93	304	56	237	738	181	237	794	178

Celková reakce uvedena v návrhové hodnotě.

VODOROVNÁ R, x	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Brzdné a rozj. síly	0	0	0	0	0	0	166,2	166,2	166,2
Podélný vítr	0	0	0	0	0	0	71	71	71
Třecí síla v lož.	75	128	47	194	353	153	193	350	150
Celková reakce	93	158	56	237	431	181	550	741	491

Celková reakce uvedena v návrhové hodnotě.

POŽADAVKY NA LOŽISKA - TYP A

Max. vertikální síla (návrhová h.)	8614	kN
Min. vertikální síla (návrhová h.)	4442	kN
Max. horizontální podélná síla	741	kN
Max. horizontální příčná síla	794	kN
Pohyb v ose mostu (osa x)	0;70	mm
Přednastavení ložiska v ose x	-	mm
pohyb v příčné ose	-	mm
pootočení	10	mrad

POŽADAVKY NA LOŽISKA - TYP B

Max. vertikální síla (návrhová h.)	4741	kN
Min. vertikální síla (návrhová h.)	920	kN
Max. horizontální podélná síla	550	kN
Max. horizontální příčná síla	304	kN
Pohyb v ose mostu (osa x)	0;70;124	mm
Přednastavení ložiska v ose x	0	mm
pohyb v příčné ose	0;20	mm
pootočení	10	mrad

POŽADAVKY NA LOŽISKA - TYP C

Max. vertikální síla (návrhová h.)	1869	kN
Min. vertikální síla (návrhová h.)	459	kN
Max. horizontální podélná síla	93	kN
Max. horizontální příčná síla	93	kN
Pohyb v ose mostu (osa x)	124	mm
Přednastavení ložiska v ose x	0	mm
pohyb v příčné ose	20	mm
pootočení	10	mrad

POSOUZENÍ PODPOROVÝCH VÝZTUH

Posouzení podporových výztuh pod ložiskem 3B

$$R_{z,d,max} = 8557 \text{ kN}$$

$$\text{Kontakt plocha ložiska: } A = 4 \cdot 20 \cdot 240 + 2 \cdot 20 \cdot 305 + 20 \cdot 630 = 44000 \text{ mm}^2$$

KONTAKTNÍ NAPĚTÍ

$$\sigma_d = \frac{R_{z,d,max}}{A} = \frac{8557 \cdot 10^3}{44000 \cdot 10^{-6}} = 194,48 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = 194,48 \leq 355 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Posouzení podporových výztuh pod ložiskem 3A

$$R_{z,d,max} = 4741 \text{ kN}$$

$$\text{Kontakt plocha ložiska: } A = 2 \cdot 142 \cdot 20 + 16 \cdot 400 = 14080 \text{ mm}^2$$

KONTAKTNÍ NAPĚTÍ

$$\sigma_d = \frac{R_{z,d,max}}{A} = \frac{4741 \cdot 10^3}{14080 \cdot 10^{-6}} = 337 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = 337 \leq 355 \text{ MPa}$$

Posouzení podporových výztuh pod ložiskem 1A

$$R_{z,d,max} = 1869 \text{ kN}$$

$$\text{Kontakt plocha ložiska: } A = 15 \cdot 194 + 20 \cdot 194 + 13 \cdot 400 = 11990 \text{ mm}^2$$

KONTAKTNÍ NAPĚTÍ

$$\sigma_d = \frac{R_{z,d,max}}{A} = \frac{1869 \cdot 10^3}{11990 \cdot 10^{-6}} = 156 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = 156 \leq 355 \text{ MPa}$$

POSUDEK ŠROUBOVÉHO SPOJE U LOŽISKA 3 B

6 ŠROUBŮ M 30 10.9

$R_y = 794 \text{ kN}$ reakce na ložisko v příčném směru

$R_x = 741 \text{ kN}$ reakce na ložisko v podélném směru

$$F = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 1086 \text{ kN}$$

$$\text{na 1 šroub: } F/6 = 1086/6 = 181 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST VE STŘIHU:

$f_{ub} = 1000 \text{ MPa}$ jmenovitá hodnota meze pevnosti šroubu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 \cdot 1000 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,0152}{1,25} = 282,74 \text{ kN} \geq 181$$

VYHOVUJE

ÚNOSNOST V OTLAČENÍ

$f_u = 510 \text{ MPa}$ jmenovitá hodnota meze pevnosti připojovaného prvku

$t = 38 \text{ mm}$ tloušťka připojovaného prvku

$d = 30 \text{ mm}$ průměr šroubu

$$\alpha_b = 1,0$$

$$k_1 = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 510 \cdot 10^6 \cdot 0,03 \cdot 0,038}{1,25} = 1162,8 \text{ kN} \geq 181 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH SILNIČNÍHO SPŘAŽENÉHO MOSTU NA OBCHVATU BYTOMI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ČÁST III: VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER

Obsah

1	POROVNÁNÍ VARIANT	5
1.1	PROSTÝ NOSNÍK.....	5
1.1.1	montážní zatížení.....	5
1.1.2	My, montážní zatížení	5
1.1.3	zbytek stálého zatížení	5
1.1.4	My, zbytek stálého zatížení	5
1.1.5	zatížení od dvojnáprav; max L/2.....	6
1.1.6	My, zatížení od dvojnáprav; max L/2	6
1.1.7	zatížení od dvonáprav; max x=10m.....	6
1.1.8	My, zatížení od dvojnáprav; max x=10m.....	6
1.1.9	od rovnoměrného zatížení dopravou; q=9kN/m2.....	7
1.1.10	My, od rovnoměrného zatížení dopravou+ q=9kN/m2.....	7
1.1.11	od rovnoměrného zatížení dopravou; q=6kN/m2.....	7
1.1.12	My; od rovnoměrného zatížení dopravou; q=6kN/m2	7
1.1.13	od rovnoměrného zatížení dopravou; q=3kN/m2.....	7
1.1.14	My; od rovnoměrného zatížení dopravou; q=3kN/m2	8
1.1.15	zatížení na chodníku	8
1.1.16	My; zatížení na chodníku.....	8
1.1.17	průhyb, zatížení na chodníku.....	8
1.1.18	průhyb, montážní zatížení.....	8
1.1.19	průhyb; zbytek stálého zatížení.....	8
1.1.20	průhyb; zatížení od dvojnáprav	9
1.1.21	průhyb; od rovnoměrného zatížení dopravou; q=9kN/m2	9
1.1.22	průhyb; od rovnoměrného zatížení dopravou; q=6kN/m2	9
1.1.23	průhyb; od rovnoměrného zatížení dopravou; q=3kN/m2	9
1.2	SPOJITÝ NOSNÍK.....	10
1.2.1	montážní zatížení.....	10
1.2.2	montážní zatížení; My	10
1.2.3	montážní zatížení; Vz.....	10
1.2.4	montážní zatížení; Rz.....	11
1.2.5	zbytek stálého zatížení	11
1.2.6	zbytek stálého zatížení; My	11
1.2.7	zbytek stálého zatížení; Vz.....	11

1.2.8	zbytek stálého zatížení; R_z	12
1.2.9	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max pole	12
1.2.10	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max pole; M_y	12
1.2.11	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max pole; V_z	13
1.2.12	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max pole; R_z	13
1.2.13	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 2	13
1.2.14	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 2; M_y	14
1.2.15	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 2; V_z	14
1.2.16	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 2; R_z	14
1.2.17	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 3	15
1.2.18	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 3; M_y	15
1.2.19	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 3; V_z	15
1.2.20	rovnomerne pohyblive 9kN/m^2 ; max podpora č. 3; R_z	15
1.2.21	zatížení od dvojnáprav; max M_y	16
1.2.22	zatížení od dvojnáprav; min M_y	16
1.2.23	zatížení od dvojnáprav; R_z	16
1.2.24	Deformace od montážního zatížení	17
1.2.25	Deformace od zbytku stálého zatížení	17
1.2.26	Deformace od UDL 9kN/m^2	17
1.2.27	Deformace od UDL 6kN/m^2	18
1.2.28	Deformace od UDL 3kN/m^2	18
1.2.29	Deformace od zatížení na chodníku	18
1.2.30	Deformace od TS	19
2	PODROBNÉ ŘEŠENÍ VARIANTY SE SPOJITÝM NOSNÍKEM	20
2.1	ÚVOD	20
2.2	OHYBOVÉ MOMENTY	20
2.2.1	BETONÁŽ 1, M_y	20
2.2.2	BETONÁŽ 2, M_y	20
2.2.3	UDL (Gr1a) – max pole 1 a pole 2, M_y	21
2.2.4	UDL (Gr1a) – max podpora 2, M_y	21
2.2.5	UDL (Gr1a) – max podpora 3, M_y	21
2.2.6	TS (Gr1a) – max pole 1, M_y	21
2.2.7	TS (Gr1a) – max pole 2, M_y	22
2.2.8	TS (Gr1a) – max podpora 2, M_y	22

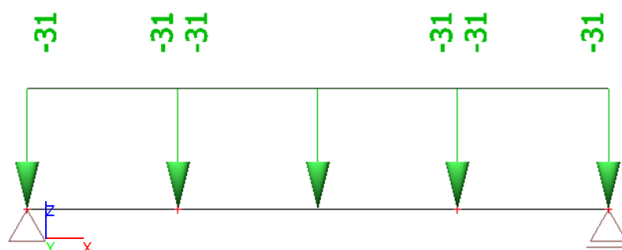
2.2.9	TS (Gr1a) – max podpora 3, My.....	22
2.2.10	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ (krátkodobé), My.....	22
2.2.11	POKLES PODPORY 2 a 4, My	23
2.2.12	POKLES PODPORY 3, My.....	23
2.2.13	UDL (Gr5) – max pole 1 a pole 2, My.....	23
2.2.14	UDL (Gr5) – max podpora 2, My.....	23
2.2.15	UDL (Gr5) – max podpora 3, My.....	24
2.2.16	TS (Gr5) – max pole 1, My	24
2.2.17	TS (Gr5) – max pole 2, My	24
2.2.18	TS (Gr5) – max podpora 2, My.....	24
2.2.19	TS (Gr5) – max podpora 3, My.....	25
2.3	POSOUVAJÍCÍ SÍLY	25
2.3.1	BETONÁŽ 1, Vz.....	25
2.3.2	BETONÁŽ 2, Vz.....	25
2.3.3	UDL (Gr1a) – max podpora 2, Vz	26
2.3.4	TS (Gr1a) – max podpora 2, Vz	26
2.3.5	UDL (Gr1a) – max podpora 3, Vz	26
2.3.6	TS (Gr1a) – max podpora 3, Vz	26
2.3.7	UDL (Gr5) – max podpora 2, Vz	27
2.3.8	TS (Gr5) – max podpora 2, Vz	27
2.3.9	UDL (Gr5) – max podpora 3, Vz	27
2.3.10	TS (Gr5) – max podpora 3, Vz	27
2.3.11	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ, Vz.....	28
2.3.12	POKLES PODPORY 2 a 4, Vz	28
2.3.12	POKLES PODPORY 2 a 4, Vz	28
2.3.13	POKLES PODPORY 3, Vz	28
2.3.14	SMRŠŤOVÁNÍ, Vz	28
2.4	DEFORMACE	29
2.4.1	BETONÁŽ 1, uz [mm]	29
2.4.2	BETONÁŽ 2, uz [mm]	29
2.4.3	UDL (Gr1a) – max pole 1 a pole 2, uz [mm].....	29
2.4.4	TS (Gr1a) – max pole 1, uz [mm]	29
2.4.5	TS (Gr1a) – max pole 2, uz [mm]	30

2.4.6	TS (Gr5) – max pole 1, uz [mm]	30
2.4.7	UDL (Gr5) – max pole 1 a pole 2, uz [mm]	30
2.4.8	TS (Gr5) – max pole 2, uz [mm]	30
2.4.9	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ (krátkodobé), uz [mm]	31
2.4.10	SMRŠŤOVÁNÍ, uz [mm].....	31
2.5	REAKCE	31
2.5.1	BETONÁŽ 1, ...	31
2.5.2	BETONÁŽ 2, ...	31
2.5.3	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	32
2.5.4	UDL (GR1a) - max podpora 2.....	32
2.5.5	UDL (GR1a) - max podpora 3.....	32
2.5.6	UDL (GR5) - max podpora 2.....	33
2.5.7	UDL (GR5) - max podpora 3.....	33
2.5.8	POKLES PODPOR 2 A 4.....	33
2.5.9	POKLES PODPOR 3.....	34
2.5.10	TEPLOTA POZITIVNÍ	34
2.5.11	TEPLOTA NEGATIVNÍ	34
2.5.12	SMŠŤOVÁNÍ	35

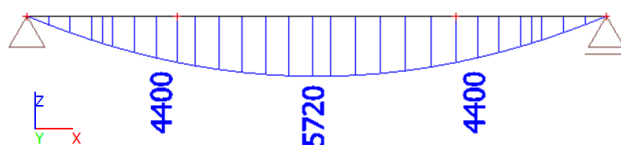
1. POROVNÁNÍ VARIANT

1.1. PROSTÝ NOSNÍK

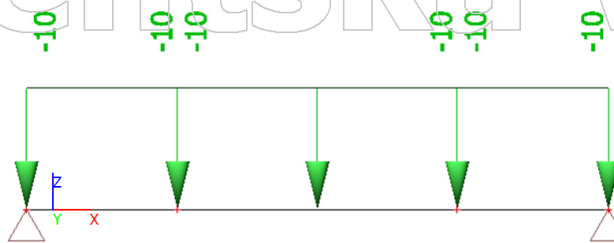
1.1.1. montážní zatížení



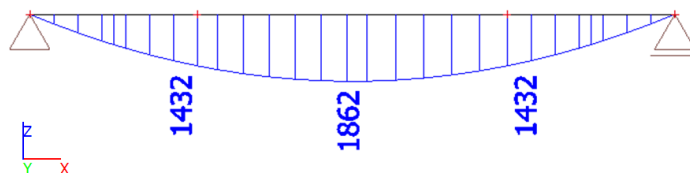
1.1.2. M_y ; montážní zatížení



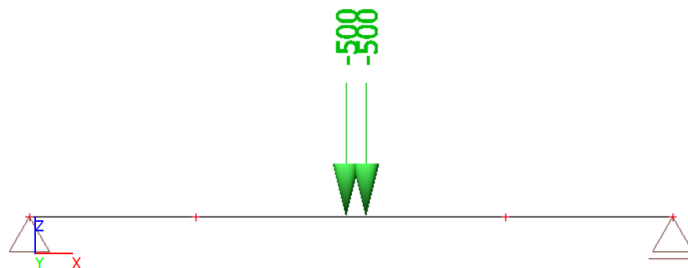
1.1.3. zbytek stálého zatížení



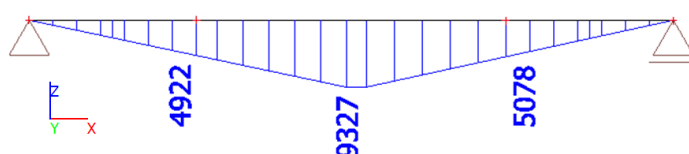
1.1.4. M_y , zbytek stálého zatížení



1.1.5. zatížení od dvojnáprav; max L/2



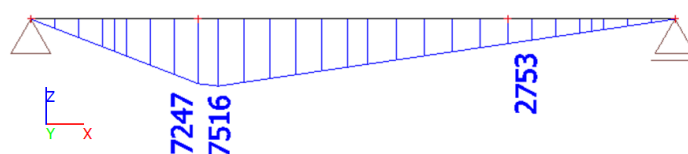
1.1.6. My, zatížení od dvojnáprav; max L/2



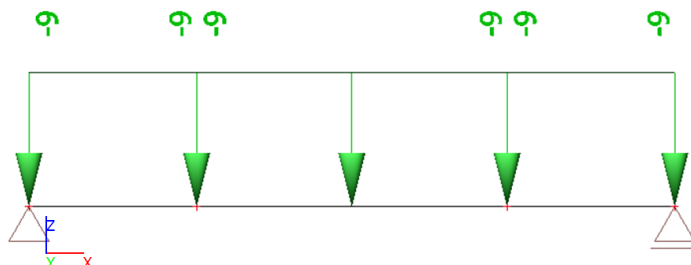
1.1.7. zatížení od dvojnáprav; max x=10m



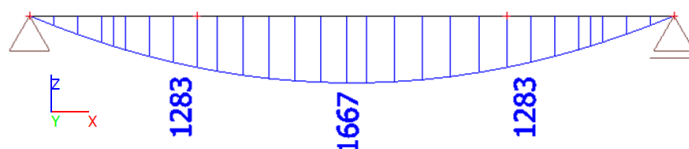
1.1.8. My, zatížení od dvojnáprav; max x=10m



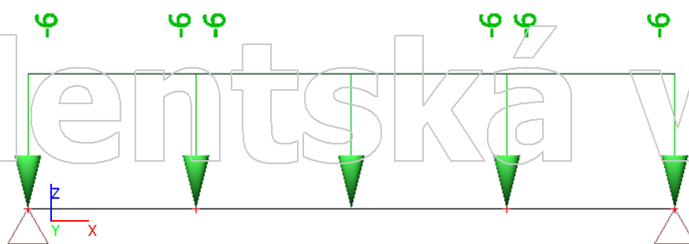
1.1.9. od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=9\text{kN/m}^2$



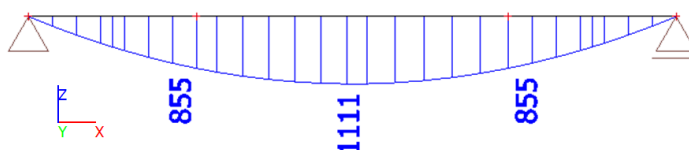
1.1.10. M_y ; od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=9\text{kN/m}^2$



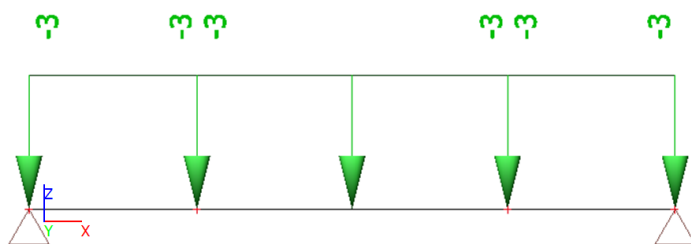
1.1.11. od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=6\text{kN/m}^2$



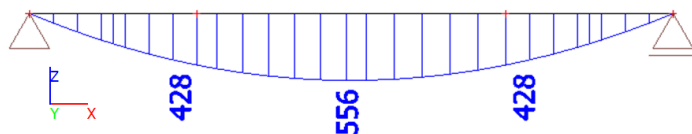
1.1.12. M_y ; od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=6\text{kN/m}^2$



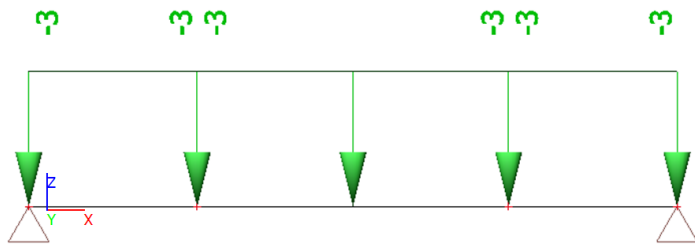
1.1.13. od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=3\text{kN/m}^2$



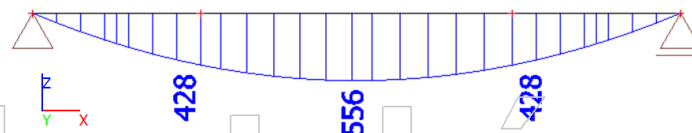
1.1.14. M_y ; od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=3\text{kN/m}^2$



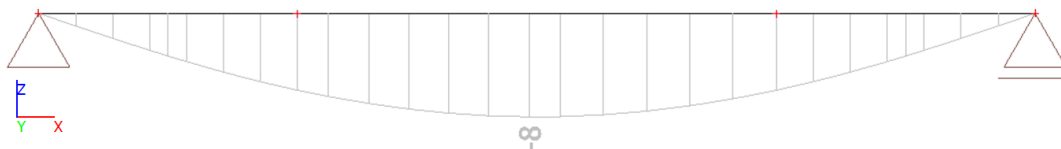
1.1.15. zatížení na chodníku



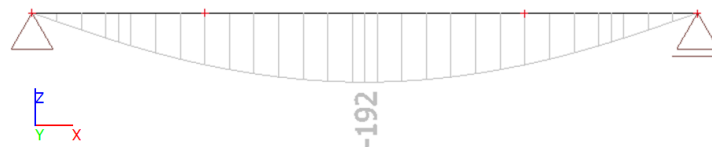
1.1.16. M_y ; zatížení na chodníku



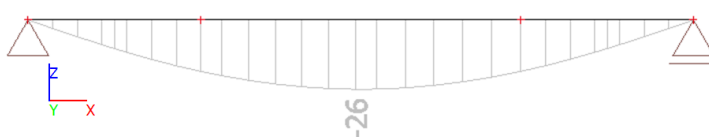
1.1.17. průhyb; zatížení na chodníku



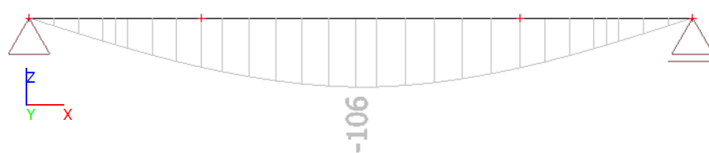
1.1.18. průhyb; montážní zatížení



1.1.19. průhyb; zbytek stálého zatížení

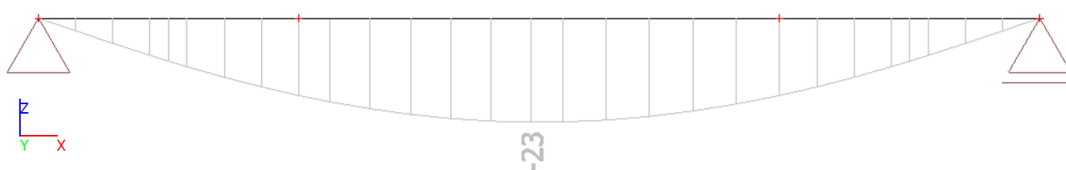


1.1.20. průhyb; zatížení od dvojnáprav



Průhyb: $106 \cdot 0,327 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

1.1.21. průhyb; od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=9\text{kN/m}^2$



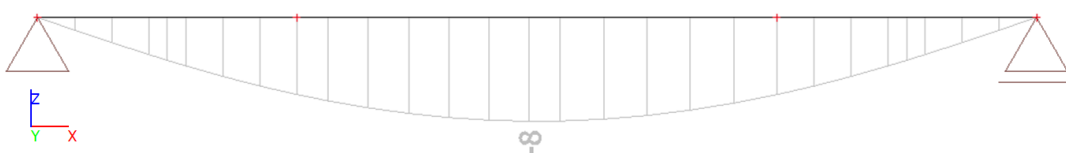
Průhyb: $23 \cdot 1,17 \text{ mm} = 27 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

1.1.22. průhyb; od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=6\text{kN/m}^2$



Průhyb: $15 \cdot 0,7 \text{ mm} = 11 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

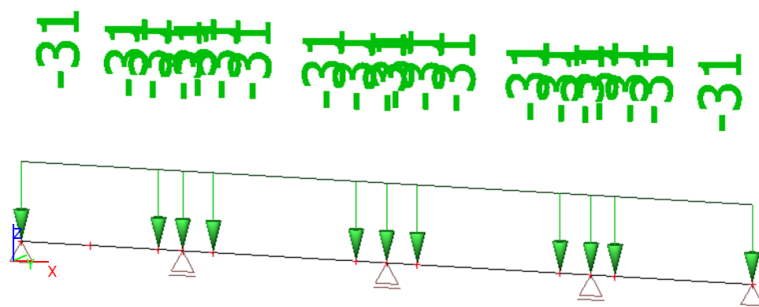
1.1.23. průhyb; od rovnoměrného zatížení dopravou; $q=3\text{kN/m}^2$



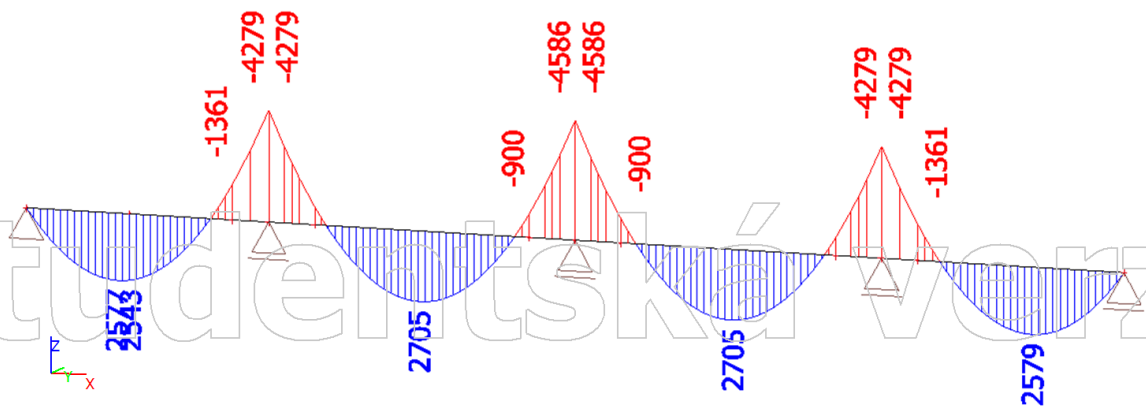
Průhyb: $8 \cdot 0,203 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

1.2 SPOJITÝ NOSNÍK

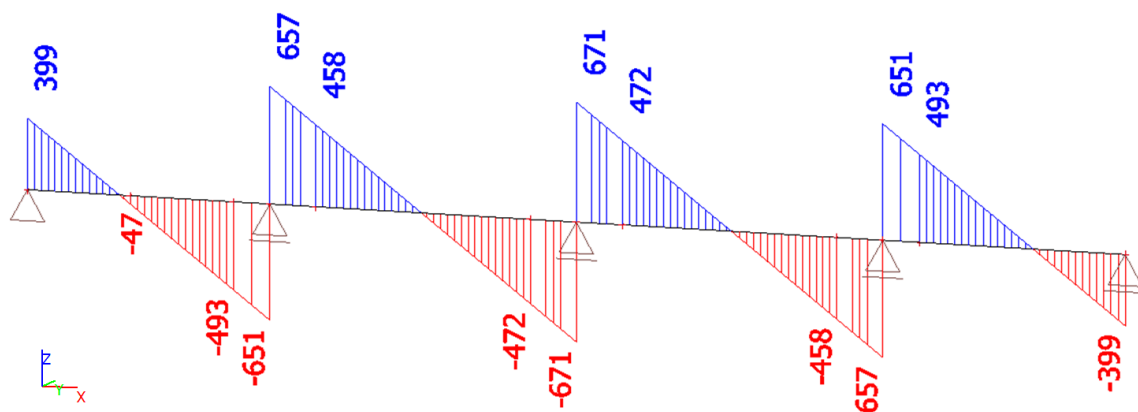
1.2.1 montážní zatížení



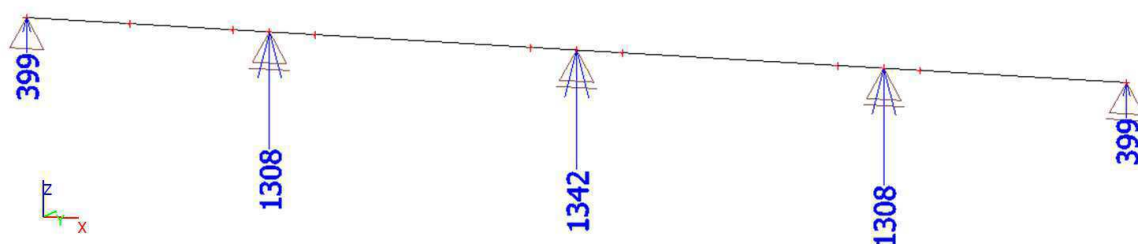
1.2.2 montážní zatížení, M_y



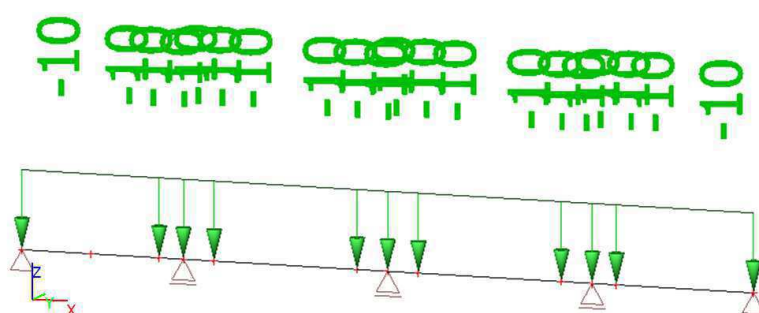
1.2.3 montážní zatížení, V_z



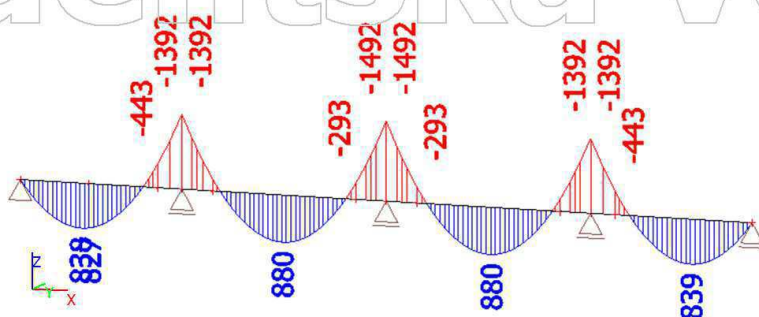
1.2.4 montážní zatížení, R_z



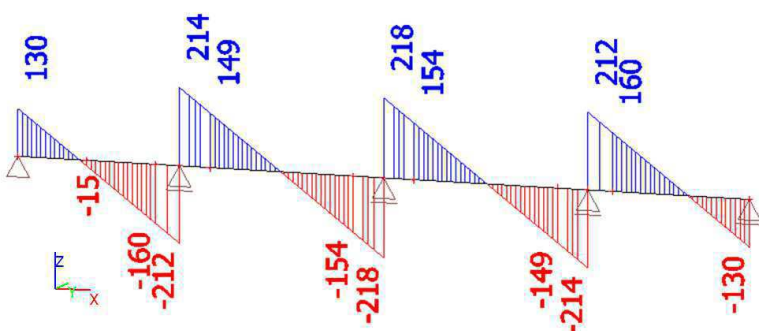
1.2.5 zbytek stálého zatížení



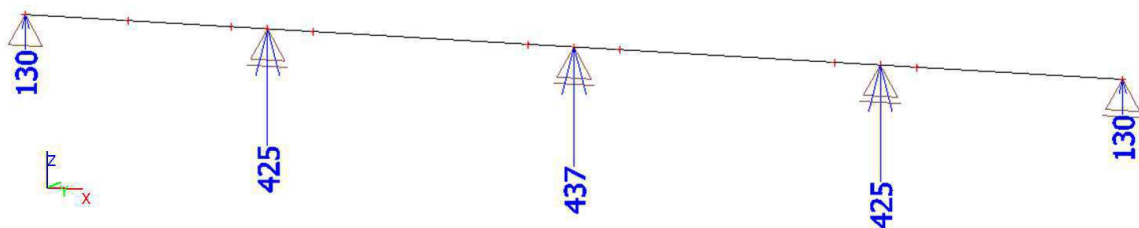
1.2.6 zbytek stálého zatížení, M_y



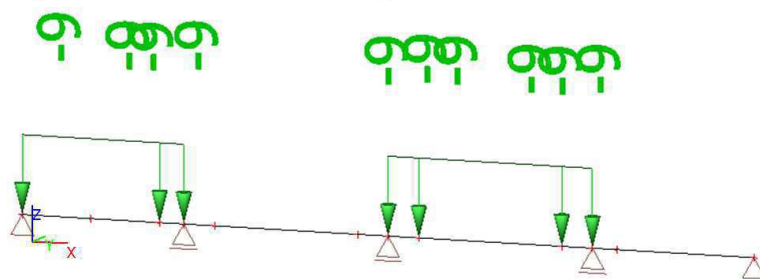
1.2.7 zbytek stálého zatížení, V_z



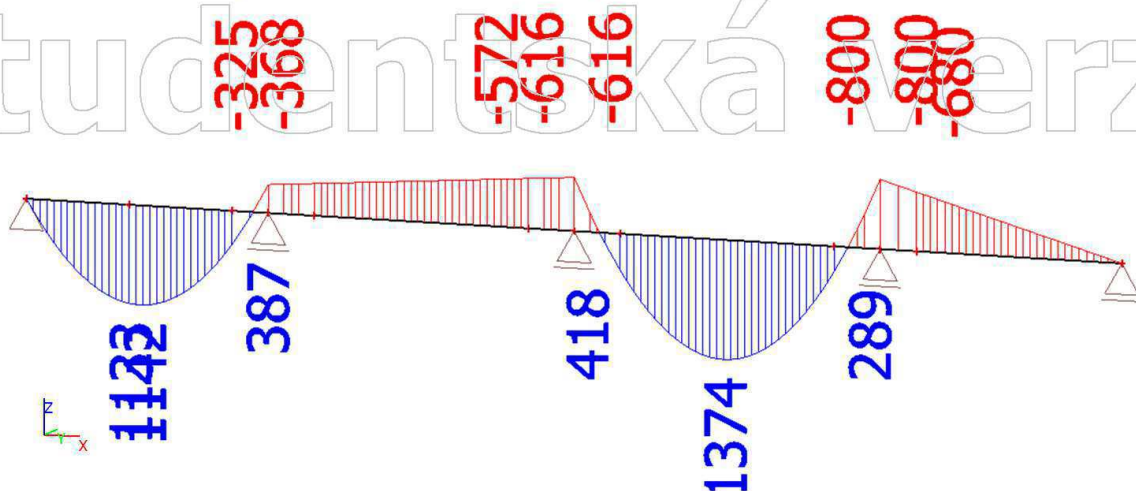
1.2.8 zbytek stálého zatížení; R_z



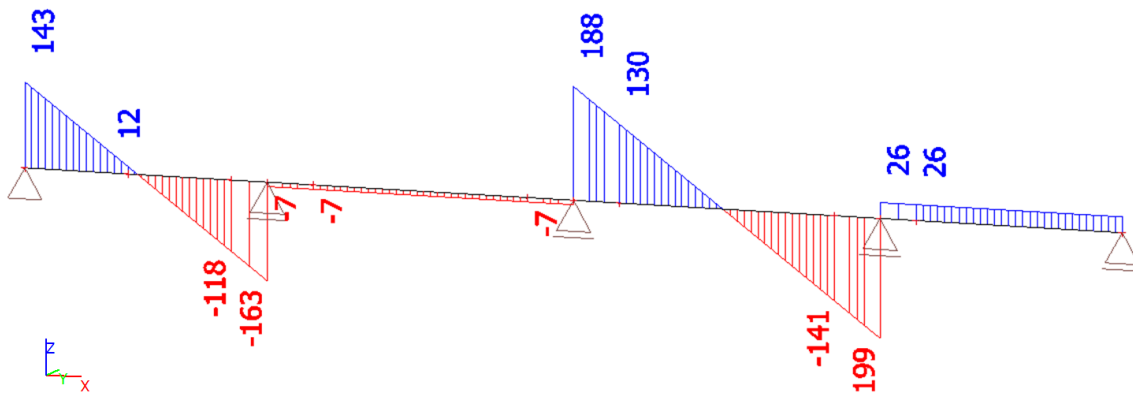
1.2.9 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max pole



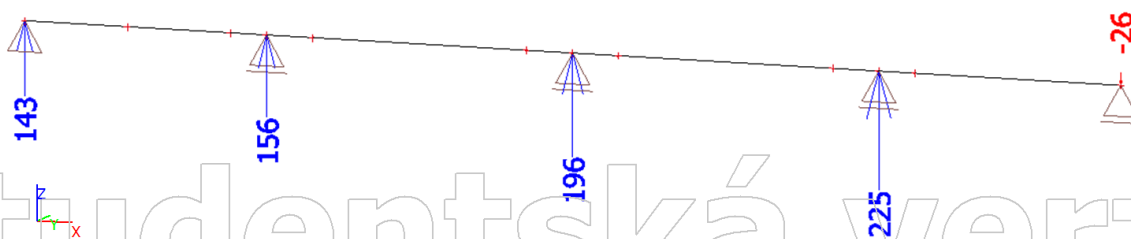
1.2.10 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max pole , M_y



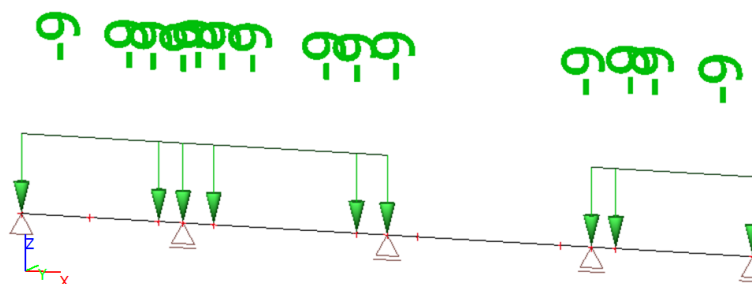
1.2.11 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max pole , Vz



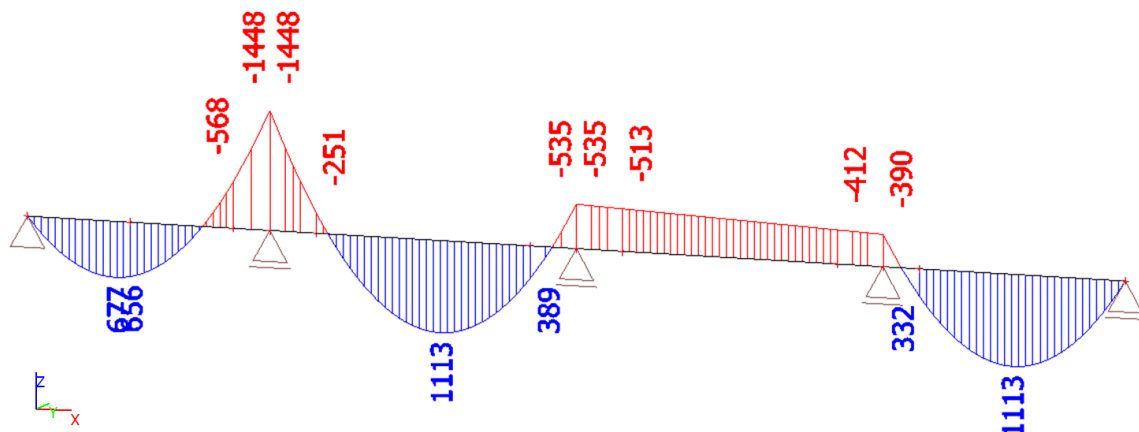
1.2.12 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max pole ; Rz



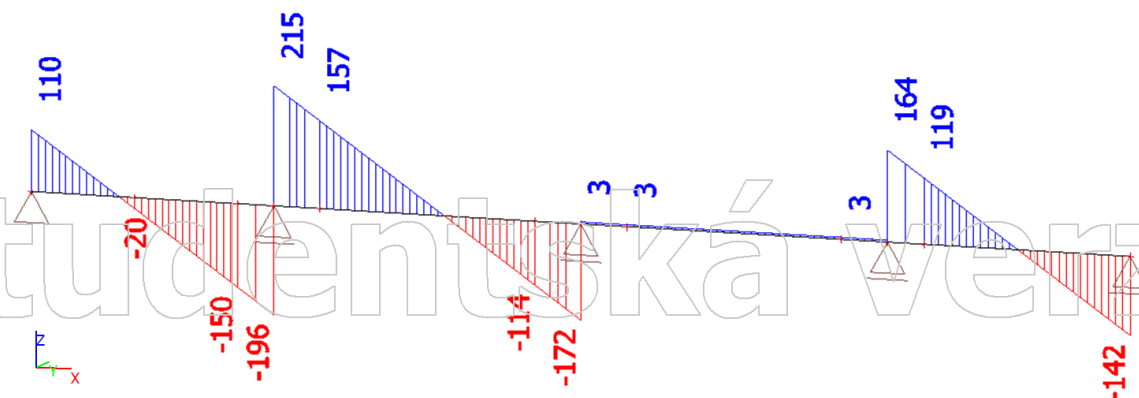
1.2.13 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 2



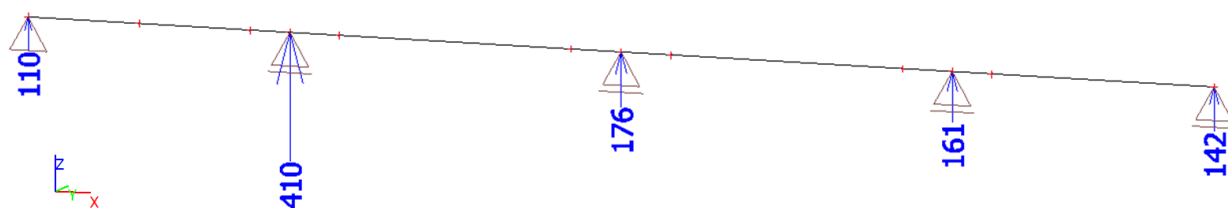
1.2.14 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 2; My



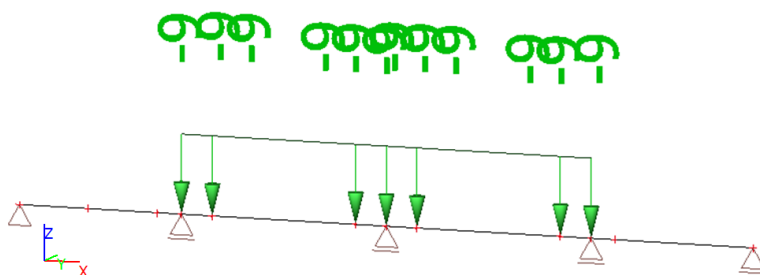
1.2.15 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 2; Vz



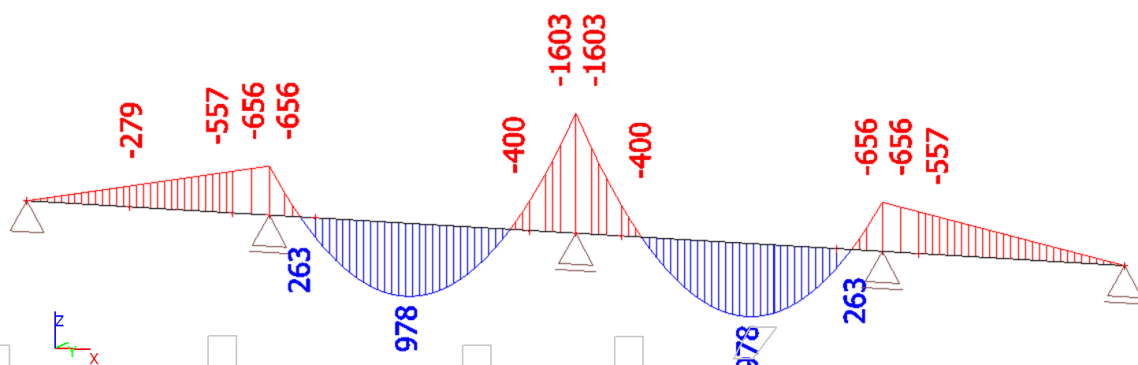
1.2.16 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 2; Rz



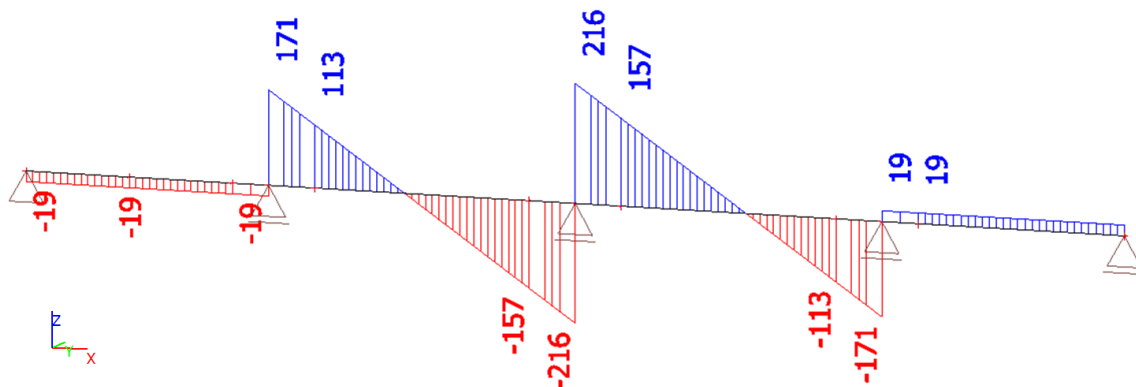
1.2.17 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 3



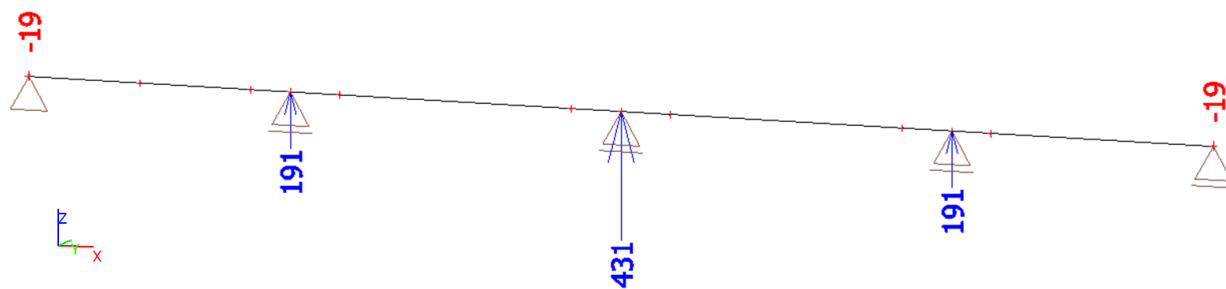
1.2.18 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 3; My



1.2.19 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 3; Vz

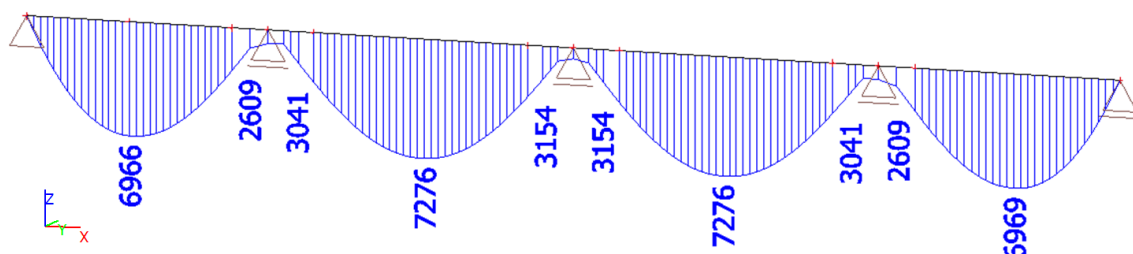


1.2.20 rovnomerne pohyblive 9kN/m2; max podpora č. 3; Rz

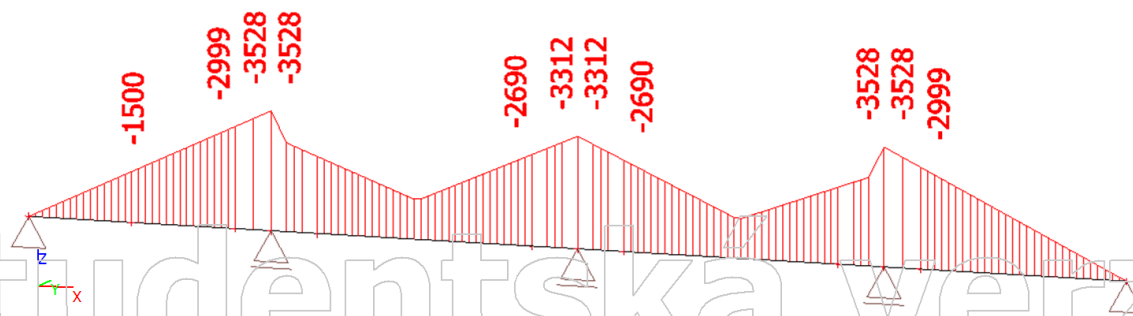


Obdobně pro rovnoměrné pohyblivé zatížení 6 kN/m^2 ; 3 kN/m^2 a zatížení na chodníku.

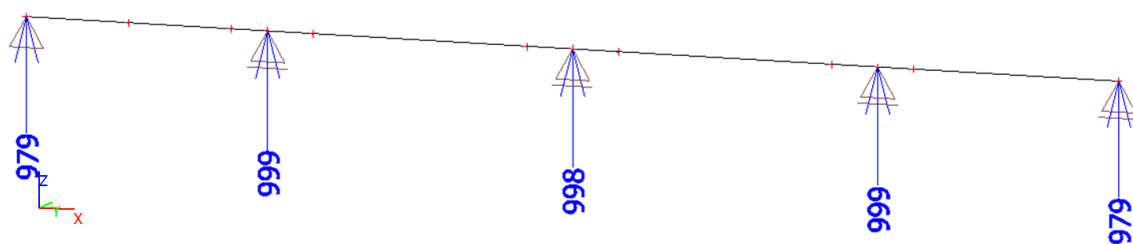
1.2.21 zatížení od dvojnáprav; max M_y



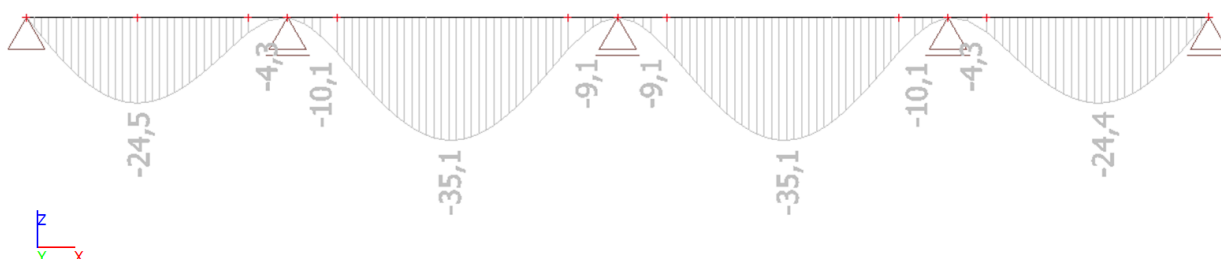
1.2.22 zatížení od dvojnáprav; min M_y



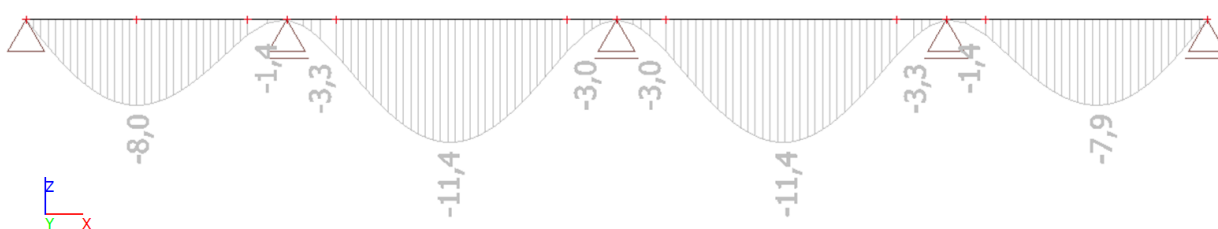
1.2.23 zatížení od dvojnáprav; R_z



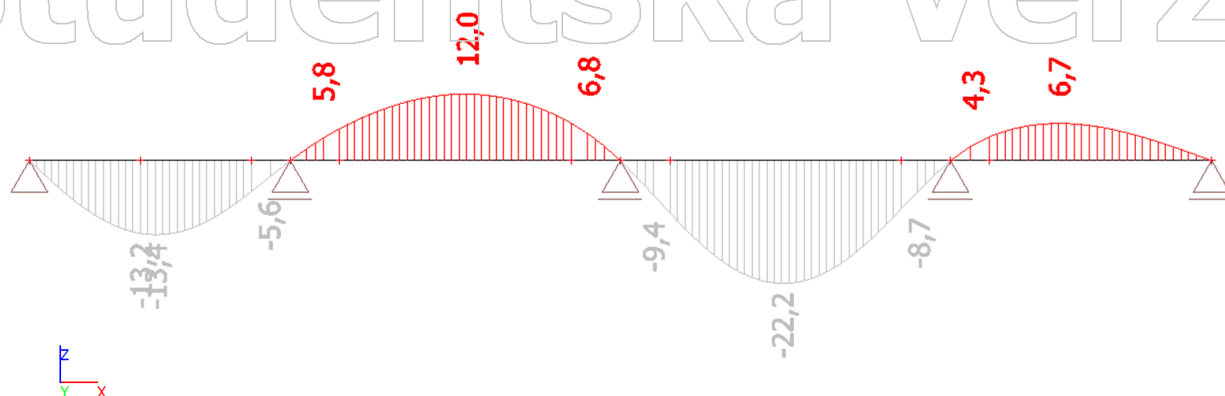
1.2.24 Deformace od montážního zatížení



1.2.25 Deformace od zbytku stálého zatížení

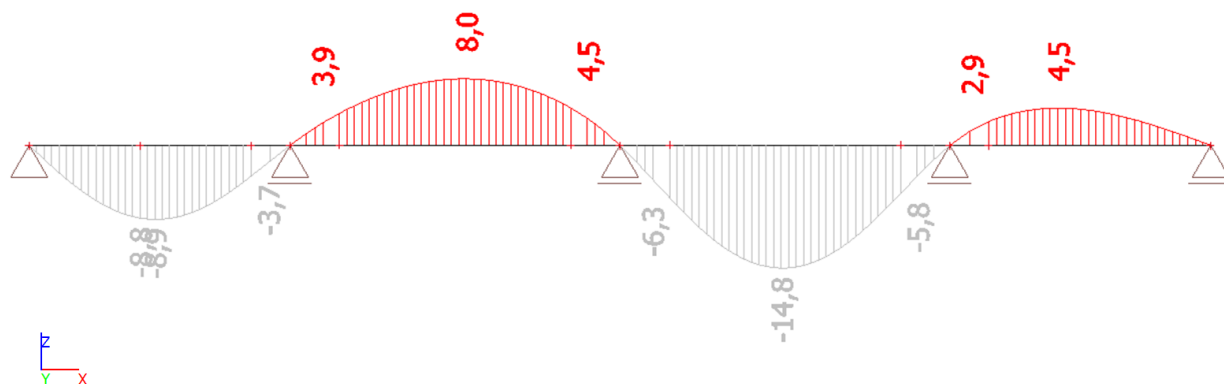


1.2.26 Deformace od UDL 9kN/m2



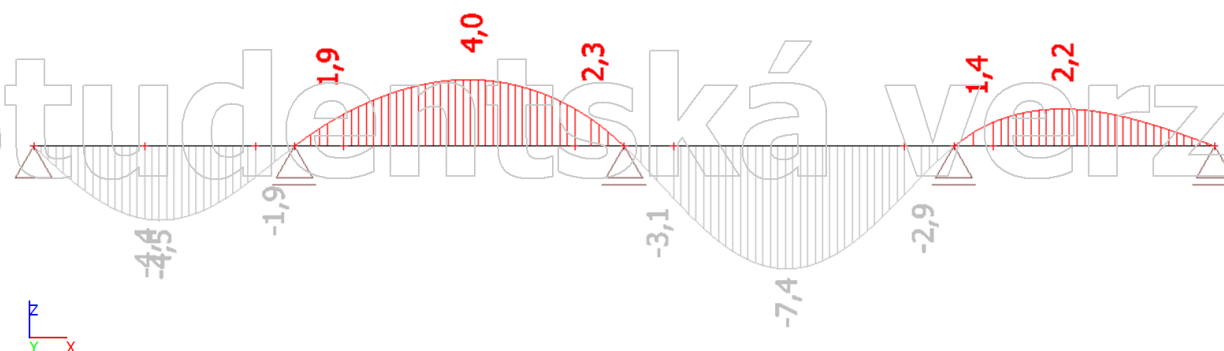
Průhyb: $22 \cdot 1,17 = 26 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

1.2.27 Deformace od UDL 6kN/m²



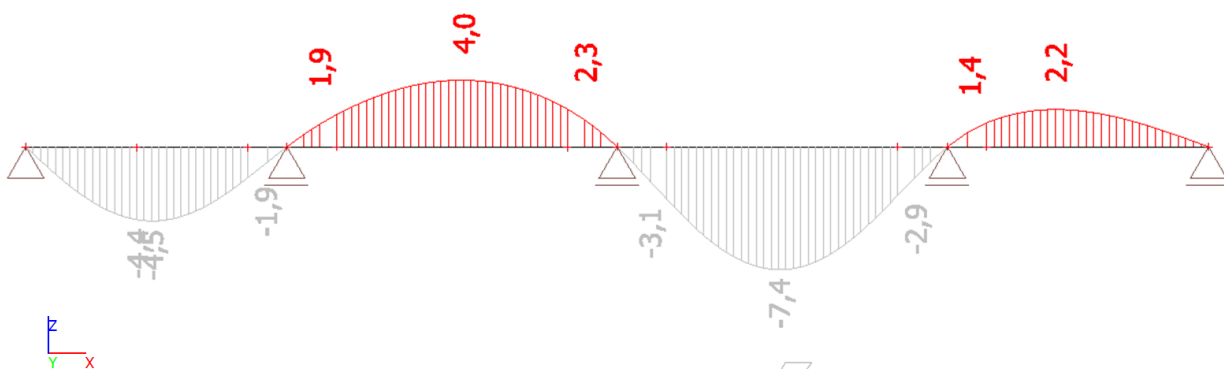
Průhyb: $15 \cdot 0,7 = 11 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

1.2.28 Deformace od UDL 3kN/m²

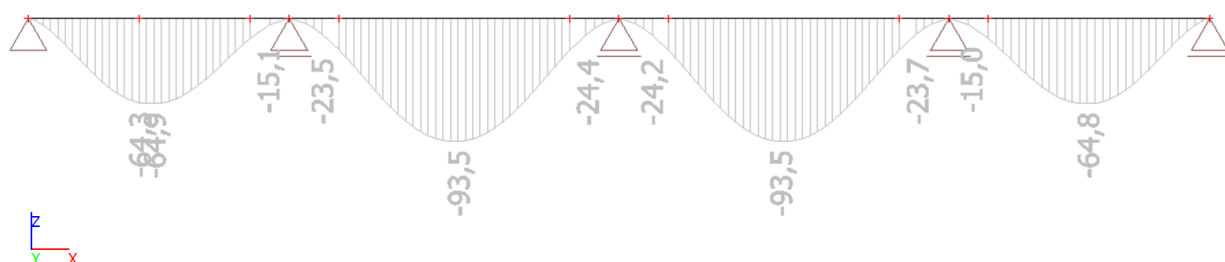


Průhyb: $7 \cdot 0,203 = 1 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

1.2.29 Deformace od zatížení na chodníku



1.2.30 Deformace od TS

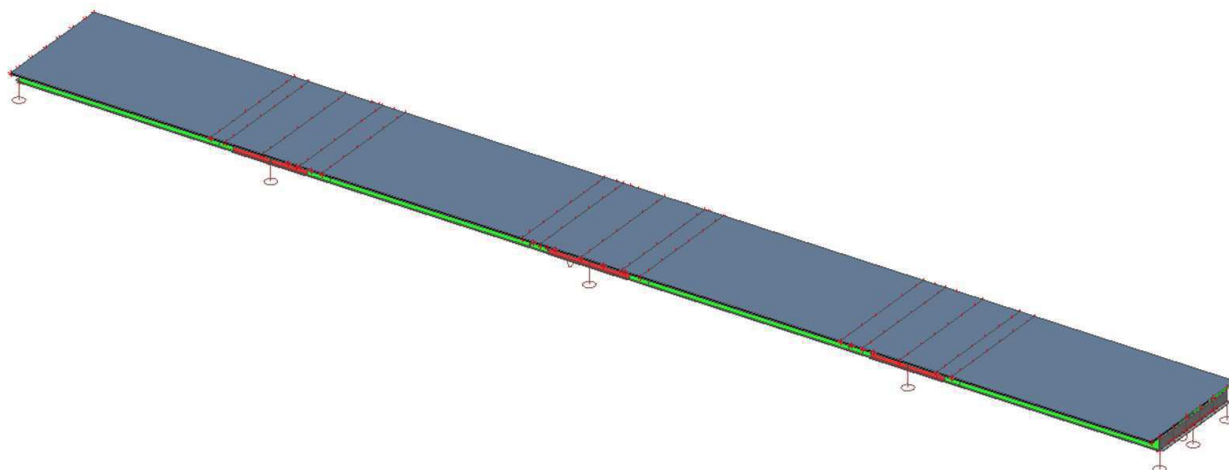


Průhyb: $94 \cdot 0,327 = 31 \text{ mm}$ (pro krajní nosník)

2. PODROBNÉ ŘEŠENÍ VARIANTY SE SPOJITÝM NOSNÍKEM

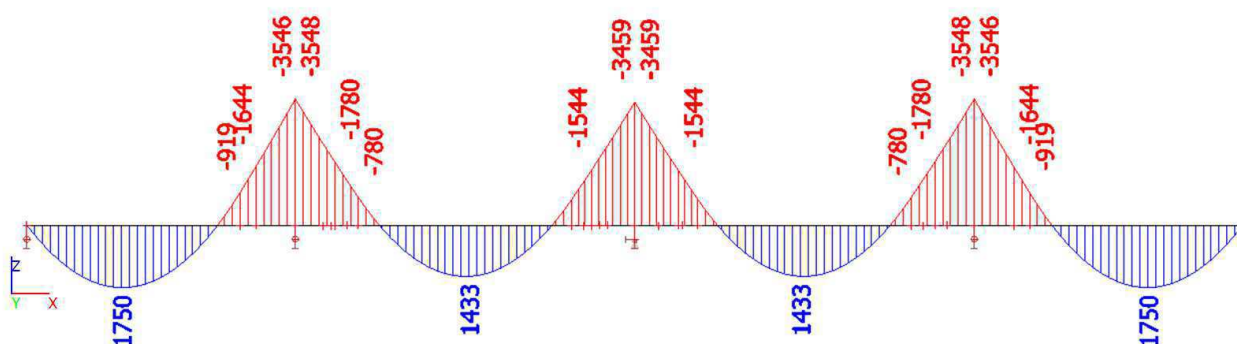
2.1. ÚVOD

Průběhy vnitřních sil a deformací v tomto dokumentu se týkají nosníku č.1. Statický model byl vypracován jako deska s žebrem, Při výpočtu byl využit modul FÁZE VÝSTAVBY, který umožňuje výpočet konstrukce v různých postupných fázích výstavby, přidávání a odebrání podpor, prutů, zatěžovacích stavů a změnu prvků průřezu.

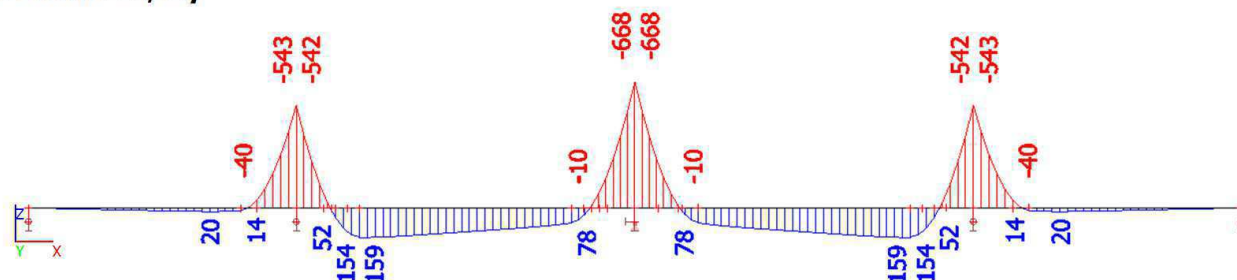


2.2. OHYBOVÉ MOMENTY

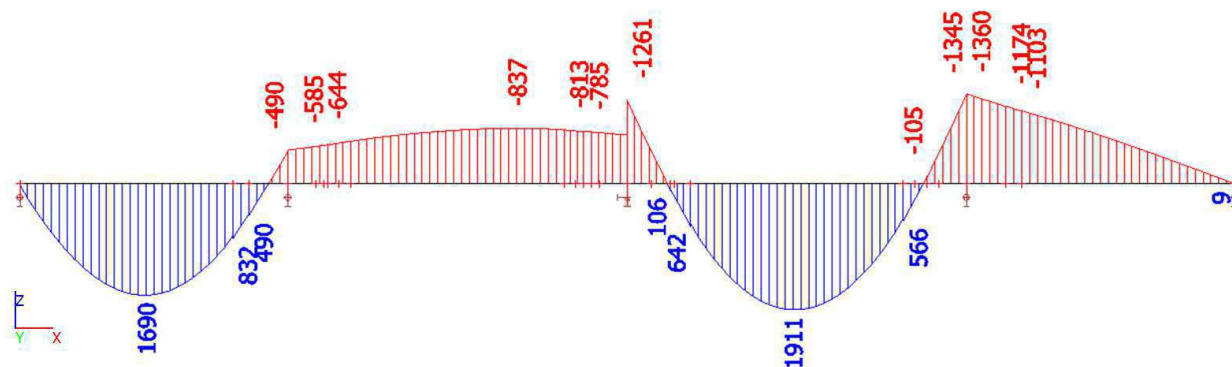
2.2.1. BETONÁŽ 1, M_y



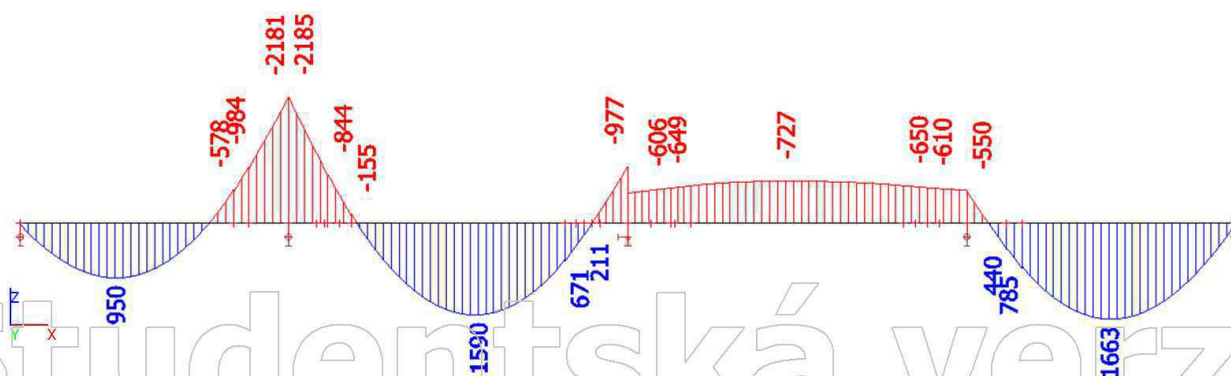
2.2.2. BETONÁŽ 2, M_y



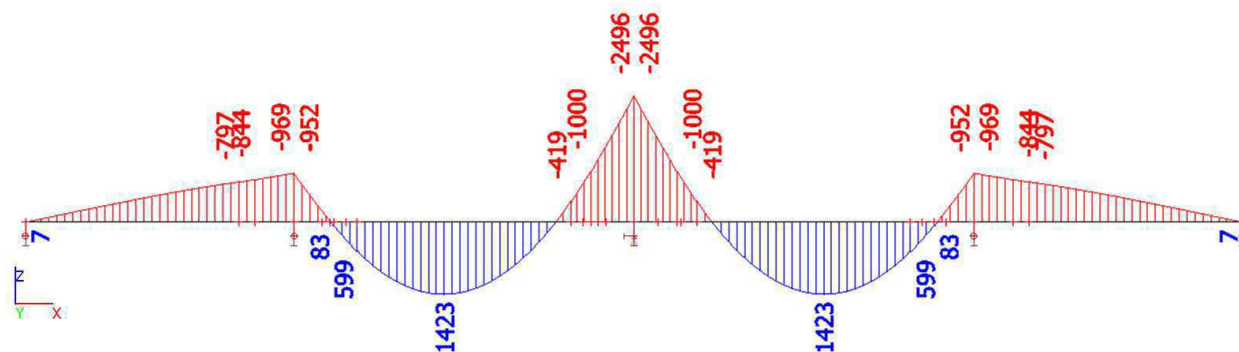
2.2.3. UDL (Gr1a) - max pole 1 a pole 2, My



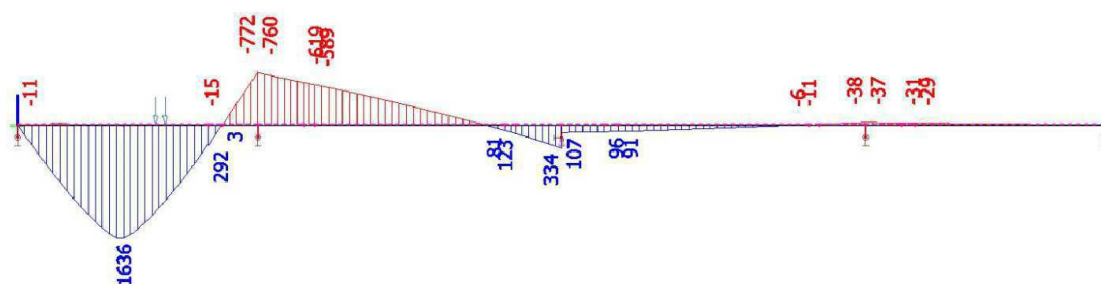
2.2.4. UDL (Gr1a) - max podpora 2, My



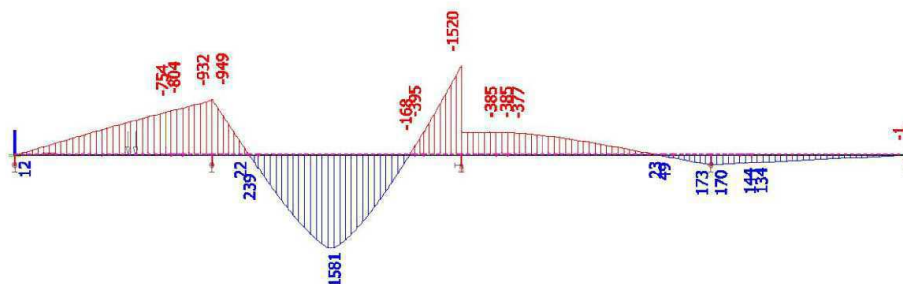
2.2.5. UDL (Gr1a) - max podpora 3, My



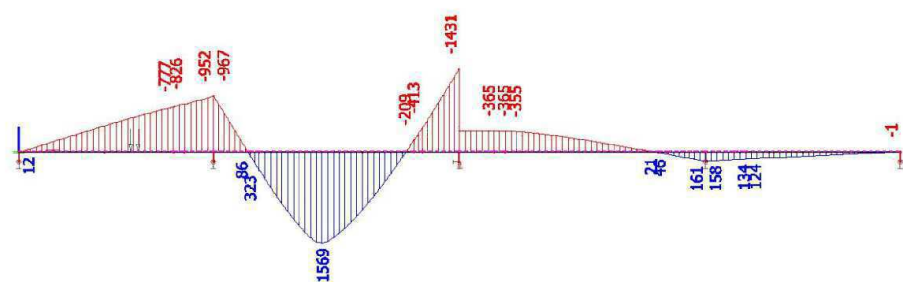
2.2.6. TS (Gr1a) - max pole 1, My



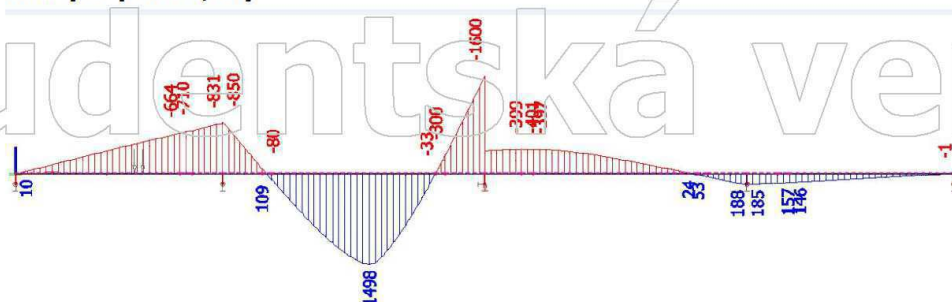
2.2.7. TS (Gr1a) - max pole 2, My



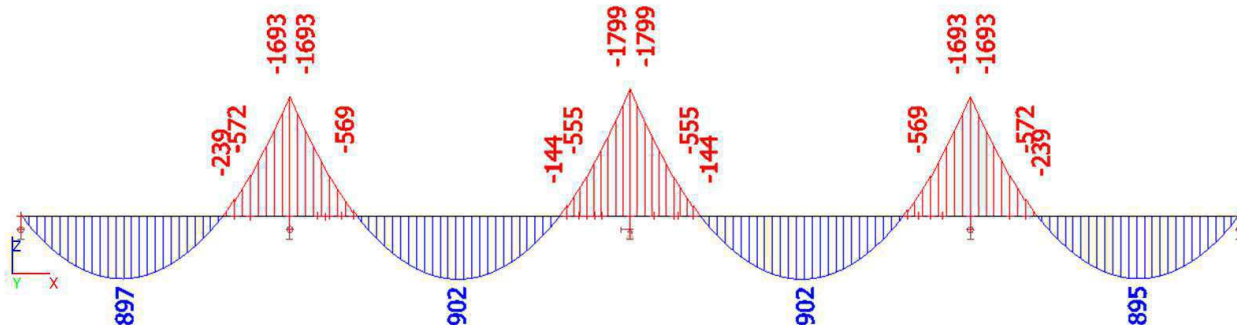
2.2.8. TS (Gr1a) - max podpora 2, My



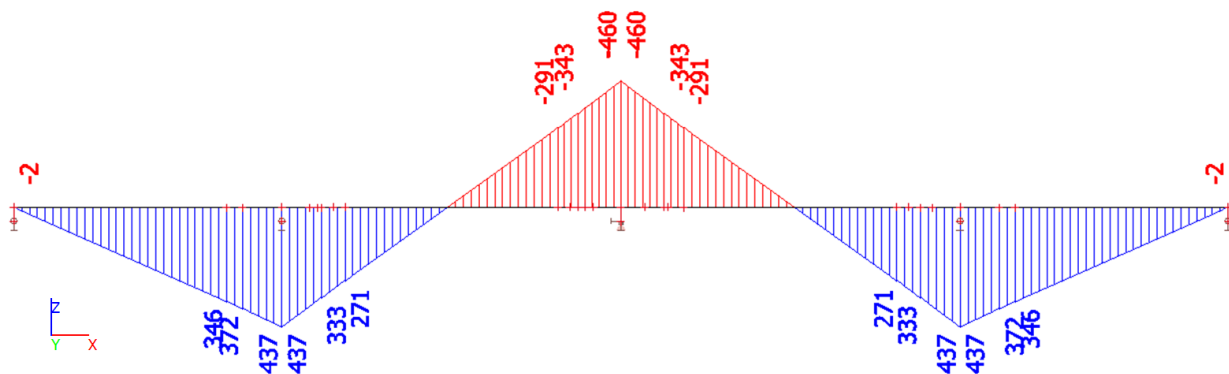
2.2.9. TS (Gr1a) - max podpora 3, My



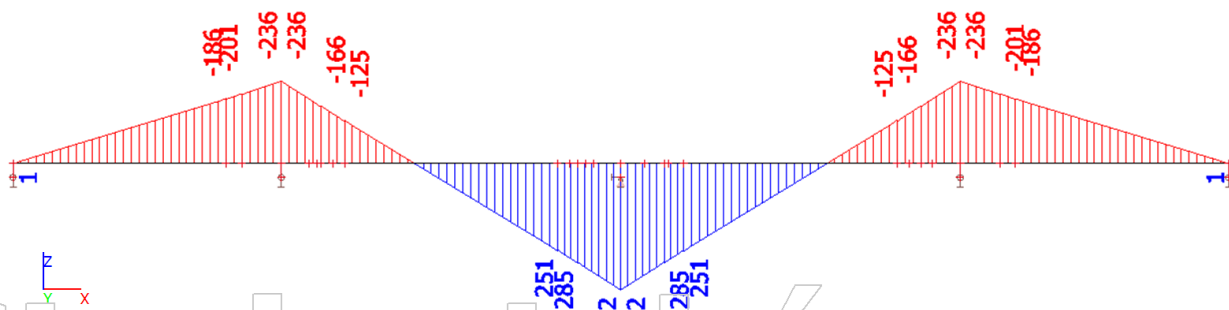
2.2.10. OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ (krátkodobé), My



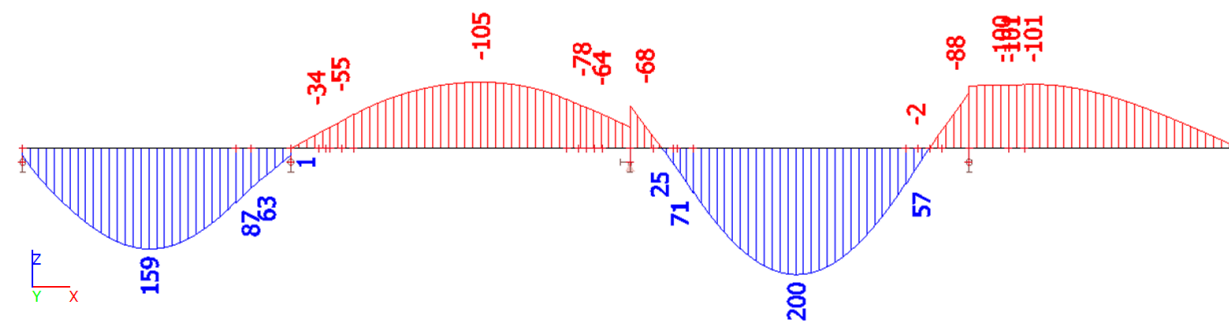
2.2.11. POKLES PODPORY 2 a 4, M_y



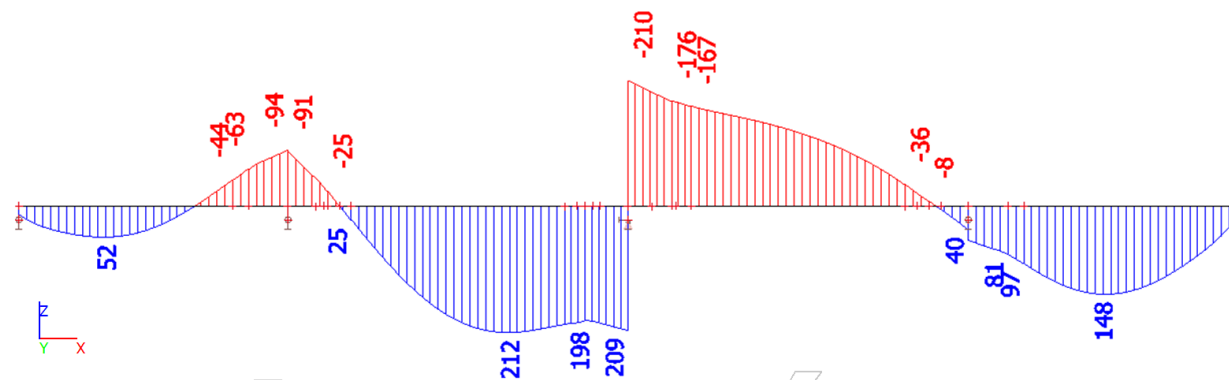
2.2.12. POKLES PODPORY 3, M_y



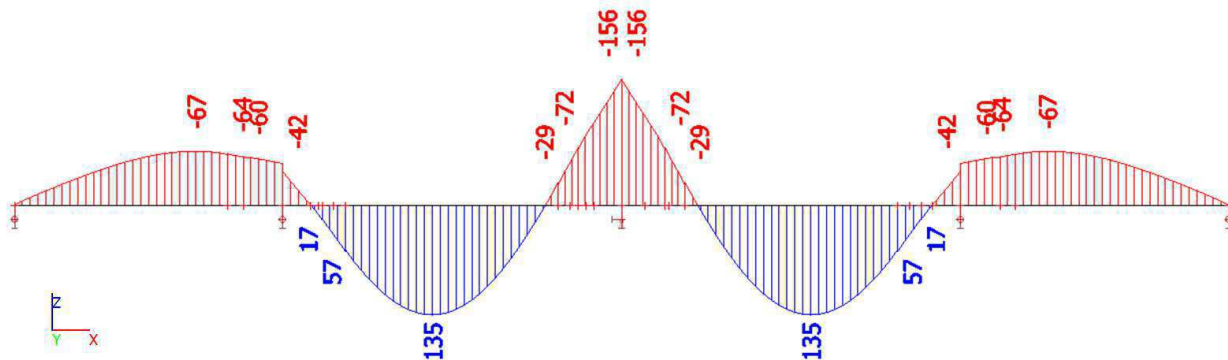
2.2.13. UDL (Gr5) - max pole 1 a pole 2, M_y



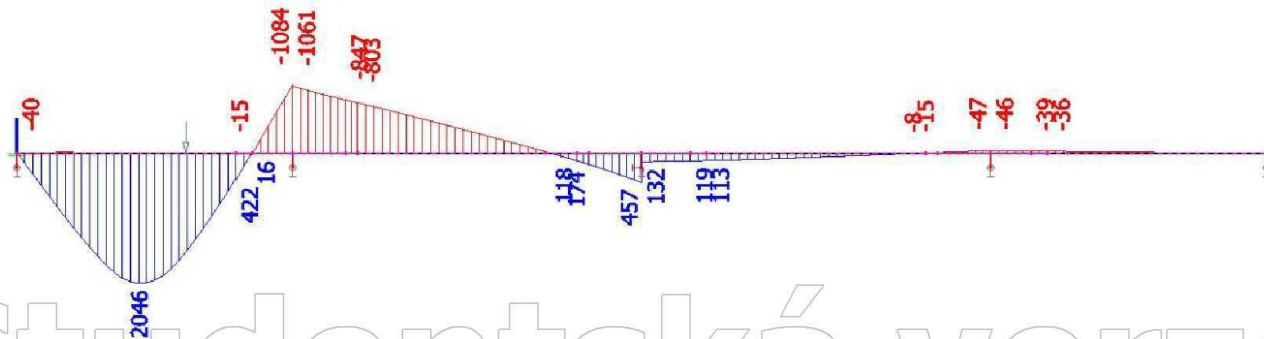
2.2.14. UDL (Gr5) - max podpora 2, M_y



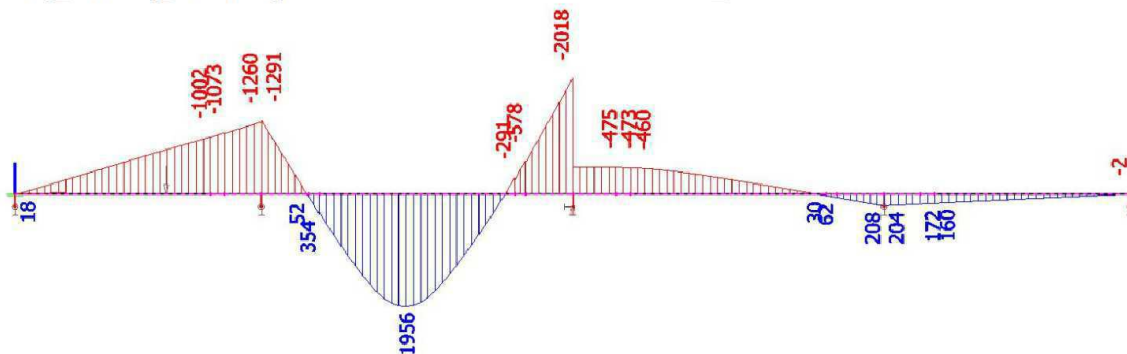
2.2.15. UDL (Gr5) - max podpora 3, My



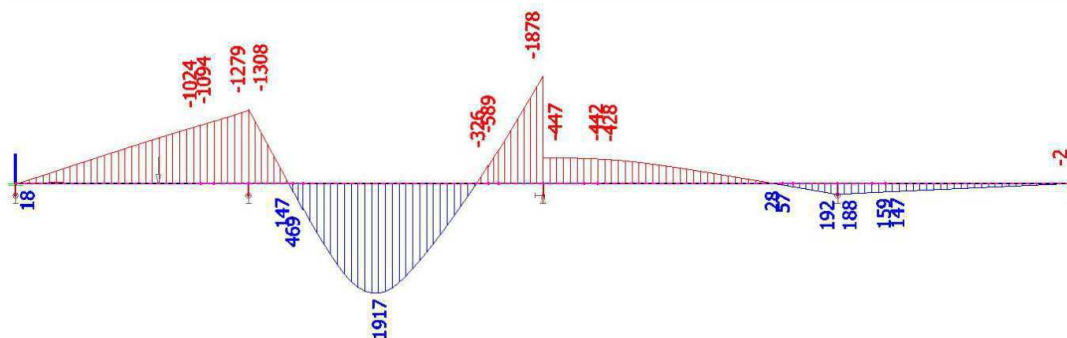
2.2.16. TS (Gr5) - max pole 1, My



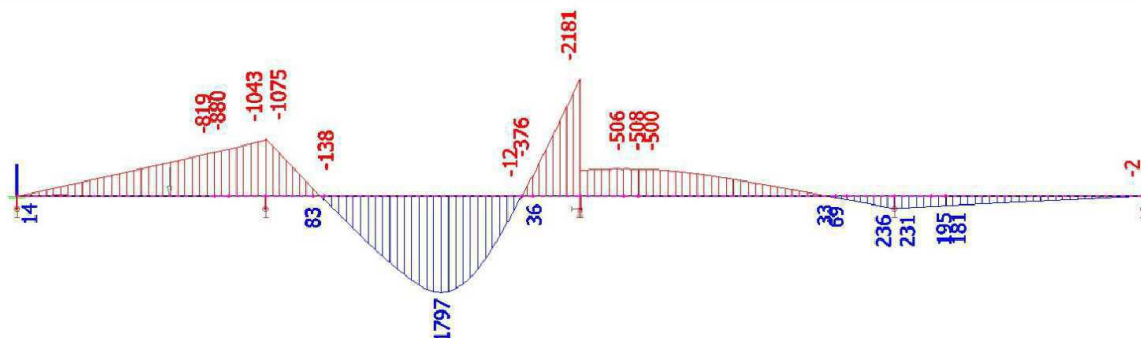
2.2.17. TS (Gr5) - max pole 2, My



2.2.18. TS (Gr5) - max podpora 2, My

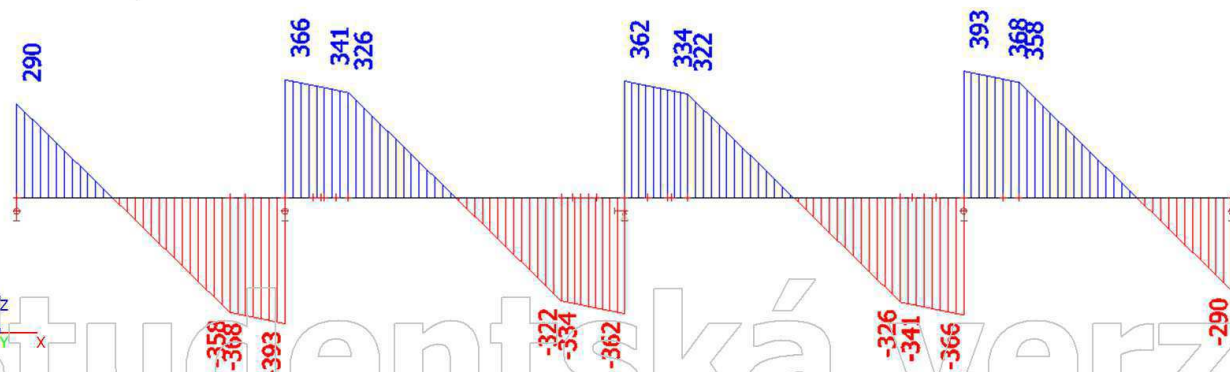


2.2.19. TS (Gr5) - max podpora 3, My

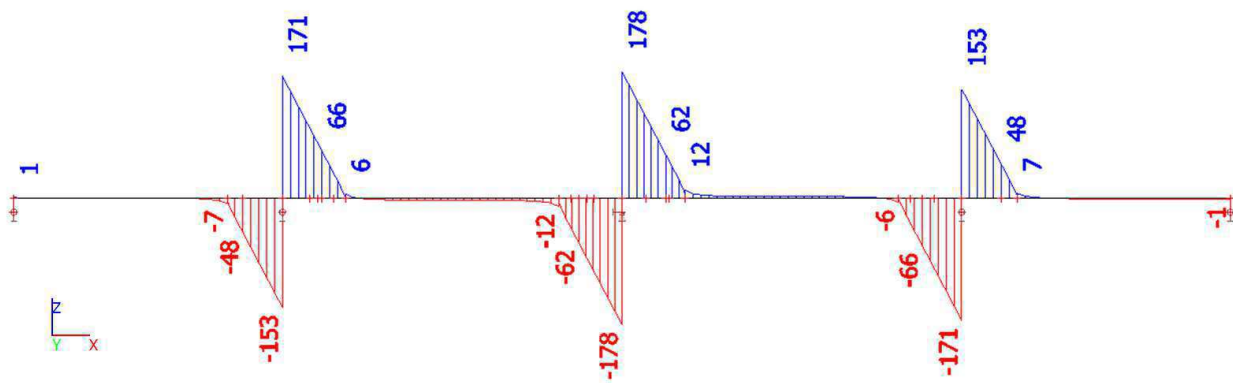


2.3. POSOUVAJÍCÍ SÍLY

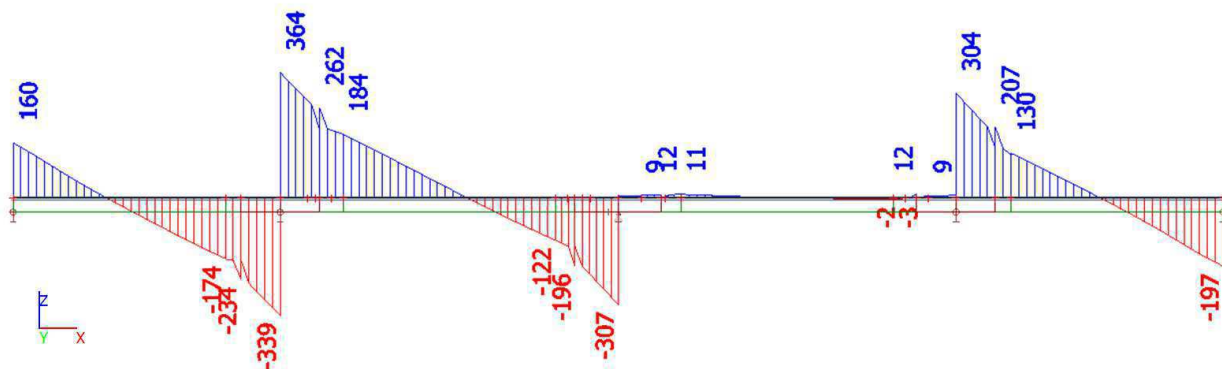
2.3.1. BETONÁŽ 1, Vz



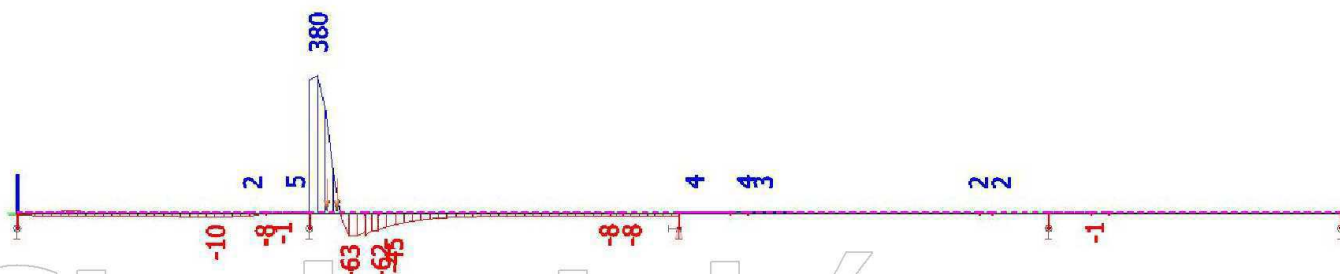
2.3.2. BETONÁŽ 2, Vz



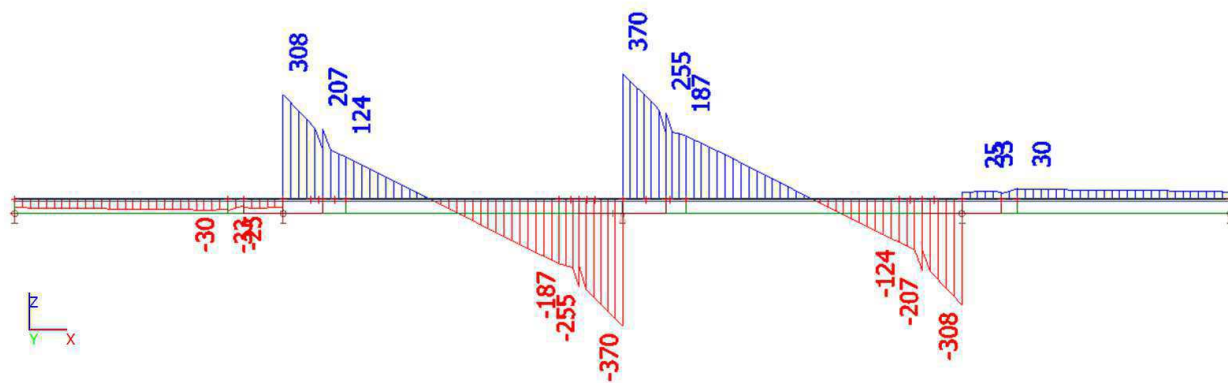
2.3.3. UDL (Gr1a) - max podpora 2, Vz



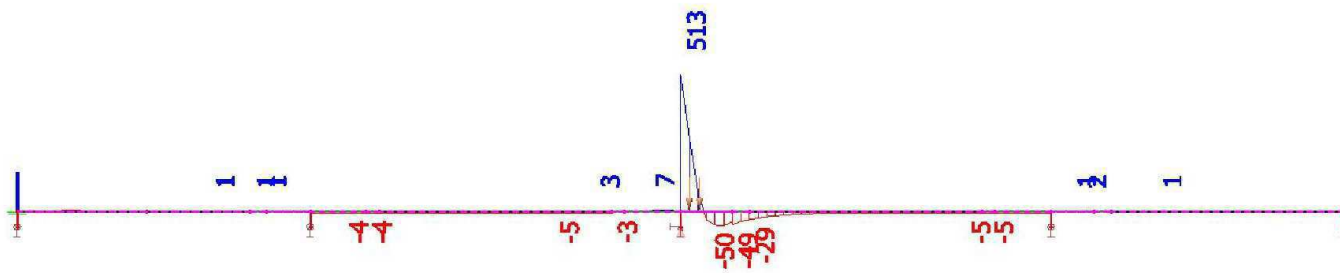
2.3.4. TS (Gr1a) - max podpora 2, Vz



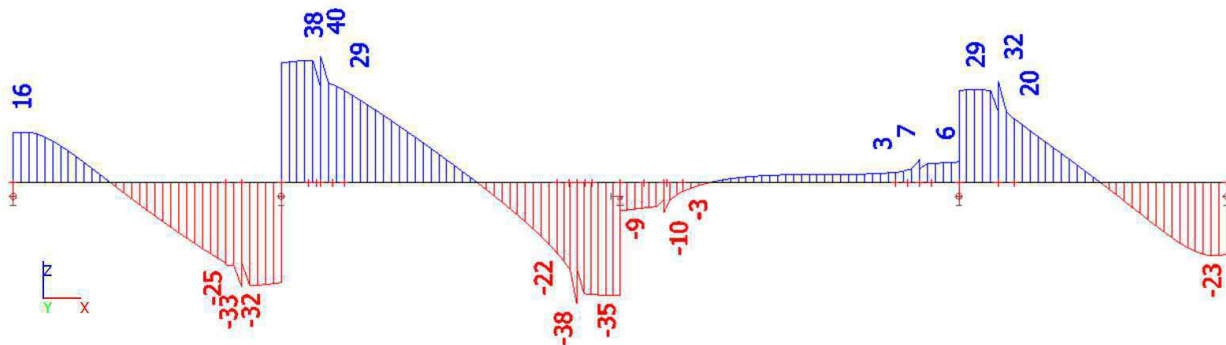
2.3.5. UDL (Gr1a) - max podpora 3, Vz



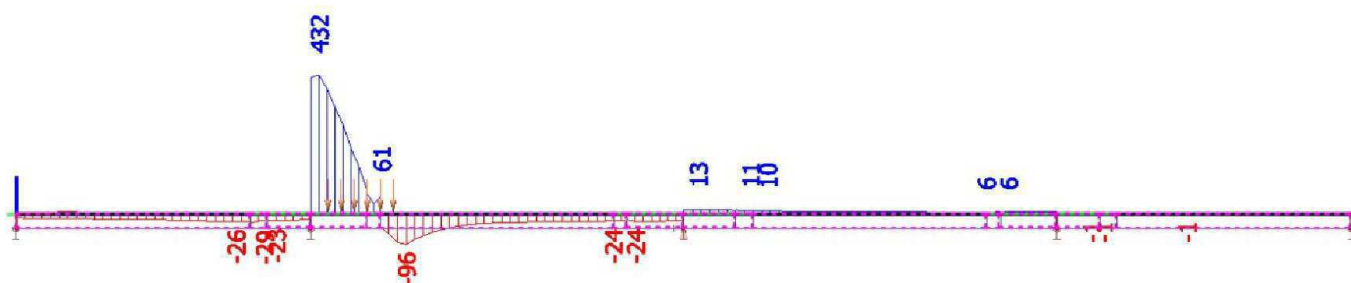
2.3.6. TS (Gr1a) - max podpora 3, Vz



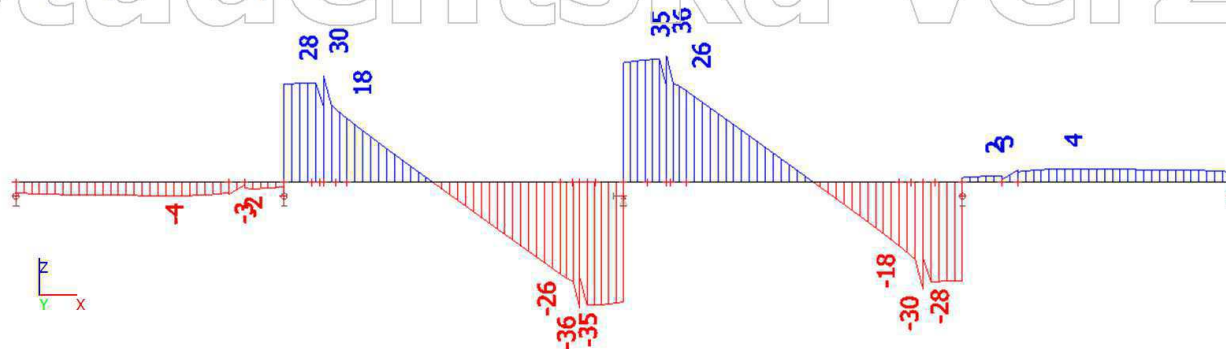
2.3.7. UDL (Gr5) - max podpora 2, Vz



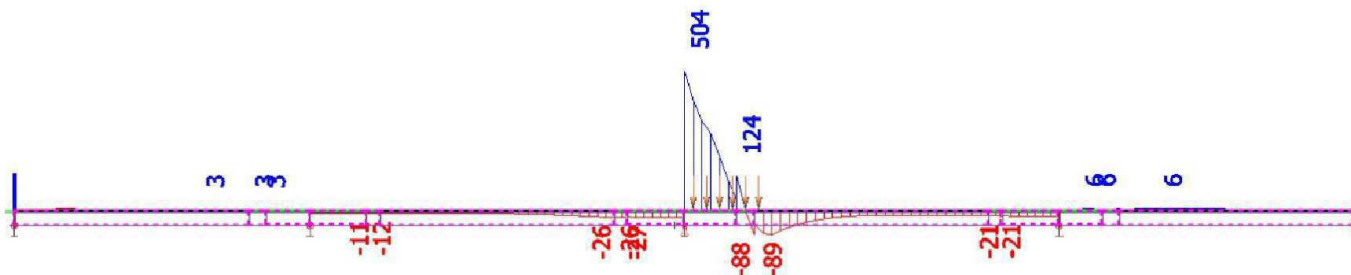
2.3.8. TS (Gr5) - max podpora 2, Vz



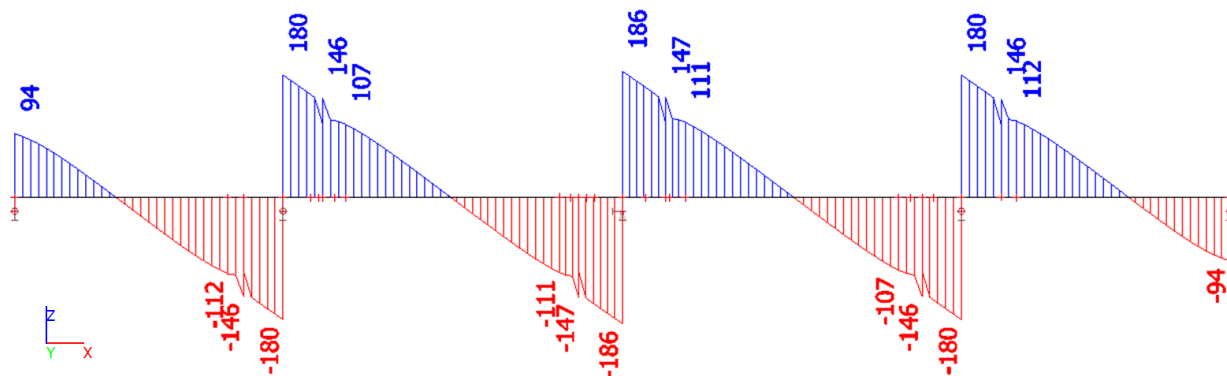
2.3.9. UDL (Gr5) - max podpora 3, Vz



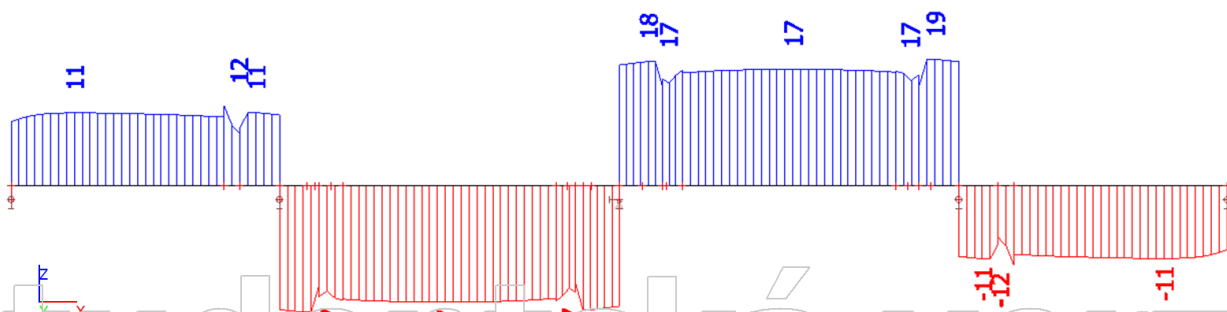
2.3.10. TS (Gr5) - max podpora 3, Vz



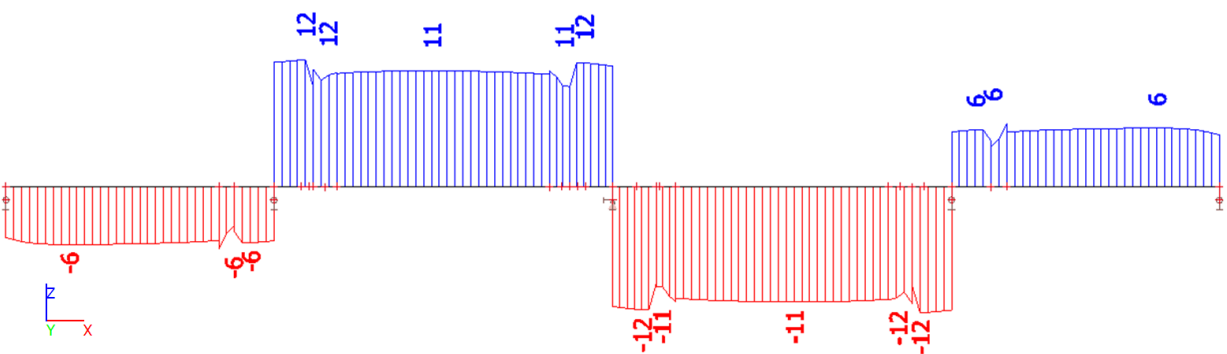
2.3.11. OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ, Vz



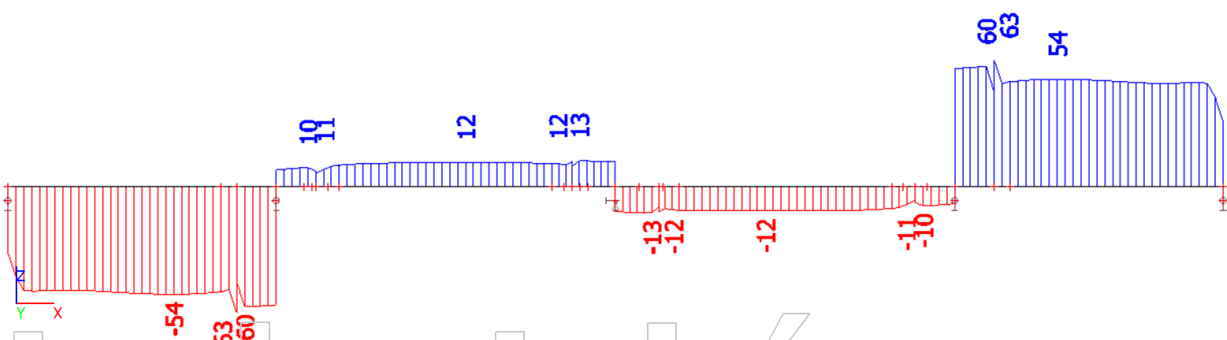
2.3.12. POKLES PODPORY 2 a 4, Vz



2.3.13. POKLES PODPORY 3, Vz



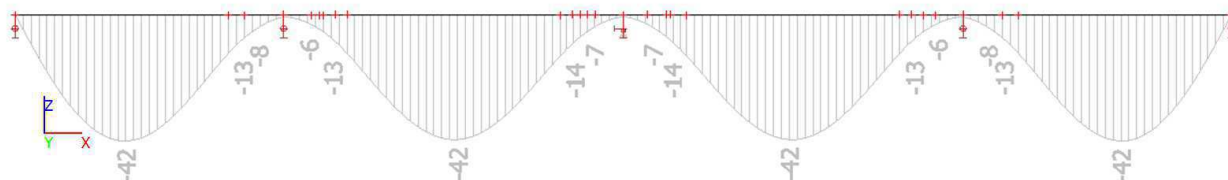
2.3.14. SMRŠŤOVÁNÍ, Vz



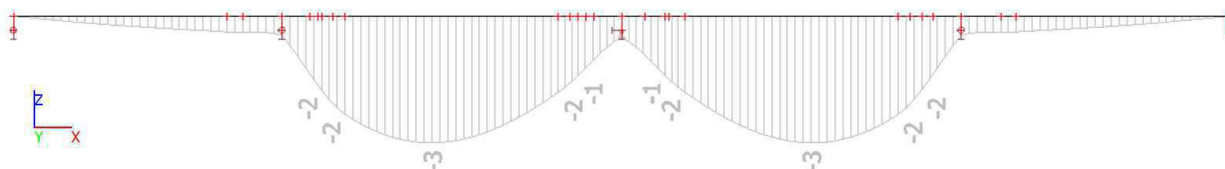
2.4. DEFORMACE

Deformace jsou vyčísleny pro nosník N2.

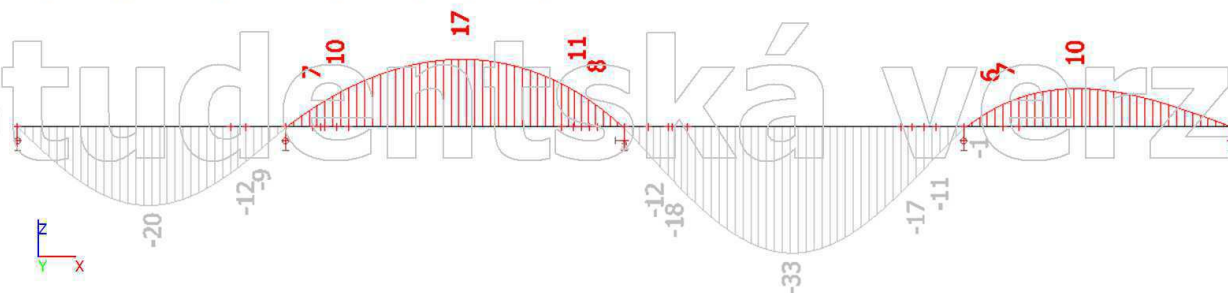
2.4.1. BETONÁŽ 1, uz [mm]



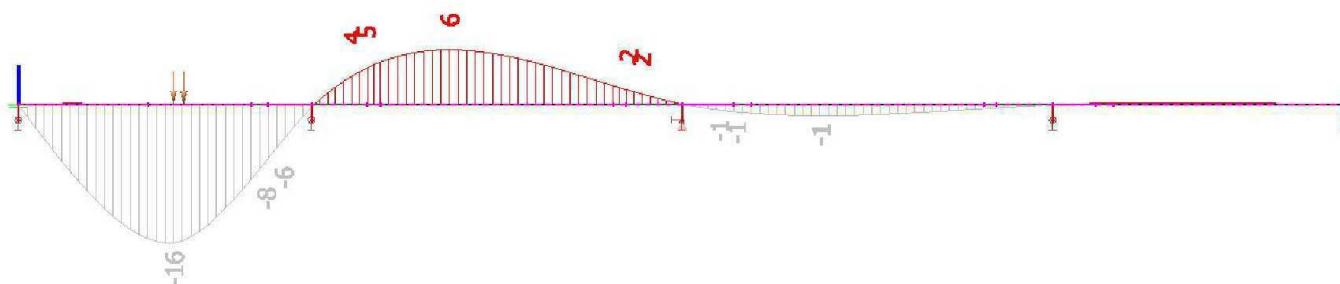
2.4.2. BETONÁŽ 2, uz [mm]



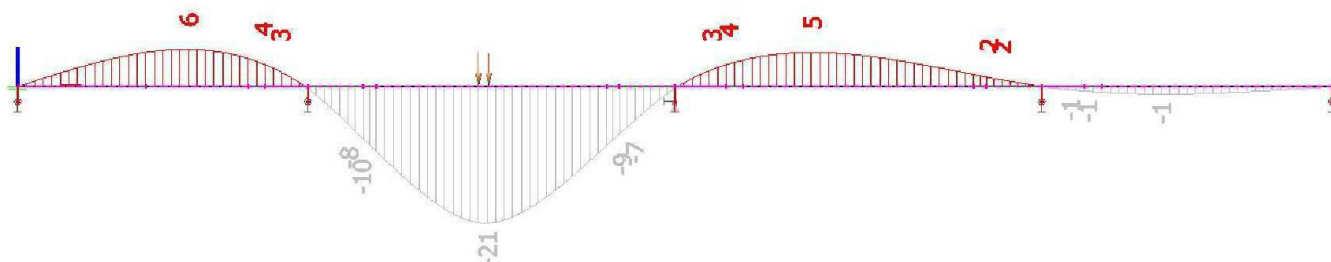
2.4.3. UDL (Gr1a) - max pole 1 a pole 2, uz [mm]



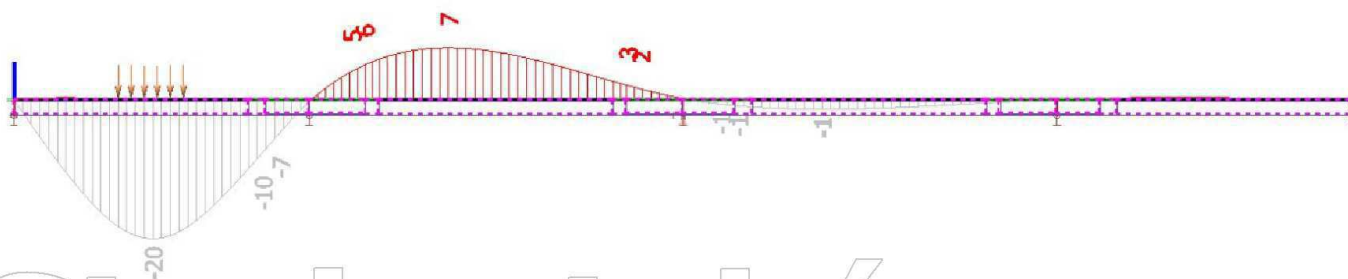
2.4.4. TS (Gr1a) - max pole 1, uz [mm]



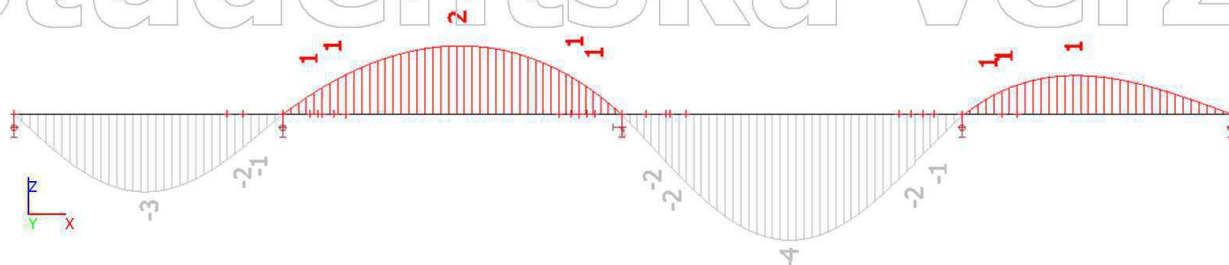
2.4.5. TS (Gr1a) - max pole 2, uz [mm]



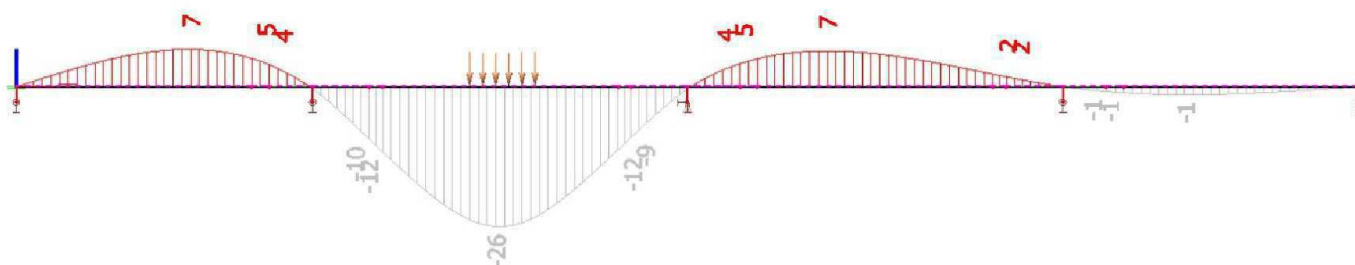
2.4.6. TS (Gr5) - max pole 1, uz [mm]



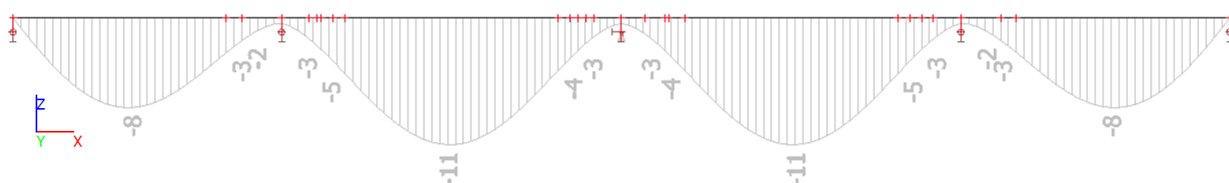
2.4.7. UDL (Gr5) - max pole 1 a pole 2, uz [mm]



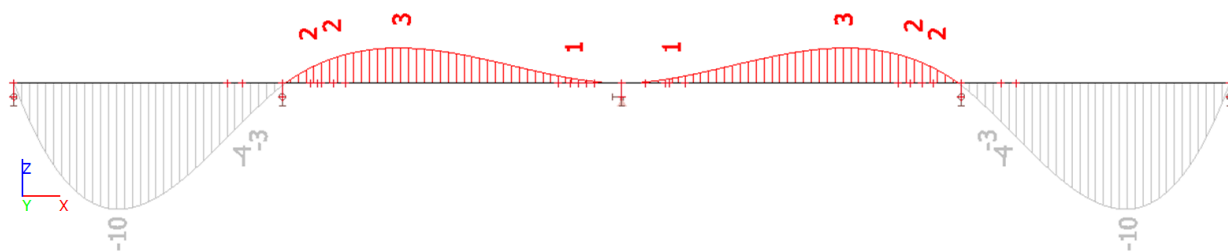
2.4.8. TS (Gr5) - max pole 2, uz [mm]



2.4.9. OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ (krátkodobé), uz [mm]



2.4.10. SMRŠŤOVÁNÍ, uz [mm]



2.5. REAKCE

2.5.1. BETONÁŽ 1

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : F1

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	F1	0	0	1108	0	0	0
3B/N88	F1	0	0	2127	0	0	0
3C/N83	F1	0	0	1106	0	0	0
2B/N87	F1	0	0	2233	0	0	0
1B/N86	F1	0	0	851	0	0	0
5B/N177	F1	0	0	851	0	0	0
4B/N178	F1	0	0	2233	0	0	0
1C/N81	F1	0	0	441	0	0	0
1A/N80	F1	0	0	444	0	0	0
2A/N84	F1	0	0	1161	0	0	0
2C/N85	F1	0	0	1165	0	0	0
4A/N141	F1	0	0	1161	0	0	0
4C/N142	F1	0	0	1165	0	0	0
5A/N171	F1	0	0	444	0	0	0
5C/N172	F1	0	0	441	0	0	0

2.5.2. BETONÁŽ 2

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : F2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	F2	0	0	528	0	0	0
3B/N88	F2	0	-1	995	0	0	0
3C/N83	F2	0	0	528	0	0	0
2B/N87	F2	0	-1	907	0	0	0
1B/N86	F2	0	2	1	0	0	0
5B/N177	F2	0	2	1	0	0	0
4B/N178	F2	0	-1	907	0	0	0
1C/N81	F2	0	0	1	0	0	0
1A/N80	F2	0	0	2	0	0	0
2A/N84	F2	0	0	481	0	0	0
2C/N85	F2	0	0	482	0	0	0

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
4A/N141	F2	0	0	481	0	0	0
4C/N142	F2	0	0	482	0	0	0
5A/N171	F2	0	0	2	0	0	0
5C/N172	F2	0	0	1	0	0	0

2.5.3. OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : zbytek staleho zatizeni

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	zbytek staleho zatizeni	0	0	730	0	0	0
3B/N88	zbytek staleho zatizeni	0	1	1241	0	0	0
3C/N83	zbytek staleho zatizeni	0	0	729	0	0	0
2B/N87	zbytek staleho zatizeni	0	-14	1212	0	0	0
1B/N86	zbytek staleho zatizeni	0	14	348	0	0	0
5B/N177	zbytek staleho zatizeni	0	14	348	0	0	0
4B/N178	zbytek staleho zatizeni	0	-14	1212	0	0	0
1C/N81	zbytek staleho zatizeni	0	0	217	0	0	0
1A/N80	zbytek staleho zatizeni	0	0	224	0	0	0
2A/N84	zbytek staleho zatizeni	0	0	714	0	0	0
2C/N85	zbytek staleho zatizeni	0	0	722	0	0	0
4A/N141	zbytek staleho zatizeni	0	0	714	0	0	0
4C/N142	zbytek staleho zatizeni	0	0	722	0	0	0
5A/N171	zbytek staleho zatizeni	0	0	224	0	0	0
5C/N172	zbytek staleho zatizeni	0	0	217	0	0	0

2.5.4. UDL (GR1a) - max podpora 2

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : UDL podpora2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	UDL podpora2	-296	0	399	0	0	0
3B/N88	UDL podpora2	-2	-16	773	0	0	0
3C/N83	UDL podpora2	299	0	213	0	0	0
2B/N87	UDL podpora2	0	33	1814	0	0	0
1B/N86	UDL podpora2	0	-58	462	0	0	0
5B/N177	UDL podpora2	0	-22	586	0	0	0
4B/N178	UDL podpora2	0	63	724	0	0	0
1C/N81	UDL podpora2	0	0	145	0	0	0
1A/N80	UDL podpora2	0	0	253	0	0	0
2A/N84	UDL podpora2	0	0	964	0	0	0
2C/N85	UDL podpora2	0	0	535	0	0	0
4A/N141	UDL podpora2	0	0	387	0	0	0
4C/N142	UDL podpora2	0	0	182	0	0	0
5A/N171	UDL podpora2	0	0	341	0	0	0
5C/N172	UDL podpora2	0	0	198	0	0	0

2.5.5. UDL (GR1a) - max podpora 3

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : UDL podpora3

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	UDL podpora3	0	0	1026	0	0	0
3B/N88	UDL podpora3	0	65	1899	0	0	0
3C/N83	UDL podpora3	0	0	548	0	0	0
2B/N87	UDL podpora3	0	3	836	0	0	0
1B/N86	UDL podpora3	0	-35	-74	0	0	0
5B/N177	UDL podpora3	0	-35	-74	0	0	0

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
4B/N178	UDL podpora3	0	3	836	0	0	0
1C/N81	UDL podpora3	0	0	-26	0	0	0
1A/N80	UDL podpora3	0	0	-58	0	0	0
2A/N84	UDL podpora3	0	0	441	0	0	0
2C/N85	UDL podpora3	0	0	234	0	0	0
4A/N141	UDL podpora3	0	0	441	0	0	0
4C/N142	UDL podpora3	0	0	234	0	0	0
5A/N171	UDL podpora3	0	0	-58	0	0	0
5C/N172	UDL podpora3	0	0	-26	0	0	0

2.5.6. UDL (GR5) - max podpora 2

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : gr5 UDL podpora2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	gr5 UDL podpora2	250	0	22	0	0	0
3B/N88	gr5 UDL podpora2	-1	16	197	0	0	0
3C/N83	gr5 UDL podpora2	-249	0	97	0	0	0
2B/N87	gr5 UDL podpora2	0	-12	458	0	0	0
1B/N86	gr5 UDL podpora2	0	35	118	0	0	0
5B/N177	gr5 UDL podpora2	0	15	147	0	0	0
4B/N178	gr5 UDL podpora2	0	-54	187	0	0	0
1C/N81	gr5 UDL podpora2	0	0	60	0	0	0
1A/N80	gr5 UDL podpora2	0	0	18	0	0	0
2A/N84	gr5 UDL podpora2	0	0	60	0	0	0
2C/N85	gr5 UDL podpora2	0	0	241	0	0	0
4A/N141	gr5 UDL podpora2	0	0	4	0	0	0
4C/N142	gr5 UDL podpora2	0	0	106	0	0	0
5A/N171	gr5 UDL podpora2	0	0	26	0	0	0
5C/N172	gr5 UDL podpora2	0	0	84	0	0	0

2.5.7. UDL (GR5) - max podpora 3

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : gr5 UDL podpora3

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	gr5 UDL podpora3	0	0	81	0	0	0
3B/N88	gr5 UDL podpora3	0	6	350	0	0	0
3C/N83	gr5 UDL podpora3	0	0	33	0	0	0
2B/N87	gr5 UDL podpora3	0	0	159	0	0	0
1B/N86	gr5 UDL podpora3	0	-3	-10	0	0	0
5B/N177	gr5 UDL podpora3	0	-3	-10	0	0	0
4B/N178	gr5 UDL podpora3	0	0	159	0	0	0
1C/N81	gr5 UDL podpora3	0	0	-4	0	0	0
1A/N80	gr5 UDL podpora3	0	0	-7	0	0	0
2A/N84	gr5 UDL podpora3	0	0	32	0	0	0
2C/N85	gr5 UDL podpora3	0	0	11	0	0	0
4A/N141	gr5 UDL podpora3	0	0	32	0	0	0
4C/N142	gr5 UDL podpora3	0	0	11	0	0	0
5A/N171	gr5 UDL podpora3	0	0	-7	0	0	0
5C/N172	gr5 UDL podpora3	0	0	-4	0	0	0

2.5.8. POKLES PODPOR 2 A 4

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : pokles P2 a P4

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	pokles P2 a P4	0	0	63	0	0	0
3B/N88	pokles P2 a P4	0	19	122	0	0	0
3C/N83	pokles P2 a P4	0	0	51	0	0	0
2B/N87	pokles P2 a P4	0	-16	-100	0	0	0
1B/N86	pokles P2 a P4	0	7	34	0	0	0
5B/N177	pokles P2 a P4	0	7	34	0	0	0
4B/N178	pokles P2 a P4	0	-16	-100	0	0	0
1C/N81	pokles P2 a P4	0	0	17	0	0	0
1A/N80	pokles P2 a P4	0	0	21	0	0	0
2A/N84	pokles P2 a P4	0	0	-50	0	0	0
2C/N85	pokles P2 a P4	0	0	-40	0	0	0
4A/N141	pokles P2 a P4	0	0	-50	0	0	0
4C/N142	pokles P2 a P4	0	0	-40	0	0	0
5A/N171	pokles P2 a P4	0	0	21	0	0	0
5C/N172	pokles P2 a P4	0	0	17	0	0	0

2.5.9. POKLES PODPOR 3

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : pokles P3

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	pokles P3	0	0	-41	0	0	0
3B/N88	pokles P3	0	-13	-83	0	0	0
3C/N83	pokles P3	0	0	-33	0	0	0
2B/N87	pokles P3	0	9	61	0	0	0
1B/N86	pokles P3	0	-3	-18	0	0	0
5B/N177	pokles P3	0	-3	-18	0	0	0
4B/N178	pokles P3	0	9	61	0	0	0
1C/N81	pokles P3	0	0	-10	0	0	0
1A/N80	pokles P3	0	0	-11	0	0	0
2A/N84	pokles P3	0	0	31	0	0	0
2C/N85	pokles P3	0	0	25	0	0	0
4A/N141	pokles P3	0	0	31	0	0	0
4C/N142	pokles P3	0	0	25	0	0	0
5A/N171	pokles P3	0	0	-11	0	0	0
5C/N172	pokles P3	0	0	-10	0	0	0

2.5.10. TEPLOTA POZITIVNÍ

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Zatěžovací stavy : teplota pozitivní

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	teplota pozitivní	0	0	21	0	0	0
3B/N88	teplota pozitivní	0	-7	44	0	0	0
3C/N83	teplota pozitivní	0	0	25	0	0	0
2B/N87	teplota pozitivní	0	6	-117	0	0	0
1B/N86	teplota pozitivní	0	-3	103	0	0	0
5B/N177	teplota pozitivní	0	-3	103	0	0	0
4B/N178	teplota pozitivní	0	6	-117	0	0	0
1C/N81	teplota pozitivní	0	0	48	0	0	0
1A/N80	teplota pozitivní	0	0	47	0	0	0
2A/N84	teplota pozitivní	0	0	-61	0	0	0
2C/N85	teplota pozitivní	0	0	-64	0	0	0
4A/N141	teplota pozitivní	0	0	-61	0	0	0
4C/N142	teplota pozitivní	0	0	-64	0	0	0
5A/N171	teplota pozitivní	0	0	47	0	0	0
5C/N172	teplota pozitivní	0	0	48	0	0	0

2.5.11. TEPLOTA NEGATIVNÍ

Lineární výpočet, Extrém : Uzel
Výběr : Vše
Zatěžovací stavy : teplota negativní

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	teplota negativní	0	0	-6	0	0	0
3B/N88	teplota negativní	0	2	-12	0	0	0
3C/N83	teplota negativní	0	0	-7	0	0	0
2B/N87	teplota negativní	0	-2	31	0	0	0
1B/N86	teplota negativní	0	1	-27	0	0	0
5B/N177	teplota negativní	0	1	-27	0	0	0
4B/N178	teplota negativní	0	-2	31	0	0	0
1C/N81	teplota negativní	0	0	-12	0	0	0
1A/N80	teplota negativní	0	0	-12	0	0	0
2A/N84	teplota negativní	0	0	16	0	0	0
2C/N85	teplota negativní	0	0	17	0	0	0
4A/N141	teplota negativní	0	0	16	0	0	0
4C/N142	teplota negativní	0	0	17	0	0	0
5A/N171	teplota negativní	0	0	-12	0	0	0
5C/N172	teplota negativní	0	0	-12	0	0	0

2.5.12. SMRŠŤOVÁNÍ

Lineární výpočet, Extrém : Uzel
Výběr : Vše
Zatěžovací stavy : SMRŠŤOVÁNÍ

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3A/N82	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	-41	0	0	0
3B/N88	SMRŠŤOVÁNÍ	0	13	-87	0	0	0
3C/N83	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	-49	0	0	0
2B/N87	SMRŠŤOVÁNÍ	0	-12	230	0	0	0
1B/N86	SMRŠŤOVÁNÍ	0	5	-203	0	0	0
5B/N177	SMRŠŤOVÁNÍ	0	5	-203	0	0	0
4B/N178	SMRŠŤOVÁNÍ	0	-12	230	0	0	0
1C/N81	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	-93	0	0	0
1A/N80	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	-91	0	0	0
2A/N84	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	120	0	0	0
2C/N85	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	126	0	0	0
4A/N141	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	120	0	0	0
4C/N142	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	126	0	0	0
5A/N171	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	-91	0	0	0
5C/N172	SMRŠŤOVÁNÍ	0	0	-93	0	0	0

NÁVRH SILNIČNÍHO SPŘAŽENÉHO MOSTU NA OBCHVATU BYTOMI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ČÁST IV: VÝKAZ MATERIÁLU

SEZNAM POLOŽEK			Vypracoval: Bc. Milan Uhl				Diplomová práce			
Pol. č.	Kusů	Materiálu	Šířka [mm]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]		Nát. Plocha [m ²]		Materiál	Poznámka
					Jedn. Pol.	Celkem	Systém	Základ		
Uvedené hodnoty jsou bez uvážení výrobního nadvýšení.										
1. HP HLAVNÍCH NOSNÍKŮ						43544	393	193		
101	12	P 16	280	1620	57,0	683,7	7,7	3,5	S355J2+N	nosník u opěry
102	12	P 16	280	13400	471,3	5655,0	63,7	28,9	S355J2+N	pole 1, 4
103	12	P 16	280	15000	527,5	6330,2	71,3	32,4	S355J2+N	pole 1, 4
104	12	P 32	500	4335	544,5	6533,7	32,9	20,8	S355J2+N	pilíř 2, 4
105	12	P 32	500	3235	406,3	4875,8	24,5	15,5	S355J2+N	pilíř 2, 4
106	24	P 16	280	10000	351,7	8440,3	95,0	43,2	S355J2+N	pole 2,3
107	12	P 16	280	16000	562,7	6752,3	76,0	34,6	S355J2+N	pole 2,3
108	12	P 32	500	2835	356,1	4272,9	21,5	13,6	S355J2+N	pilíř 3
2. STĚNY HLAVNÍCH NOSNÍKŮ						153293	2903			
201	12	P 13	1500	1534	234,8	2817,8	55,2		S355J2+N	stěna nosníku u opěr
202	12	P 13	1562	13200	2104,1	25249,3	494,8		S355J2+N	pole 1, 4
203	12	P 13	1562	15000	2391,0	28692,4	562,3		S355J2+N	pole 1, 4
204	12	P 16	1530	8500	1633,4	19601,1	312,1		S355J2+N	pilíř 2, 4
205	24	P 13	1562	10000	1594,0	38256,5	749,8		S355J2+N	pole 2, 3
206	12	P 13	1562	16000	2550,4	30605,2	599,8		S355J2+N	pole 2, 3
207	6	P 16	1530	7000	1345,2	8071,1	128,5		S355J2+N	pilíř 3
3. DP HLAVNÍCH NOSNÍKŮ						76206	859			
301	6	P 22	450	13400	1041,4	6248,3	72,4		S355J2+N	N1,N2,N3 pole 1,4
302	6	P 16	450	13400	757,4	4544,2	72,4		S355J2+N	N4,N5,N6 pole 1,4
303	6	P 22	450	15000	1165,7	6994,4	81,0		S355J2+N	N1,N2,N3 pole 1,4
304	6	P 16	450	15000	847,8	5086,8	81,0		S355J2+N	N4,N5,N6 pole 1,4
305	12	P 38	650	4620	895,8	10749,5	72,1		S355J2+N	pilíř 2,4
306	12	P 38	650	2720	527,4	6328,7	42,4		S355J2+N	pilíř 2,4

[illegible]

SEZNAM POLOŽEK			Vypracoval: Bc. Milan Uhl				Diplomová práce			
Pol. č.	Kusů	Materiálu	Šířka [mm]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]		Nát. Plocha [m ²]		Materiál	Poznámka
					Jedn. Pol.	Celkem	Systém	Základ		
6. VÝZTUHY						20265	323			
601	66	P 16	240	1530	46,1	3043,9	48,5		S355J2+N	výtuha u pilířů
602	462	P 16	190	1562	37,3	17221,3	274,2		S355J2+N	výztuha v poli
7. POLOVÉ PŘÍČNÍKY						10885	173			
701	40	P 16	200	2007	50,4	2016,6	32,1		S355J2+N	HP příčnicku
702	80	P 16	200	350	8,8	703,4	11,2		S355J2+N	HP příčnicku
703	40	P 10	550	2007	138,6	5545,7	88,3		S355J2+N	stěna
704	40	P 16	200	1707	42,9	1715,2	27,3		S355J2+N	DP příčnicku
705	80	P 16	200	450	11,3	904,3	14,4		S355J2+N	DP příčnicku
8. SPŘAŽENÍ						6048	164			
801	16357	SD 19		150	0,37	6047,8	163,6		S355J2G3+C450	
9. KLÍNOVÉ DESKY						2120	11			
901	15	P 50	600	600	141,3	2119,5	10,8		S355J2+N	klínová deska
	REKAPITULACE					[kg]	[m ²]	[m ²]		
	OK TRVALÉ		S355J2+N			332071				
	SOUČÁSTI		S355J2G3+C450			6048				
			OK TRVALÉ SOUČÁSTI DOHROMADY			338119	4976	356		
			SVARY (2,5%)			8453	124	9		
			DROBNÝ MATERIÁL (2%)			6762	100	7		
			OK TRVALÉ SOUČÁSTI CELKEM			353334	5200	372		
						[kg]	[m ²]	[m ²]		