



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Diplomová práce

Rekonstrukce mostu v Mochově

The reconstruction of the bridge in Mochov

Autor práce:

Bc. Jan Fišer

Studijní program Stavební inženýrství

Obor Konstrukce a dopravní stavby

Zaměření Inženýrské konstrukce

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ryjáček Ph.D.

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí K134

Letní semestr 2019





ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Bc. Jan Fišer

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji p. doc. Ing. Ryjáčkovi za cenné rady, připomínky a trpělivost při konzultacích, které byly nezbytné k vypracování této práce. Děkuji také své přítelkyni, rodině, obzvláště svému otci p. Lubomíru Fišerovi, za neustálou pomoc a podporu při studiu

18. května 2019



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fišer	Jméno: Jan	Osobní číslo: 423021
Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce mostu v Mochově	
Název diplomové práce anglicky: The reconstruction of the bridge in Mochov	
Pokyny pro vypracování: Vypracování návrhu řešení rekonstrukce formou integrovaného mostu. Zpracování přehledných výkresů, technické zprávy, výkresu postupu výstavby, výkazu materiálů. Statické posouzení NK a ověření rozhodující části spodní stavby.	
Seznam doporučené literatury: ČSN EN 1991-2, ČSN EN 1993-2	
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 27.2.2019	Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019 Úd roku
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

28.2.2019	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)



ABSTRAKT:

Účelem této práce je vypracování projektové dokumentace rekonstrukce silničního mostu přes dálnici D11, evid. č. 245 - 009 za obcí Mochov. Stávající most tvoří předpjaté betonové nosníky o 3 polích. Práce se zabývá řešením mostu jako integrovaný o jednom poli s rozpětím 47,8 m. Nosná konstrukce nového mostu bude tvořena ocelovými nosníky se spřaženou prefabrikovanou deskou a monolitickou dobetonávkou pro urychlení výstavby a stlačení stavební výšky.

ABSTRACT:

The objective of this thesis is to create a project of reconstruction of the road bridge evidence no. 245 – 009 in Mochov over the highway D11. Existing bridge is formed by prestressed concrete beams with 3 spans. In this thesis the new bridge is designed with one span of 47,8 m and with integrated abutments. The superstructure is made of composite steel, precast concrete deck and cast-in-place concrete deck to speed up the construction and reduce height of the deck.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Rekonstrukce, silniční most, integrovaný most, most se stlačenou stavební výškou, prefabrikovaný spřažený ocelobetonový nosník.

KEYWORDS:

Reconstruction, road bridge, bridge with integrated abutments, bridge with reduced structural height, precast composite concrete-steel beam.



Seznam příloh

Č. přílohy	Název	Měřítko	Počet stran/formát
1	Úvod		8xA4
2	Stávající stav		
2.1	Technická zpráva		7xA4
2.2	Půdorys	1:100	6xA4
2.3	Podélný řez	1:100	5xA4
2.4	Příčný řez	1:50	A3
3	Nový stav		
3.1	Technická zpráva		10xA4
3.2	Statický výpočet		84xA4
3.3	Výkaz materiálu ocelové konstrukce		7xA4
3.4	Půdorys	1:100	9xA4
3.5	Podélný řez	1:100	5xA4
3.6	Příčný řez	1:50	A3
3.7	Schéma postupu výstavby	1:200	8xA4
3.8	Výkres tvaru NK	1:100 aj.	8xA4



Úvod

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí silničního mostu přes dálnici D11. Součástí práce je shrnutí stávajícího stavu, projektová dokumentace nového stavu včetně statického výpočtu konečného stavu i fází výstavby.

Původní most sestaven z předpjatých nosníků a je postaven jako spojitý nosník o 3 polích. Nový most je navržen jako integrovaný most o jednom poli s rozpětím 47,8 m.

Navrženou nosnou konstrukci tvoří spřažené ocelobetonové nosníky s prefabrikovanou deskou a monolitickou dobetonávkou. Tento typ nosné konstrukce umožní rychlou montáž nosné konstrukce, aby se omezila doba uzavírky přemostované dálnice. Nosná konstrukce má extrémně stlačenou stavební výšku (méně než $L/40$) s náběhy pro dodržení volného průřezu přemostované dálnice. Tento typ konstrukce se doporučuje pro rozpětí do 40 m, proto je integrace do opěr nezbytným řešením společně s užitím kvalitnějších materiálů pro prefabrikovanou desku a ocelový nosník.

Statický výpočet je proveden metodou mezních stavů v souladu s dostupnými národními a evropskými normami.



Pohled na stávající most ze západní strany



Citovaná literatura

- [1] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1993-1-1, 2 editor, Praha, 2011.
- [2] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 206-1 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, Praha, 2014.
- [3] m. a. s. z. Úřad pro technickou normalizaci, ČSN EN 10025-3 (420904) Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 3: Technické dodací podmínky pro normalizačně žíhané/normalizačně válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli, Praha, 2005.
- [4] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů, Praha, 2008.
- [5] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – 2 editor, Praha, 2011.
- [6] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 10027-1 Systémy označování ocelí - Část 1: Stavba značek ocelí, Praha, 2017.
- [7] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, 2 editor, Praha, 2011.
- [8] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1991-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha, 2004.
- [9] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1991-2 ZMĚNA Z3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou, Praha, 2012.
- [10] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1- 4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, 2 editor, Praha, 2013.
- [11] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou, Praha, 2005.
- [12] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla, Praha, 2006.
- [13] m. a. s. z. Úřad pro technickou normalizaci, ČSN EN 1994-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2 editor, Praha, 2011.



- [14] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn, Praha, 2008.
- [15] M. Foglar a J. Pěňčík, „Idealizace hlubinného založení na vrtaných pilotách,“ 2009.
- [16] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla pro mosty, Praha, 2007.
- [17] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady, Praha, 2007.
- [18] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty, Praha, 2008.
- [19] J. D. I. Dolejš, Ocelové mosty Cvičení, Praha: ČVUT v Praze Fakulta stavební, 2006.
- [20] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnicků, 2 editor, Praha, 2001.
- [21] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN EN 1993-1-9 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Únava, Praha, 2006.
- [22] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN ISO 13822, Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí, Praha, 2005.
- [23] Ministerstvo dopravy ČR, „Vzorové listy staveb pozemních komunikací VL4 - Mosty,“ 2015.
- [24] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČSN 73 6244 Přechody mostů pozemních komunikací, Praha, 2010.
- [25] VPÚ DECO Praha a.s., II/245 Mochov, most ev. č. 245-009 přes dálnici D11 za obcí Mochov - Dokumentace pro územní rozhodnutí - Diagnostická průzkum, Praha, 2018.
- [26] Ministerstvo dopravy ČR odbor pozemních komunikací, „Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací Kapitola 19 Ocelové mosty a konstrukce Část A,“ Praha, 2015.
- [27] Ministerstvo dopravy ČR Odbor pozemních komunikací, „Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací Kapitola 19 Ocelové mosty a konstrukce Část B Protikorozní ochrana ocelových mostů a konstrukcí,“ Praha, 2018.

Použité programy:

- *Microsoft Office 2016*, studentská licence, Microsoft Corporation s.r.o, Praha, ČR
- *AutoCAD 2017*, studentská licence, Autodesk Inc., Kalifornie, USA
- *RFEM 5.17*, studentská licence, Dlubal Software s.r.o, Praha, ČR



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Část 2 – Stávající stav

Příloha č. 2.1

Technická zpráva

Diplomová práce

Rekonstrukce mostu v Mochově

Autor práce:

Bc. Jan Fišer

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ryjáček Ph.D.

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí K134

Letní semestr 2019





1 Identifikační údaje objektu

1.1 Stavba

Název:	II/245 Mochov, most ev. č. 245-009 přes dálnici D11 za obcí Mochov
Objekt:	Most ev. č. 245-009
Druh stavby:	Rekonstrukce
Místo stavby:	Mochov, okres Praha-východ, Středočeský kraj
Správce mostu:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje

1.2 Objednatel akce

Středočeský kraj
Zborovská 82/11
150 21, Praha 5

1.3 Zhotovitel technického řešení

VPÚ DECO Praha a.s.
Podbabská 1014/20
160 00, Praha 6
DIČ: CZ60193280

1.4 Obecné charakteristiky mostu

Předmět přemostění:	pozemní komunikace dálnice D11
Úhel křížení:	61°
Třída komunikace:	2. třída
Délka mostu:	82 m
Rozpětí polí [m]:	17,08 - 34 – 16,925
Délka přemostění:	66,4 m
Návrhová kategorie komunikace:	S 9,5
Směrové vedení komunikace na mostě:	Přímá
Podélný sklon:	-2 % ve směru na Vykáň.
Šikmost mostu:	61°

2.2 Popis mostu

2.2.1 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří šest předpjatých prefabrikovaných betonových nosníků výšky 1100 mm. Mostovku tvoří železobetonová deska ve střechovitém sklonu tloušťky od 130 do 300 mm.



Obrázek 2 - Pohled zespoda na nosnou konstrukci

2.2.2 Spodní stavba

Konstrukce spodní stavby tvoří železobetonové opěry a pilíře pod každým nosníkem. Rozměry založení opěry nejsou známy. Pilíře jsou vysoké 5,35 m nad terén na mochovské straně a 4,69 m na Vykáňské straně. Jsou obdélníkového průřezu 500 x 900 mm založené v asi 1,2 m pod terénem na pilotách. Na opěrách jsou osazena hrcová ložiska a na pilířích jsou nosníky uloženy na elastomeru.

2.2.3 Mostní svršek, odvodnění a vybavení mostu

Konstrukce vozovky je tvořena asfaltobetonovým krytem. Povrch chodníku tvoří prefabrikovaná betonová chodníková římsa. Zábradlí na mostě je trubkové ocelové se svislou výplní výšky 1100 mm. Na mostě jsou umístěny odvodňovače svedené do příkopů podél přemostované dálnice. Podél opěr vedou odvodňovací žlaby do příkopů dálnice pod mostem.

2.3 Použité materiály

2.3.1 Beton [25]

Průměrná objemová hmotnost betonu vzorků: 2292 kg/m³

Průměrná pevnost v tlaku betonu vzorků: 33,9 MPa

Obsah chloridů nepřesahuje 0,2% hmotnosti. To nepřekračuje limity dle ČSN EN 206-1.

Zatřídění betonu: [22]

Dle ČSN 73 1201:1986

Beton B30

Dle ČSN EN 206-1

Beton C25/30

3 Současný stav konstrukce

3.1 Nosná konstrukce

Nefunkční izolace umožňuje protékání ve spojích mezi nosníky a v jejich dutinách. Zkorodované okapničky nechrání stékání vody po povrchu krajních nosníků.

Místy dochází k odhalování a následně korozi konstrukční výztuže nosníků, vápenným výluhům a výluhům pojiva, což způsobuje degradaci betonu.

Pomocí sond bylo ověřeno, že jsou kanálky předpínacích lan zainjektované.

Koncové příčníky vybočují do šířky, proto jsou ještě více poškozeny stékáním vody po jejich povrchu. Na koncových příčnicích jsou odhalené a zkorodované předpínací kotvy což přispívá k degradaci okolního betonu.



Obrázek 3 - Degradovaný spodní povrch nosníku



Obrázek 4 - Zkorodovaná okapnička pod římsou

3.2 Spodní stavba

Nefunkční izolace také způsobuje degradaci spodní stavby. Opěry jsou z větší části nepřístupné, ale jejich boční povrch vykazuje značnou degradaci betonu s výluhy.



Obrázek 6 - Pohled na bok opěry



Obrázek 5 - Degradovaný pilíř mostu

Pilíře jsou značně poškozeny, protože na mostě chybí svislé svody odvodnění, a také pilíře jsou vystaveny vlivům dopravy a údržby dálnice pod mostem. To způsobuje odpadání krycí vrstvy betonu, odhalení výztuže a následné korozi jak u vrcholu, tak u paty pilířů.

Ložiska na opěrách jsou značně sesedlá, vysunuta směrem do opěry a obzvláště na opěře ve směru spádu značně zkorodovaná a neplní svou funkci. Nastavení pohyblivých ložisek neodpovídá teplotě nosné konstrukce. Manžety ložisek jsou poškozeny nebo chybí.



3.3 Mostní svršek a vybavení

Vozovka na mostě je poškozena výraznými příčnými i podélnými trhlinami. Některé z nich byly vyplněny litým asfaltem obzvlášť v okolí mostních závěrů. U obrubníků prorůstá vozovkou vegetace, což dokazuje usazování vody pod vozovkou. Na vozovce jsou rozpoznatelné mírné koleje.

Beton chodníku a říms má místy odpadlou krycí vrstvu a obnaženou výztuž. Spáry mezi prefabrikáty nejsou vyplněny a usazují se zde nečistoty a prorůstá vegetace.



Obrázek 7 - Pohled na most ve směru Mochov

Mostní závěry a odvodňovače jsou zanesené a neplní svou funkci.

Na zábradlí mostu se odlupuje PKO po celém mostu. Svodidla i zábradlí jsou místy zkorodovaná či deformovaná.

Odvodňovací žlaby za opěrou jsou zanesené a zarostlé vegetací a neplní svou funkci.

4 Závěr a odůvodnění rekonstrukce

Největší problémem stávajícího stavu je zatékání do konstrukce způsobené nefunkční izolací, což způsobuje značnou degradaci pilířů, nosníků a úložných prahů.

Nosné prvky mostu jsou poškozeny v takovém rozsahu, že oprava by byla nevhodná a pouze prodloužila životnost mostu o cca 10 let.

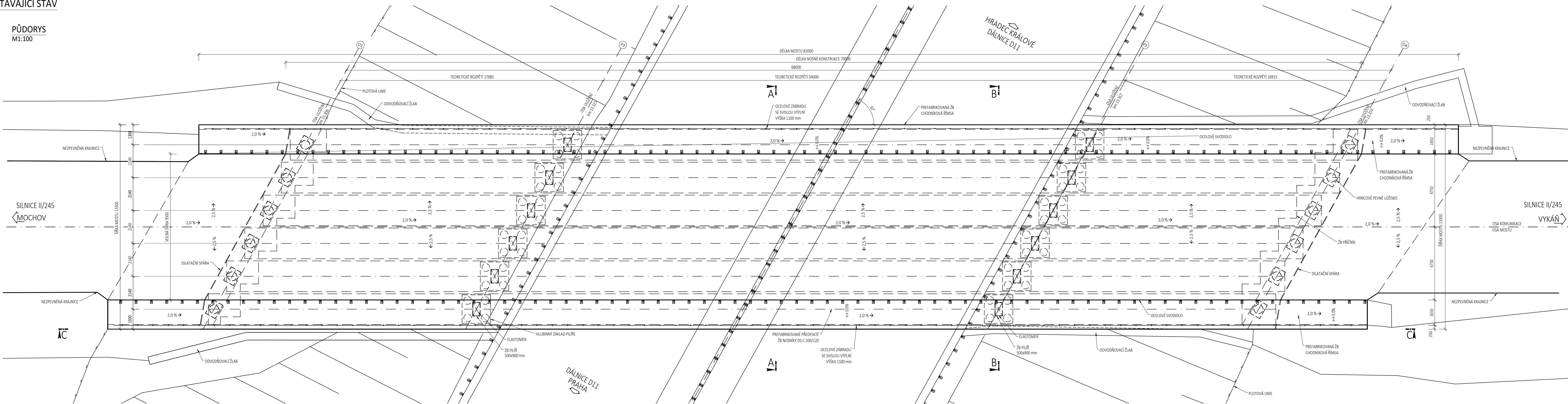
V budoucnosti je plánováno rozšíření dálnice pod mostem, což vede k nutnosti řešení bez mezilehlých podpor.

Vzhledem k těmto poznatkům bylo rozhodnuto o úplné rekonstrukci mostu s návrhovou životností 100 let, která nebude bránit rozšíření dálnice.

DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ

2 - STÁVAJÍCÍ STAV

PŮDORYS
M1:100



BETON DLE DIAG. PRŮZKUMU

DLE ČSN 73 1201:1986 BETON B30
DLE ČSN EN 206-1 BETON C25/30

POZNÁMKY

- ROZMĚRY ZÁKLADŮ OPĚR A KŘÍDEL NEJSOU ZNÁMY.
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK
TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

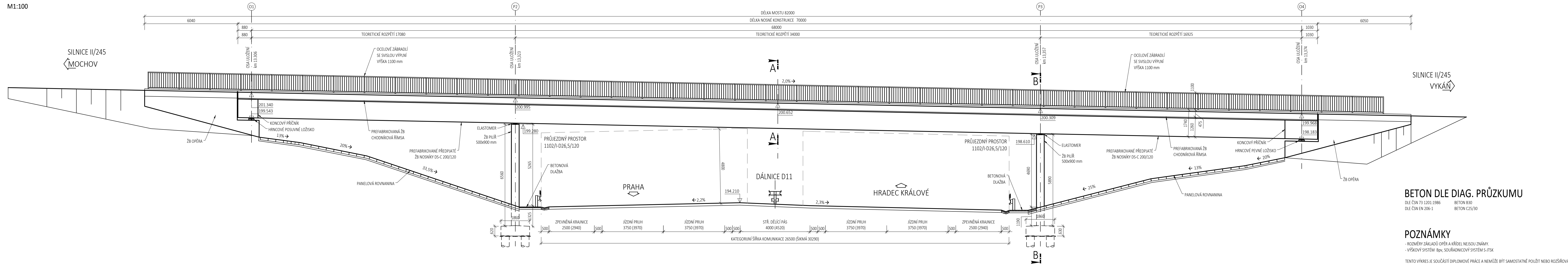
OBOR K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	KATEDRA K - 134	JMÉNO STUDENTA BC. JAN FIŠER
ROČNÍK 6.	VYUČUJÍCÍ DOC. ING. PAVEL RYJÁČEK, PH. D.	

AKCE:
**DIPLOMOVÁ PRÁCE -
REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ**
STÁVAJÍCÍ STAV - PŮDORYS

FORMÁT	6xA4
MĚŘÍTKO	1:100
DATUM	15.05.2019
Č. VÝKRESU	2.2

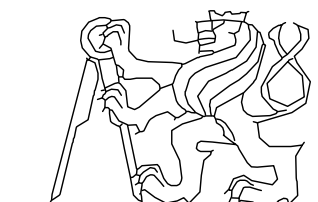
DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ
2 - STÁVAJÍCÍ STAV

PODÉLNÝ ŘEZ
ŘEZ C-C
M1:100



BETON DLE DIAG. PRŮZKUMU
DLE ČSN 73 1201:1986 BETON B30
DLE ČSN EN 206-1 BETON C25/30

POZNÁMKY
- ROZMĚRY ZÁKLADŮ OPĚR A KŘÍDEL NEJSOU ZNÁMY.
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK
TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	K - 134	BC. JAN FIŠER		
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ			
6.	DOC. ING. PAVEL RYJÁČEK, PH. D.			
AKCE:			FORMÁT	5xA4
DIPLOMOVÁ PRÁCE -			MĚŘÍTKO	1:100
REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ			DATUM	15.05.2019
OBSAH:			Č. VÝKRESU	2.3
STÁVAJÍCÍ STAV - PODÉLNÝ ŘEZ				

DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ

2 - STÁVAJÍCÍ STAV

PŘÍČNÝ ŘEZ NAD PILÍŘEM

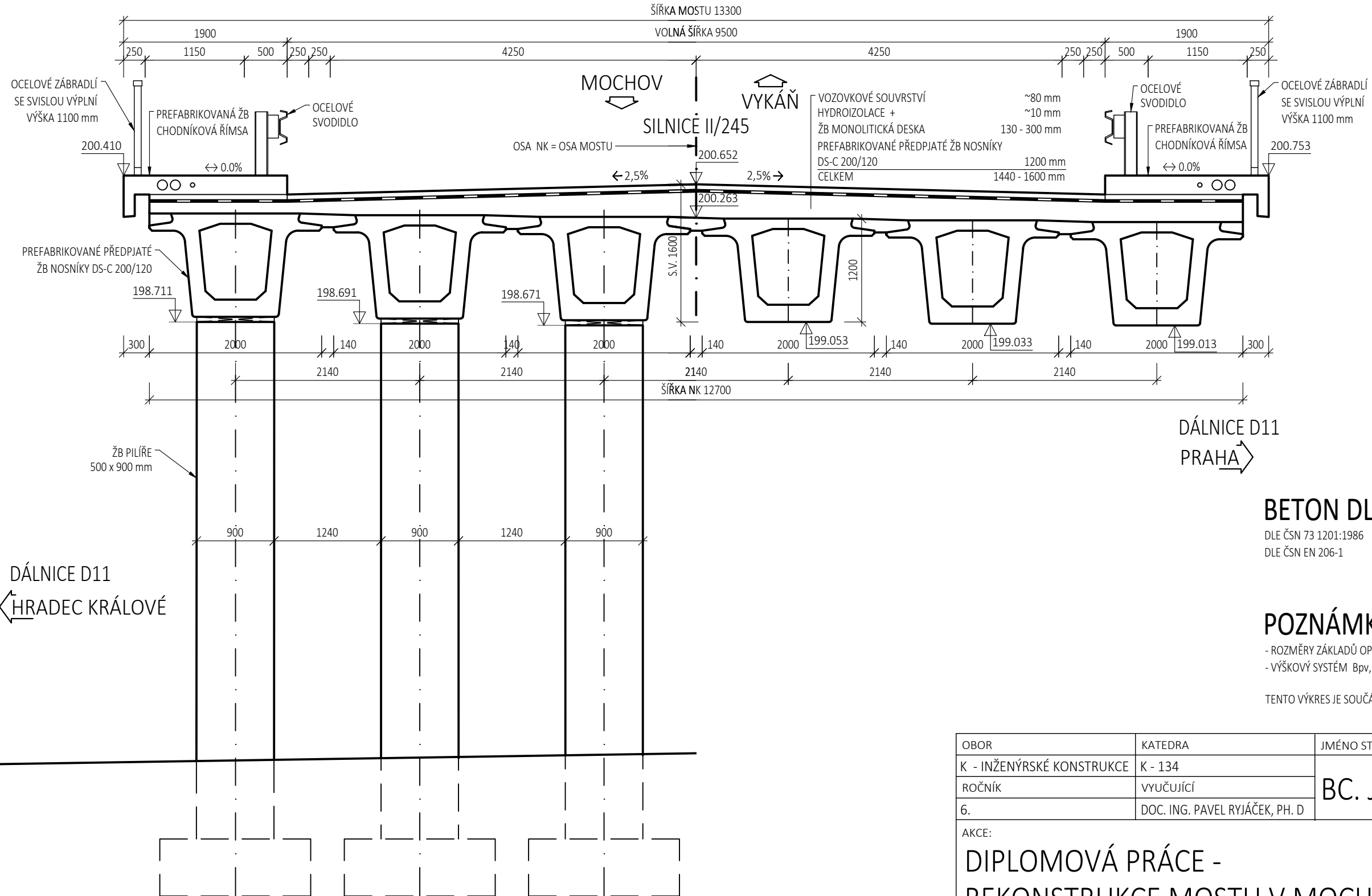
ŘEZ B-B

M1:50

PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI

ŘEZ A-A

M1:50



BETON DLE DIAG. PRŮZKUMU

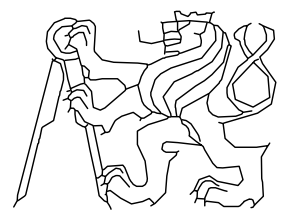
DLE ČSN 73 1201:1986 BETON B30
DLE ČSN EN 206-1 BETON C25/30

POZNÁMKY

- ROZMĚRY ZÁKLADŮ OPĚR A KŘÍDEL NEJSOU ZNÁMY.
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA
K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	K - 134	BC. JAN FÍŠER
ROČNÍK	vyučující	
6.	DOC. ING. PAVEL RYJÁČEK, PH. D	
AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ		
OBSAH: STÁVAJÍCÍ STAV - PŘÍČNÉ ŘEZY		
FORMÁT	A3	
MĚŘÍTKO	1:50	
DATUM	15.05.2019	
Č. VÝKRESU	2.4	





**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Část 3 – Nový stav

Příloha č. 3.1

Technická zpráva

Diplomová práce

Rekonstrukce mostu v Mochově

Autor práce:

Bc. Jan Fišer

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ryjáček Ph.D.

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí K134

Letní semestr 2019





1 Identifikační údaje objektu

1.1 Stavba

Název:	II/245 Mochov, most ev. č. 245-009 přes dálnici D11 za obcí Mochov
Objekt:	Most ev. č. 245-009
Druh stavby:	Rekonstrukce
Místo stavby:	Mochov, okres Praha-východ, Středočeský kraj
Správce mostu:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje

1.2 Objednatel akce

Středočeský kraj

Zborovská 82/11
150 21, Praha 5

1.3 Zhotovitel technického řešení

VPÚ DECO Praha a.s.

Podbabská 1014/20
160 00, Praha 6
DIČ: CZ60193280

1.4 Obecné charakteristiky mostu

Předmět přemostění:	pozemní komunikace dálnice D11
Úhel křížení:	61°
Třída komunikace:	2. třída
Rozpětí polí [m]:	Stávající stav: 17,08 - 34 – 16,925 Nový stav: 47,8
Návrhová kategorie komunikace:	S 9,5
Poloha mostovky:	Horní
Směrové vedení komunikace na mostě:	Přímá
Podélný sklon:	-2% ve směru na Vykáň.
Šikmost mostu:	61°



2 Geologické poměry

Byly provedeny dva jádrové vrty v okolí mostu:

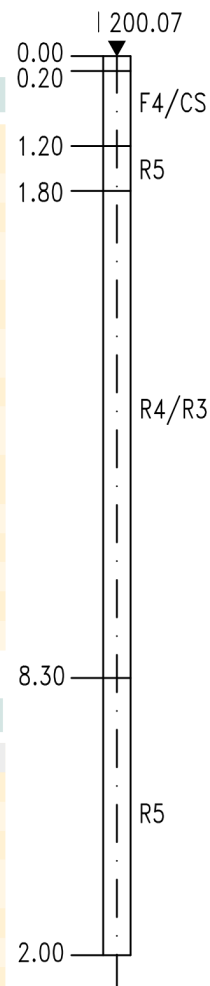
Vrt u mochovské opěry – D0212

Česká geologická služba - útvar Geofond
databáze geologicky dokumentovaných objektů, výpis pořízen dne : 15.04.2019



VRT - ZÁKLADNÍ INFORMACE

Stát	Česká republika	Nadmořská výška - souřadnice Z	201.40
Jazyk	česky	Inklinometrie (Y/N)	N
Název databáze	GDO	Účel	inženýrskogeologický
ID	228370	Hydrogeologické údaje (Y/N)	N
Původní název	D 0210	Hloubka hladiny podzemní vody [m]	
Zkrácený název	D 0210	Druh hladiny podzemní vody	suchý vrt
Rok vzniku objektu	1980	Karotáž (Y/N)	N
Poskytovatel dat	Česká geologická služba - Geofond	Provedené zkoušky	hydrogeologické zkoušky a měření
Hloubka vrtu (m)	16	Hmotná dokumentace (Y/N)	N
Primární dokumentace	GF P030148	Druh objektu	vrt svislý
Souřadnice X - JTSK [m]	1041633.30	Geologický profil (Y/N)	Y
Souřadnice Y - JTSK [m]	715043.20	Organizace provádějící	Geoindustria, závod Praha
Způsob zaměření X,Y	zaměřeno	Organizace blokující	
Výškový systém	Balt po vyrovnaní	Blokováno do	



ZÁKLADNÍ LITOLOGICKÁ DATA

Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0 - 0.30	Kvartér	hlína humózní tmavá hnědá
0.30 - 1.40	Křída	slínovec rozložený písčité světlá žlutá šedá
1.40 - 2.30	Křída	slínovec zvětralý písčité rozpadavý šedá žlutá
2.30 - 3.80	Křída	slínovec silně navětralý písčité deskovitě odlučný rozpadavý max.velikost částic 2 dm šedá žlutá
3.80 - 8.30	Křída	slínovec navětralý písčité deskovitě odlučný průměr. mocnost vrstev 50 cm šedá
8.30 - 10	Křída	slínovec navětralý písčité pevný lavicovitě odlučný šedá
10 - 16	Křída	slínovec zpevněný deskovitě odlučný šedá



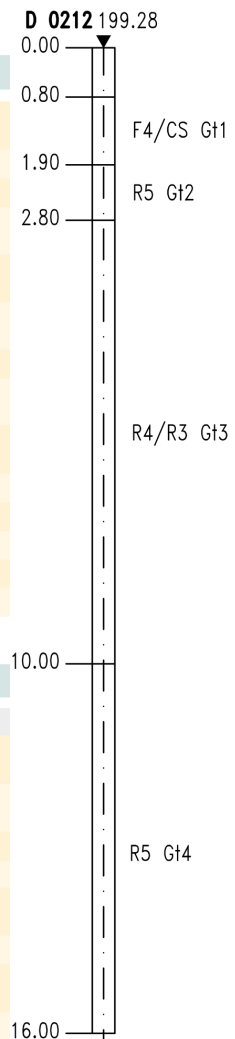
Vrt u vykáňské opěry – D212

Česká geologická služba - útvar Geofond
databáze geologicky dokumentovaných objektů, výpis pořízen dne : 15.04.2019



VRT - ZÁKLADNÍ INFORMACE

Stát	Česká republika	Nadmořská výška - souřadnice Z	199.70
Jazyk	česky	Inklinometrie (Y/N)	N
Název databáze	GDO	Účel	inženýrskogeologický
ID	228375	Hydrogeologické údaje (Y/N)	N
Původní název	D 212	Hloubka hladiny podzemní vody [m]	11.20
Zkrácený název	D 212	Druh hladiny podzemní vody	[ověřováno]
Rok vzniku objektu	1980	Karotáž (Y/N)	N
Poskytovatel dat	Česká geologická služba - Geofond	Provedené zkoušky	
Hloubka vrtu (m)	16	Hmotná dokumentace (Y/N)	N
Primární dokumentace	GF P030148	Druh objektu	vrt svislý
Souřadnice X - JTSK [m]	1041669.10	Geologický profil (Y/N)	Y
Souřadnice Y - JTSK [m]	715026.90	Organizace provádějící	Geoindustria, závod Praha
Způsob zaměření X,Y	zaměřeno	Organizace blokující	
Výškový systém	Balt po vyrovnání	Blokováno do	



ZÁKLADNÍ LITOLOGICKÁ DATA

Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0 - 0.80	Kvartér	hlína humózní jílovitý tmavá hnědá příměs: písek křemen ve valounech ojedinelé
0.80 - 1.50	Kvartér	hlína jílovitý tuhý bílá žlutá slínovec zvětralý v ostrohranných úlomcích
1.50 - 1.90	Křída	slínovec jílovitý písčité rozložený žlutá hnědá
1.90 - 2.80	Křída	slínovec zvětralý písčité deskovité odlučný bílá žlutá
2.80 - 6.60	Křída	opuka navětralý deskovité odlučný žlutá šedá slínovec ve vložkách zvětralý
6.60 - 10	Křída	opuka pevný slabě navětralý deskovité odlučný světlá šedá
10 - 13.40	Křída	slínovec silně navětralý deskovité odlučný zelená šedá hnědá opuka ve vložkách zpevněný
13.40 - 16	Křída	slínovec navětralý zpevněný tmavá šedá

Shrnutí geologických poměrů

Podloží mostu v úrovni založení tvoří zvětralé slínovce třídy R4 až R5.

Horniny tohoto typu lze považovat za vhodné pro hlubinné založení na pilotách.

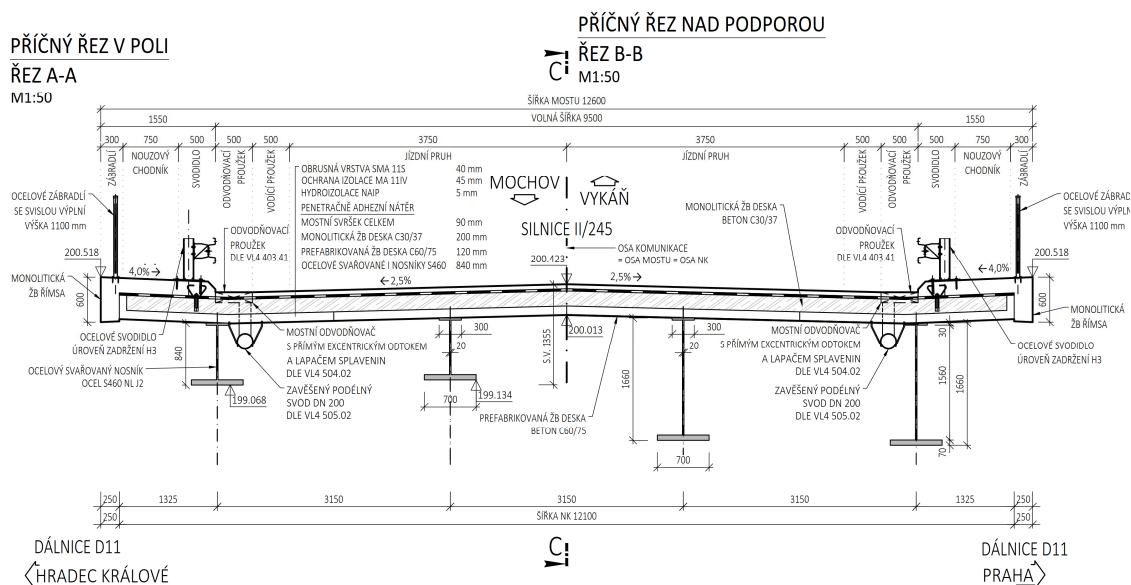


3 Popis nového mostu

3.1 Charakteristiky mostu

Typ konstrukce:	Ocelobetonové spřažené nosníky s prefabrikovanou deskou a monolitickou dobetonávkou.
Statické schéma:	Rám (integrováný most)
Konstrukce mostovky:	ŽB monolitická deska
Stavební výška:	1,355 m
Volná výška podjezdu:	min. 5,04 m
Výška NK:	1,50 m
Délka mostu:	65,79 m
Délka NK:	48,6 m
Délka přemostění:	46,0 m
Šířka mostu:	12,6 m
Šířka NK:	12,1 m
Příčný sklon vozovky:	střešovitý 2,5 %
Volná šířka mostu:	9,5 m
Šířka chodníku:	0,75 m oboustranný
Plocha mostu:	$66,025 \times 12,6 = 831,915 \text{ m}^2$
Plocha NK:	$48,6 \times 12,1 = 588,06 \text{ m}^2$

Podrobně viz přehledné výkresy: přílohy 3.4 až 3.6



Obrázek 1 - Příčný řez mostu

3.2 Popis řešení mostu

Most je navržen jako plně integrovaný se spodní stavbou a s rovnoběžnými křídly. Integrace je nutná zejména kvůli požadavku nízké stavební výšky (1,355 m) pro dané rozpětí (47,8 m).

3.2.1 Nosná konstrukce (viz také výkres č. 3.8)

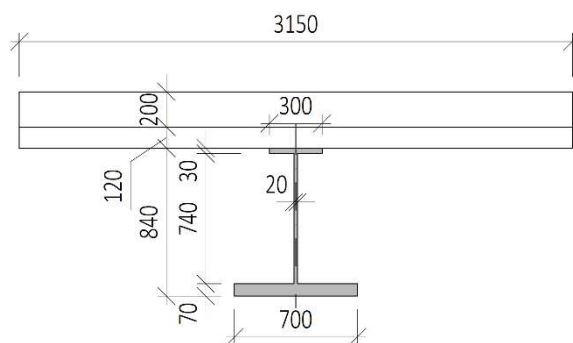
Nosná konstrukce je navržena jako ocelobetonový spřažený nosník, kde část ŽB desky je prefabrikovaná z vysokopevnostního betonu (HPC) a zbylá část je standardní monolitická deska. Prefabrikovaná deska funguje jako ztracené bednění a je uvažována do výpočtu. Toto řešení umožňuje zachování stlačené stavební výšky a zároveň umožní rychlou výstavbu bez nákladného přerušování dopravy na přemostované dálnici.

Ocelový nosník je navržen se zaoblenými náběhy u podpor, kde stavební výška už není omezena. Nosník je navržen jako svařovaný oboustrannými koutovými svary bez montážních spojů. Spřažení betonových desek bude zajištěno trny s hlavou, přičemž příčně vždy 2 trny budou zakončeny v prefabrikované desce a 2 v monolitické desce.

Rozměry nosníku:		V poli		Nad podporou	
Výška ocelového průřezu	h	840	mm	1660	mm
Šířka horní pásnice	b _{th}	300	mm	300	mm
Šířka dolní pásnice	b _{td}	700	mm	700	mm
Tloušťka stojiny	t _w	20	mm	20	mm
Tloušťka horní pásnice	t _{th}	30	mm	30	mm
Tloušťka dolní pásnice	t _{td}	70	mm	70	mm
Ocel nosníku: S460 J2 NL [2,3,6]					
ŽB deska	tloušťka	Specifikace betonu: [4,5]			
Monolitická ŽB deska	200	mm	Beton C30/37-XC3, XD1, XF2-CI 0,20-D _{max} 22-S3		
Prefabrikovaná ŽB deska	120	mm	Beton C60/75-XC3, XD1, XF2-CI 0,20-D _{max} 16-S3		
Výztuž do betonu	Výztuž B500B [6]				

Nosnou konstrukci tvoří 4 nosníky s osovou roztečí 3,15 m. Prefabrikovaná deska je rozdělena pro každý nosník tak, že pro střední nosníky má deska šířku $1,575 + 1,575 = 3,15$ m a pro krajní nosníky šířku $1,325 + 1,75 = 2,90$ m.

Nosníky budou vyrobeny s nadvýšením pro kompenzaci průhybu od stálých zatížení.



Obrázek 2 - Ocelobetonový střední nosník v poli

Návrh nadvýšení v ose rozpětí dle statického výpočtu (př. č. 3.2):

- Pro krajní nosníky – 1450 mm.
- Pro střední nosníky – 1490 mm.

Nosná konstrukce bude vetknuta do opěr tak, že betonáž monolitické desky proběhne současně s betonáží vrcholu opěr.



3.2.2 Spodní stavba

Spodní stavbu tvoří dvě šikmé ŽB opěry. Jsou 7,5 m vysoké, široké 13,81 m (šikmo) a 1,83 m tlusté. Rovnoběžná křídla mostu jsou monoliticky spojena s opěrami a mají délku 6,1 m a tloušťku 800 mm. Základ křídel je ve vysoký 1 m a široký 1,5 m. Horní hrana základů bude skloněna minimálně 5 %. Všechny prvky spodní stavby budou budovány na desku z podkladního betonu.

3.2.3 Založení

Každá opěra je hlubinně založena na 4 pilotách o průměru 1,2 m a délce 10 m. Křídla jsou založena taktéž hlubinně vždy jednou pilotou o průměru 1,2 m a délce 8 m.

3.2.4 Přechodové oblasti

Přechodové oblasti budou provedeny dle VL4 201.07 a ČSN 73 6244 [23, 24]. Spodní nepropustný zásyp za opěrou bude vyspárován k opěře a překryt těsnící folií. Za rubem opěru bude příčně provedena drenáž dle VL4 204.01a a vyvedena skrz křídla na odláždění křídel. Všechny části konstrukce v trvalém styku se zemínou budou opatřeny izolací proti zemní vlhkosti. Propustný zásyp za opěrou bude hutněn na 150 kPa po vrstvách tloušťky 300 mm.

Na opěru bude ukotvena přechodová deska tloušťky 350 mm o délce 5,5 m. Přechodová deska bude překryta izolací (NAIP) a ochrannou vrstvou izolace.

3.2.5 Mostní svršek a římsy

Je navržena následující skladba souvrství:

- Obrusná vrstva vozovky SMA 11S tloušťky 40 mm
- Ochrana izolace MA 11IV tloušťky 45 mm
- Hydroizolace NAIP tloušťky 5 mm
- Penetračně adhezivní nátěr

Celková tloušťka vrstev je 90 mm.

Římsy budou provedeny z monolitického betonu dle VL4 101.07 [23]. Výška pohledových svislých ploch říms bude 0,6 m, římsy přesahují nosnou konstrukci o 0,25 m. Římsy budou na nosné konstrukci kotveny kotvami do dodatečně hotovených vrtů, na křídlech budou propojeny betonářskou výztuží. Výška nášlapu říms bude 0,15 m. Viz přehledné výkresy: přílohy 3.4 až 3.6.

3.2.6 Odvodnění

Vozovka bude střešovitého příčného sklonu 2,5% a římsy budou příčně skloněny 4 % do odvodňovacího proužku vozovky, kde budou umístěny mostní odvodňovače s lapáčem splavenin dle VL4 504.02 [23]. Odvodňovače budou rozmístěny dle hydrotechnického výpočtu. Odvodňovače budou vyústěny do podélného svodu, který bude ve sklonu min. 0,5 % sveden podél opěr svisle do příkopu dálnice pod mostem.

3.2.7 Mostní vybavení

Na mostě bude osazena ocelová trubková zábradlí se svislou výplní výšky 1,1 m s PKO. Na římsách budou osazena ocelová svodidla s úrovní zadržení H3.

Protože se jedná o integrovaný most, nejsou navrženy mostní závěry či ložiska. Navržena je pouze řezaná spára ve vozovce. Obrusná vrstva vozovky bude nad ruby opěr proříznuta do hloubky obrusné vrstvy vozovkového souvrství max. tedy 40 mm a v šířce 20 mm. Spára bude vyplněna trvale pružnou záplivkou z modifikovaného asfaltu.

Označení letopočtu roku ukončení výstavby nosné konstrukce bude provedeno vlysem do betonu křídel mostu dle VL4 504.02 [23].

Revizní schodiště budou umístěna za mostem u každé opěry. Schodiště budou provedena z betonových prefabrikovaných stupňů uložených do betonového lože. Stupně budou lemovány betonovými obrubníky šířky 100 mm.

3.2.8 Uspořádání pod mostem

Podjezdny průřez dálnice odpovídá požadavkům ČSN 73 6201 [1]. Minimální podjezdová výška je 5,04 m, což vyhoví požadavku $4,80+0,15\text{ m}=4,95\text{ m}$. Volná šířka přemostované komunikace (dálnice D11) v ose mostu (šikmo) je při stávajícím stavu 30,3 m. Do plánovaného rozšíření dálnice budou svahy od opěr vydlážděny betonovou dlažbou dle VL4 206.03 [23].

Po rozšíření dálnice na šířku 38,8 m v ose mostu bude u opěr proveden příkop podél dálnice zpevněný betonovou dlažbou dle VL4 206.03 [23].

4 Materiály na mostě

4.1.1 Konstrukční ocel

Nosníky budou provedeny z oceli S460 J2 NL [2,3,6].

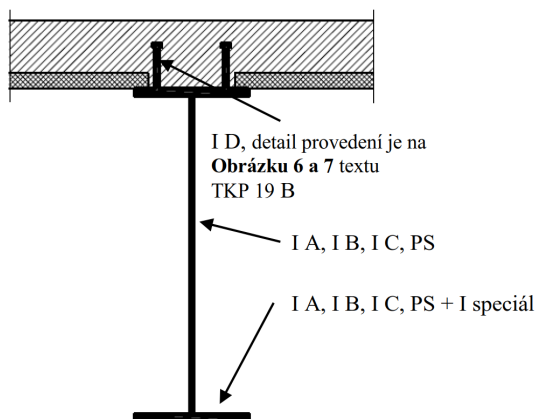
Nosník je navržen jako svařovaný oboustrannými koutovými svary bez montážních spojů. Svary budou provedeny uzavřené s výrobní třídou EXC3 dle ČSN EN 1090-2.

Spráhovací trny budou provedeny z oceli S355 J2 [2,3,6] a budou přivařeny automaticky dle EN 14555 [13].

4.1.1.1 Protikorozní ochrana [27]

Specifikace a kontrola systému PKO pro NK musí být zpracována kvalifikovaným odborníkem s minimálně pětiletou praxí dle TKP kap. 19 B [27].

Požadované systémy PKO dle prvku:



Obrázek 3 - Požadované systémy PKO [27]

4.1.2 Beton

Konstrukční prvek	Beton [4,5]	Krytí	
		minimální	jmenovité
Prefabrikovaná deska NK:	C60/75 - XC3, XD1, XF2 - CI 0,20 - D _{max} 16 - S3	30 mm	35 mm
Monolitická deska:	C30/37 - XC3, XD1, XF2 - CI 0,20 - D _{max} 22 - S3	40 mm	50mm
Rámové opěry, křídla, základy	C30/37 - XC4, XD3, XF4 - CI 0,20 - D _{max} 22 - S3	50 mm	60 mm
Vrtané piloty	C30/37 - XC2, XA1- CI 0,20 - D _{max} 22 - S3	65 mm	75 mm
Přechodové desky	C30/37 - XF1 - CI 0,20 - D _{max} 22 - S3	40 mm	50 mm
Revizní schodiště	C30/37 XF4		
Římsy	C35/45 - XC4, XF4, XD3 - CI 0,20 - D _{max} 16 - S3	45 mm	55 mm

Výztuž do betonu B500B [6].

5 Postup výstavby

- Svaření dílců ocelových nosníků na předmontážní ploše. (Odpočívadlo dálnice D11 cca 3 km ve směru na Prahu)
- Betonáž prefabrikované desky – proběhne na nosnících podepřených po celé délce nejpozději 60 dní před datem montáže.
- Demolice stávajícího stavu, výkopy na úroveň založení nového stavu.
- Vrtání pilot
- Betonáž základů křídel, křídel a opěr do výšky cca 5,9 m pro položení nosníků.
- Montáž nosníků s prefabrikovanou deskou pomocí autojeřábů do konečné polohy, fixace a rektifikace polohy nosníků.

Přeprava nosníků z předmontážní plochy a montáž proběhne během krátkodobé uzavírky v nočních hodinách. Uzavírky v denním čase nejsou očekávány. Může být navržena částečná uzavírka jednoho směru dálnice pro dopravu z předmontážní plochy.

- Betonáž opěr, monolitické desky a křídel do konečného tvaru.
- Provedení drenáží za opěrou, provedení izolace spodní stavby, zásyp a hutnění přechodových oblastí a svahů za křídly, odláždění svahů podél křídel a pod mostem.
- Betonáž přechodových desek, položení izolace NK, osazení systému odvodnění, betonáž říms a revizních schodišť.



- Konstrukce vozovky, osazení zábradlí a svodidel.
- Dopravní značení, dokončovací práce a uvedení do provozu.

Autojeřáby vyžadované k montáži nosníku – minimálně 2 jeřáby, každý s nosností min. 40 t (hmotnost nosníku s prefa deskou max. 73 t.)

6 Závěr

Navržený most splňuje všechny požadavky objednatele se zachováním původního vedení a uspořádání převáděné i přemostňované komunikace. Zároveň umožňuje způsob výstavby nevyžadující dlouhodobou uzavírku přemostňované dálnice.

Most je navržen s životností 100 let, a protože je integrovaný se spodní stavbou, jsou tak sníženy náklady na údržbu.

Nový stav je navržen v souladu s dostupnými normami a předpisy.



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Část 3 - Nový stav

Příloha č. 3.2

Statický výpočet

Diplomová práce

Rekonstrukce mostu v Mochově

Autor práce:

Bc. Jan Fišer

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ryjáček Ph.D.

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí K134

Letní semestr 2019





OBSAH

1	Statický výpočet zatížitelnosti.....	3
2	Konstrukce	4
3	Materiály.....	5
4	Zatížení	5
5	Výpočetní model	9
6	Posouzení během výstavby	19
7	Mezní stavy použitelnosti.....	26
8	Mezní stavy únosnosti.....	61
9	Závěr	84



1 Identifikační údaje objektu

1.1 Stavba

Název:	II/245 Mochov, most ev. č. 245-009 přes dálnici D11 za obcí Mochov
Objekt:	Most ev. č. 245-009
Druh stavby:	Rekonstrukce
Místo stavby:	Mochov, okres Praha-východ, Středočeský kraj
Správce mostu:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje

1.2 Objednatel akce

Středočeský kraj
Zborovská 82/11
150 21, Praha 5

1.3 Zhotovitel technického řešení

VPÚ DECO Praha a.s.
Podbabská 1014/20
160 00, Praha 6
DIČ: CZ60193280

1.4 Obecné charakteristiky mostu

Předmět přemostění:	pozemní komunikace dálnice D11
Třída komunikace:	2. třída
Délka mostu:	Stávající stav: 82 m Nový stav: 65,79 m
Rozpětí polí:	Stávající stav: 17,08 - 34 - 16,925 m Nový stav: 47,8 m
Délka přemostění:	Stávající stav: 66,4 m Nový stav: 46,0 m
Návrhová kategorie komunikace:	S 9,5
Typ konstrukce:	Ocelobetonové spřažené nosníky s prefabrikovanou deskou a monolitickou dobetonávkou.
Poloha mostovky:	Horní
Šířka NK:	12,1 m
Směrové vedení komunikace na mostě:	Přímá
Podélný sklon:	-2 % ve směru na Vykáň.
Šikmost mostu:	61°



2 Konstrukce

Most je navržen jako rám integrovaný se spodní stavbou s rozpětím 47,8 m.

Nosná konstrukce se skládá ze čtyř ocelových plnostěnných svařovaných I nosníků proměnné výšky se spřaženou prefabrikovanou betonovou deskou a monolitickou dobetonávkou. Obě desky jsou spřaženy s nosníkem pomocí trnů s hlavou. Celkem má nosná konstrukce šířku 12,1 m.

Železobetonové opěry, které jsou monoliticky spojeny s nosnou konstrukcí, jsou 7,5 m vysoké, široké 13,81 m (šíkmo) a 1,83 m tlusté. Opěra je hlubinně založena na 4 pilotách o průměru 1,2 m a délce 10 m. K opěrám jsou monoliticky připojena betonová rovnoběžná křídla o tloušťce 800 mm a délce 8,1 m. Základ křídel je výšky 1 m a šířky 1,5 m. Každé křídlo je na konci založeno pilotou s průměrem

2.1 Postup výstavby

Ocelové nosníky se spřaženou prefabrikovanou deskou budou vyrobeny předem. Betonáž prefabrikované desky proběhne nejpozději 60 dní před montáží.

Nosníky s prefa deskou budou při montáži položeny opěry do konečné polohy a zafixovány proti posunu.

Následně proběhne betonáž monolitické desky společně s dobetonováním opěr a křídel do konečné výšky.

Následně budou vybetonovány římsy, dokončeme mostní svršek a osazeno mostní vybavení. Ve výpočtu bylo uváženo uvedení do provozu nejdříve 30 dní po

2.2 Výška NK

Požadavek pro průjezdný prostor přemostované komunikace:

Výška průjezdního prostoru pro dálnice [1]:	4800 mm
Bezpečnostní rezerva pro volnou výšku podjezdu:	150 mm
Rezerva pro průhyb NK:	100 mm
Požadovaná volná výška celkem:	5050 mm
Niveleta přemostované komunikace (dálnice D11):	194,04 m n.m.
Niveleta převáděné komunikace (silnice II.třídy):	200,45 m n.m.
Volná výška celkem:	6410 mm
Tloušťka mostního svršku:	90 mm
→ Maximální výška NK:	1270 mm

NÁVRH:

Ocelový plnostěnný I nosník	výška v poli $h_{\text{pole}} =$	840 mm
	výška nad podporou $h_{\text{podp}} =$	1660 mm
Prefabrikovaná ŽB deska	tloušťka $t_p =$	120 mm
Monolitická ŽB deska	tloušťka $t_m =$	200 mm
→ Celková výška NK v poli		1160 mm



2.3 Zatřídění nosníku [2,13]

Rozměry nosníku:		V poli	Nad podporou
Výška ocelového průřezu	h	840 mm	1660 mm
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300 mm	300 mm
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700 mm	700 mm
Tloušťka stojiny	t_w	20 mm	20 mm
Tloušťka horní pásnice	t_{fh}	30 mm	30 mm
Tloušťka dolní pásnice	t_{fd}	70 mm	70 mm

Horní pásnice - spřažená trny s betonovou deskou - Třída 1 (Uvážena ocel S460, kde $\epsilon=0,71$)

Stojina v poli při ohybu: $c/t = 740 / 20 = 37 \leq 51,46 = 72\epsilon$

→ Průřez v poli - Třída 1

Stojina nad podporou při ohybu: $c/t = 1560 / 20 = 78 \leq 88,63 = 124\epsilon$

→ Průřez nad podporou - Třída 3

Dolní pásnice v tlaku: $c/t = 340 / 70 = 4,9 \leq 6,433 = 9\epsilon$

→ Třída 1

3 Materiály

Nosníky:	Ocel S460 J2 NL [2,3,6]
Spřahovací trny:	Ocel S355 J2 [2,3,6]
Prefabrikovaná deska:	Beton C60/75 - XC3, XD1, XF2 - Cl 0,20 - Dmax 16 - S3 [4,5]
Monolitická deska:	Beton C30/37 - XC3, XD1, XF2 - Cl 0,20 - Dmax 22 - S3 [4,5]
Spodní stavba:	Beton C30/37 - XC4, XD3, XF4 - Cl 0,20 - Dmax 22 - S3 [4,5]
Výztuž do betonu:	Výztuž B500B [6]

4 Zatížení

4.1 Stálé zatížení

$$\gamma_G = 1,350 [7]$$

4.1.2 VLASTNÍ TÍHA

Ocelová část NK

Ocel S460 J2 NL - $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3 [8]$

Ocelové nosníky: V poli: $A_s = 72800 \text{ mm}^2 \rightarrow 5,71 \text{ kN/m}$

Nad podporou: $A_s = 89200 \text{ mm}^2 \rightarrow 7,00 \text{ kN/m}$

ŽB desky

Beton C30/37 a C50/60 - $\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3 [8]$

Prefabrikovaná deska: tloušťka $t_p = 120 \text{ mm} \rightarrow 3,00 \text{ kN/m}^2$

Monolitická deska: tloušťka $t_m = 200 \text{ mm} \rightarrow 5,00 \text{ kN/m}^2$

Vlastní tíha ocelobetonové NK bude převedena na spodní stavbu pouze jako svislé reakce, protože k zatížení dojde před spojením NK a spodní stavby.

Spodní stavba

Beton C30/37 $\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3 [8]$

Dle rozměrů jednotlivých prvků - viz kap. 2 a příložené výkresy.



4.1.2 OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Mostní svršek	Tl.	Obj. tíha [8]	Plošná tíha
Vrstva	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
SMA 11S	40	22	0,880
MA 11 IV	45	25	1,125
Hydroizolace NAIP	5	11	0,055
CELKEM	90		2,060

Římsy - Vyztužený beton C30/37 25 kN/m³

Zábradlí 0,5 kN/m

Zábradelní svodidlo 1,5 kN/m

4.1.3 ZATÍŽENÍ SMRŠŤOVÁNÍM BETONU

$$\gamma_G = 1,350 [7]$$

Vlivem spřažení ocelového nosníku s ŽB deskou vznikají v konstrukci dodatečná napětí od smrštění betonu. Smrštění bude spočteno programem C&S od doc. Vráblíka. Přetvoření bude převedeno na příslušnou ŽB desku jako tahové napětí a na celý průřez jako tlaková normálová síla s excentricitou. Napětí a vnitřní síly budou stanoveny v kapitolách s posouzením, protože je třeba nejprve znát hodnotů pracovních součinitelů.

1) Monolitická deska

Doba ošetřování betonu 5 dní, stáří betonu při vnesení zatížení 30 dní.

Smrštění při uvedení do provozu $\epsilon_{m,30} = -1,981E-04$

Smrštění na konci životnosti: $\epsilon_{m,36530} = -3,206E-04$

2) Prefabrikovaná deska

Doba ošetřování betonu 14 dní, stáří betonu při vnesení zatížení 60 dní.

Smrštění před betonáží horní desky $\epsilon_{p,60} = -4,927E-05$

Smrštění při uvedení do provozu $\epsilon_{p,90} = -5,879E-05$

Smrštění na konci životnosti $\epsilon_{s,36590} = -2,986E-04$

4.2 Proměnné zatížení

4.2.1 ZATÍŽENÍ SILNIČNÍ DOPRAVOU [9]

$$\gamma_Q = 1,350 [7]$$

Model zatížení 1 (LM1)

Umístění	Šířka [m]	Dvojnáprava [kN]			Rovn. zatíž. [kN/m ²]			Šířka [m]	q _i [kN/m]
		Q _{ik}	α _{Qi}	α _i *Q _{ik}	q _{ik}	α _{qi}	α _i *q _{ik}		
Pruh 1	3,0	300	1,0	300	9,0	1,0	9,0	3,0	27,0
Pruh 2	3,0	200	1,0	200	2,5	2,4	6,0	3,0	18,0
Pruh 3	3,0	100	1,0	100	2,5	1,2	3,0	3,0	9,0
Zbýv. plocha	0,5	0	1,0	0	2,5	1,2	3,0	0,5	1,5
Zatížení chodníků							2,5	0,75	1,9

Hodnoty regulačních součinitelů α pro skupinu PK 1.

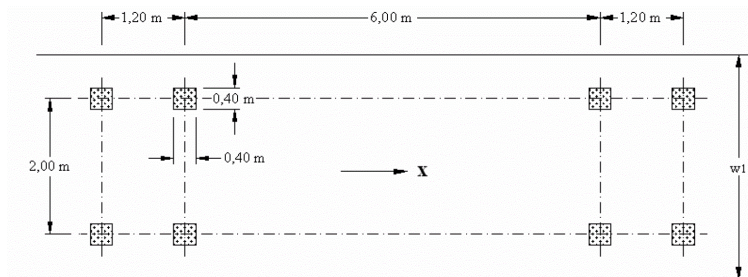
Model zatížení na únavu 1 (FLM1)

Model zatížení na únavu 1 má stejné uspořádání jako LM1 definovaný v 4.3.2 s hodnotami nápravových sil rovnými $0,7Q_{ik}$ hodnotami rovnoměrného zatížení rovnými $0,3q_{ik}$ a, pokud není stanoveno jinak, $0,3q_{rk}$. [9]



Model zatížení na únavu 3 (FLM1)

Tento model má čtyři nápravy, každá náprava má dvě identická kola. Nápravová síla každé nápravy je rovna 120 kN a dotyková plocha každého kola je čtverec o straně 0,40 m. [9]



Obrázek 3 - Model zatížení na únavu 3

Brzdné a rozjezdové síly - vodorovné

$$Q_{lk} = 0,6 \alpha_{Q1} (2 Q_{1k}) + 0,10 \alpha_{Q1} q_{1k} w_1 L \quad (\text{hodnoty z LM1, } w \text{ je šířka pruhu a } L \text{ je rozpětí mostu})$$

$$180 \alpha_{Q1} \text{ (kN)} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ (kN)},$$

$$Q_{lk} = 489,1 \text{ kN}$$

Jako podélné rovnoměrné zatížení: $Q_{lk}/L = 10,23 \text{ kN/m}$

4.2.2 ZATÍŽENÍ VĚTREM [10]

$$\gamma_Q = 1,500 [7]$$

Kategorie terénu 0 $\rightarrow z_0 = 0,003 \text{ m} ; z_{\min} = 1,0 \text{ m} ; v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

$$\text{Základní rychlost větru } v_b = c_{\text{dir}} * c_{\text{season}} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

Síly ve směru x - zjednodušená metoda:

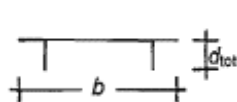
$$f_w = q/2 * v_b^2 * C * h \quad h = 1,265 \text{ m} \quad q = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

C součinitel zatížení větrem $C = c_e \cdot c_{f,x}$, kde c_e je součinitel expozice

Pro $z = 7,5 \text{ m}$ a kategorii terénu II součinitel $c_e = 2,2$

Součinitel $c_{f,x}$:

Stav 1 - Výstavba



V poli:
 $b = 12,10 \text{ m}$
 $d_{\text{tot}} = 1,265 \text{ m}$

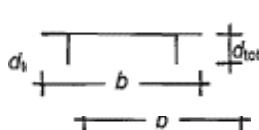
Nad podporou:
 $b = 12,10 \text{ m}$
 $d_{\text{tot}} = 2,085 \text{ m}$

Stav 2 - Konečný bez dopravy

V poli:
 $b = 12,60 \text{ m}$
 $d_{\text{tot}} = 1,450 \text{ m}$

Nad podporou:
 $b = 12,60 \text{ m}$
 $d_{\text{tot}} = 2,270 \text{ m}$

Stav 3 - Konečný s dopravou



V poli:
 $b = 12,60 \text{ m}$
 $d_{\text{tot}} = 3,355 \text{ m}$

Nad podporou:
 $b = 12,60 \text{ m}$
 $d_{\text{tot}} = 4,175 \text{ m}$

Stav 1 - Výstavba:	V poli - $b/d_{\text{tot}} = 9,6 \rightarrow$	$c_{f,x} = 1,3 \rightarrow$	$f_w = 1,413 \text{ kN/m}$
	Nad podporou - $b/d_{\text{tot}} = 5,8 \rightarrow$	$c_{f,x} = 1,3 \rightarrow$	$f_w = 1,413 \text{ kN/m}$



Stav 2 - Konečný bez dopravy

$$\begin{array}{l} \text{V poli - } b/d_{\text{tot}} = 8,7 \rightarrow c_{f,x} = 1,0 \rightarrow \underline{\underline{f_w = 1,087 \text{ kN/m}}} \\ \text{Nad podporou - } b/d_{\text{tot}} = 5,6 \rightarrow c_{f,x} = 1,0 \rightarrow \underline{\underline{f_w = 1,087 \text{ kN/m}}} \end{array}$$

Stav 3 - Konečný s dopravou

$$\begin{array}{l} \text{V poli - } b/d_{\text{tot}} = 3,8 \rightarrow c_{f,x} = 1,6 \rightarrow \underline{\underline{f_w = 1,739 \text{ kN/m}}} \\ \text{Nad podporou - } b/d_{\text{tot}} = 3,0 \rightarrow c_{f,x} = 1,5 \rightarrow \underline{\underline{f_w = 1,631 \text{ kN/m}}} \end{array}$$

4.2.3 ZATÍŽENÍ TEPLOTOU [11]

$$\gamma_Q = 1,500 [7]$$

Rovnoměrná složka

$$T_{\text{max}} = 40 \text{ °C} ; T_{\text{min}} = -32 \text{ °C}$$

$$\text{Ocelobetonová NK - 2. typ} \rightarrow T_{e,\text{max}} = 45 \text{ °C} ; T_{e,\text{min}} = -27 \text{ °C}$$

$$\text{Referenční teplota kce: } T_0 = 10 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\text{min}} \quad \Delta T_{N,\text{con}} = -37 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\text{max}} - T_0 \quad \Delta T_{N,\text{exp}} = 35 \text{ °C}$$

Nerovnoměrná složka - nosná konstrukce

Zjednodušený postup.

Uvážíme ohřátí a ochlazení betonové desky o 10°C. ΔT

Kombinování účinků

A) 0,35 * rovnoměrná složka + nerovnoměrná složka

B) rovnoměrná složka + 0,75 * nerovnoměrná složka

Přičemž pro tuto konstrukci je vždy účinnější kombinace B.

4.2.4 ZATÍŽENÍ ZEMNÍMI TLAKY [12]

$$\gamma_Q = 1,500 [7]$$

$$\begin{array}{l} \text{Nesoudržný zásyp} \rightarrow \text{soudržnost } c = 0 \text{ kPa} \\ \text{úhel vnitřního tření } \varphi = 30 \text{ °} \\ \text{objemová tíha } \gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \\ \text{výška zásypu } h = 7,5 \text{ m} \\ \text{hutněno po vrstvách s napětím } \sigma_{\text{hutn}} = 150 \text{ kPa} \end{array}$$

Zemní tlak v klidu pro překonsolidovanou zeminu:

$$K_{0,\text{OCR}} = (1 - \sin\varphi) * \text{OCR}^{\sin\varphi} \quad \text{OCR} = \sigma_{\text{hutn}} / \sigma_z \geq 1,0$$

Aktivní tlak

$$K_a = \text{tg}(45 - \varphi/2) = 0,333$$

Pasivní tlak

$$K_p = \text{tg}(45 + \varphi/2) = 3,000$$

Pasivní tlak mobilizovaný (Vogtova teorie)

$$K_{p,\text{mob}} = K_0 (K_p - K_0) * \frac{v(z)}{z * (a + \frac{v(z)}{z})} \quad v(z) = \delta * \left(1 - \frac{z}{h}\right)$$

,kde z je souřadnice ve svislém směru a v(z) je průběh deformace stojky, a je součinitel zohledňující charakter zásypu uvažovaný hodnotou 0,02.

Hodnoty deformace stojky budou vypočteny z modelu a doplněny dodatečně.

4.2.5 ZATÍŽENÍ BĚHEM VÝSTAVBY [14]

$$\gamma_Q = 1,350 [7]$$

Rovnoměrné plošné zatížení: 0,75 kN/m²

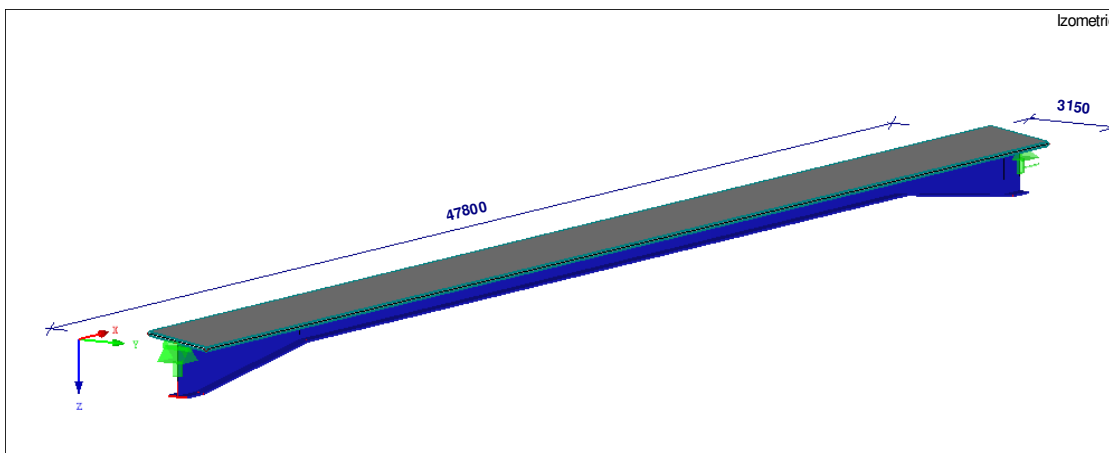


5 Výpočetní model

Pro analýzu integrovaného mostu budou použity 3D deskostěnnové modely v programu RFEM 5.17 od společnosti Dlubal Software Inc. Výpočet bude lineární a budou sestaveny kombinace výsledků pro jednotlivé modely.

Budou vyšetřovány celkem 4 modely pro analýzu konstrukce.

- 1) Model pro posouzení výstavby: Prostě uložená deska s nosníkem jako žebro.

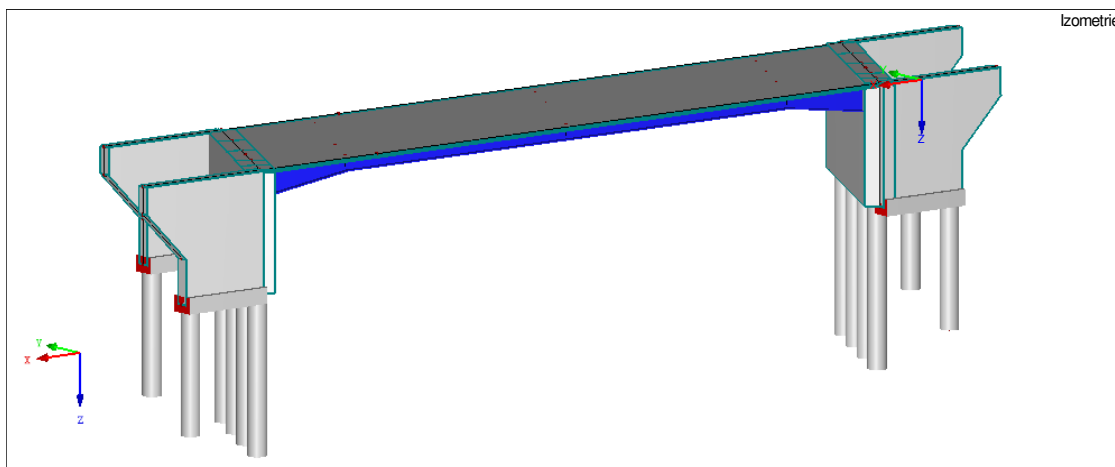


Obrázek 4 - Model č. 1 pro posouzení během výstavby

- 2) Integrovaný most - krátkodobé účinky: Tento model už bude zahrnovat celou konstrukci včetně spodní stavby a pilot. Hlavním předmětem tohoto modelu je analýza chování konstrukce při zatížení dopravou a teplotou.

- 3) Integrovaný most - smršťování betonové desky: Celá konstrukce a vyšetření účinků smršťování monolitické desky.

- 4) Integrovaný most - dlouhodobé účinky: Celá konstrukce a vyšetření účinku dotvarování betonové desky.

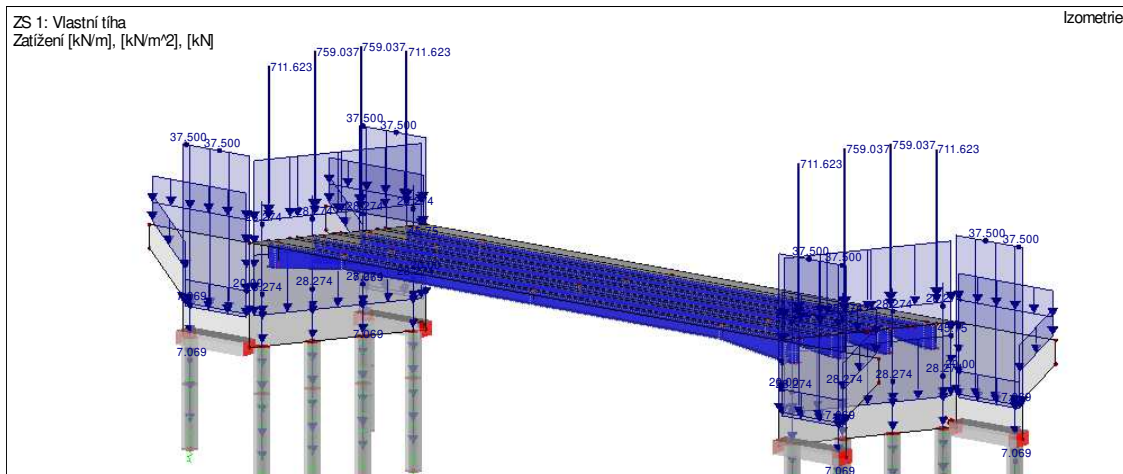


Obrázek 5 - 3D deskostěnnový model mostu

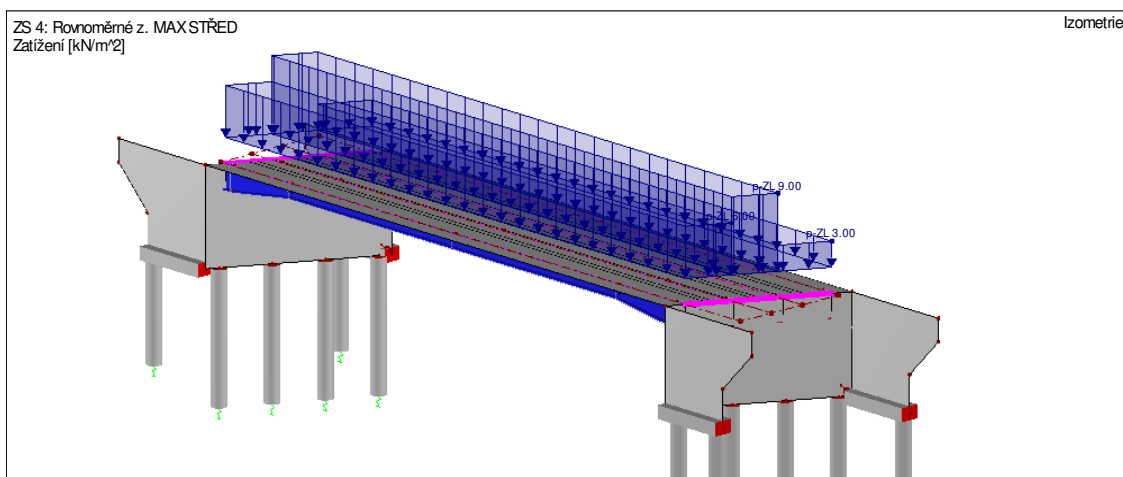


5.1 Sestavy zatížení a kombinace [7,9]

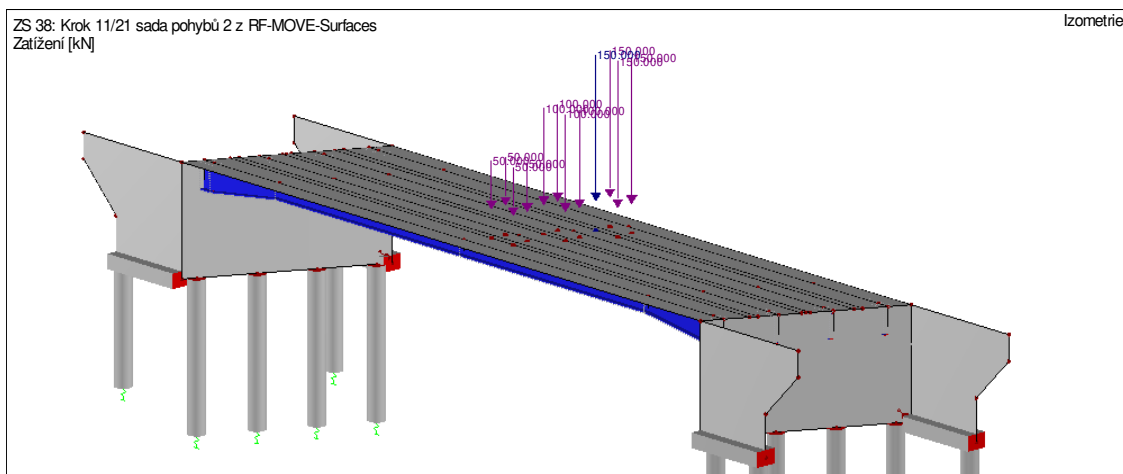
5.1.1 Zatížení modelu



Obrázek 6 - Zatížení vlastní tíhou



Obrázek 7 - Zatížení LM1 rovnoměrné



Obrázek 8 - Zatížení LM1 dvojnáprava - generováno po 2,32 m



5.1.2 Použité kombinace zatížení pro konečný stav [7,9]

Pro MSP: [7]

Tabulka A1.4 – Návrhové hodnoty zatížení v kombinacích zatížení

Kombinace	Stálá zatížení G_d		Proměnná zatížení Q_d	
	nepříznivá	příznivá	hlavní	vedlejší
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$

Pro MSÚ: [7]

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	nepříznivá	příznivá		nejúčinnější	ostatní
(Výraz 6.10a)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Výraz 6.10b)	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

5.1.2 Dlouhodobé účinky

Kombinace výsledků KV4: (Charakteristická kombinace)

Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
1.00	G ZS1	Vlastní tíha	Stálé	-
1.00	G ZS2	Ostatní stálé	Stálé	-
1.00	AE ZS75	Zem tlak křídla	Stálé	-
1.00	AE ZS80	Zem tlak dlouhodo	Stálé	-

(KV1-KV3 jsou kombinace od pojezdu dvojnápravy)

5.1.3 Krátkodobé účinky

Kombinace výsledků KV5: (Charakteristická kombinace)

Hlavní účinek - teplota

Vedlejší účinek - doprava →

Značka	ψ_0
TS (dvojnápravy)	0,75
UDL (rovnoměrné zatížení)	0,40

[7]

Zatěžovací stavy a kombinace v kombinaci výsledků KV5				
Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
0.40	gr1a ZS3	Rovnoměrné z. MAX VLE	Proměnné	1
0.40	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MAX STŘ	Proměnné	1
0.40	gr1a ZS5	Rovnoměrné z. MAX VPR	Proměnné	1
1.00	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	2
1.00	KZ3	Ochlaz hl. rovnom	Proměnné	2
0.75	KV1	LM1 Dvojnáprava MAX V	Proměnné	3
0.75	KV2	LM1 Dvojnáprava MAX V	Proměnné	3
0.75	KV3	LM1 Dvojnáprava MAX S	Proměnné	3

(Zemní tlaky budou odvozeny a přiřazeny v kap. 5.4)



Kombinace výsledků KV6: (Charakteristická kombinace)

Hlavní účinek - doprava

Vedlejší účinek - teplota → $\psi_0 = 0,6$

Zatěžovací stavy a kombinace v kombinaci výsledků KV6				
Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
1.00	gr1a ZS3	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
1.00	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
1.00	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
1.00	gr1a ZS6	Chodníky	Proměnné	-
0.60	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	2
0.60	KZ3	Ochlaz hl. rovnom	Proměnné	2
1.00	KV1	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.00	KV2	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.00	KV3	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3

Kombinace výsledků KV7: (Charakteristická kombinace)

Zatěžovací stavy a kombinace v kombinaci výsledků KV7				
Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
1.00	AE ZS78	Zem tlak pasiv O1	Proměnné	-
1.00	AE ZS79	Zem tlak pasiv O2	Proměnné	-
1.00	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	-

(Účinky zatížení teplotou jsou nejvýznamější a vodorovné síly od dopravy se jako vedlejší účinek neuvažují - $\psi_0 = 0$. [7,9]. Zemní tlaky budou odvozeny a přiřazeny v kap. 5.4.)

5.1.4 Zanedbaná zatížení

Zatížení větrem

Pro krajní nosník - pouze ocel, charakteristická hodnota:

$$\text{Max } M_z = 13,252 \text{ kNm, pak } \sigma_{x,\text{max}} = M_z \cdot e_y / I_z = 2,265 \text{ MPa}$$

Tato hodnota je zanedbatelná oproti zatížení dopravou nebo teplotou.

Bude použito pouze jako vedlejší zatížení během výstavby.

5.2 Podepření modelu

V aplikaci Pilota z balíčku programů GEO 5 od společnosti Fine s.r.o. vypočteme hodnotu modulu k. Podle [15] následně spočteme vodorovnou tuhost horniny, do které je pilota navrtána.

Posouzení piloty

Vstupní data

Parametry zemín

R4

Objemová tíha :	γ	=	25,00 kN/m ³
Poissonovo číslo :	ν	=	0,25
Edometrický modul :	E_{oed}	=	55,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	26,00 kN/m ³
Úhel roznášení :	β	=	12,00 °
Soudržnost zeminy :	c_u	=	500,00 kPa
Součinitel adheze :	α	=	0,40
Součinitel bočního tlaku zeminy :	K	=	1,00



Rekonstrukce mostu v Mochově

R5

Objemová tíha :	γ	=	23,50 kN/m ³
Poissonovo číslo :	ν	=	0,25
Edometrický modul :	E_{oed}	=	41,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	25,00 kN/m ³
Úhel roznášení :	β	=	12,00 °
Soudržnost zeminy :	c_u	=	400,00 kPa
Součinitel adheze :	α	=	0,40
Součinitel bočního tlaku zeminy :	K	=	1,00

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1,20$ m

Délka $l = 10,00$ m

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 1,13E+00$ m²

Moment setrvačnosti $I = 1,02E-01$ m⁴

Umístění

Vysazení $h = 0,00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0,00$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění

Kóta povrchu = 192,64 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3,36	0,00 .. 3,36	192,64 .. 189,28	R4	
2	6,00	3,36 .. 9,36	189,28 .. 183,28	R5	
3	-	9,36 .. ∞	183,28 .. -	R5	

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,15 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svíslé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat



Vodorovná tuhost piloty: [15]

$f = k \cdot b$, kde $b = d + 2d \cdot \operatorname{tg} \beta$

Hloubka z [m]	Modul k [MN/m ³]	d [m]	b [m]	f [MN/m ²]
0,00	0,00	1,20	1,71	0
0,45	40,20	1,20	1,71	68,747
0,95	40,20	1,20	1,71	68,747
1,45	40,20	1,20	1,71	68,747
1,95	40,20	1,20	1,71	68,747
2,45	40,20	1,20	1,71	68,747
2,95	40,20	1,20	1,71	68,747
3,40	29,97	1,20	1,71	51,253
3,90	29,97	1,20	1,71	51,253
4,40	29,97	1,20	1,71	51,253
4,90	29,97	1,20	1,71	51,253
5,40	29,97	1,20	1,71	51,253
5,90	29,97	1,20	1,71	51,253
6,40	29,97	1,20	1,71	51,253
6,90	29,97	1,20	1,71	51,253
7,40	29,97	1,20	1,71	51,253
7,90	29,97	1,20	1,71	51,253
8,40	29,97	1,20	1,71	51,253
8,90	29,97	1,20	1,71	51,253
9,36	29,97	1,20	1,71	51,253
9,85	29,97	1,20	1,71	51,253
10,00	29,97	1,20	1,71	51,253

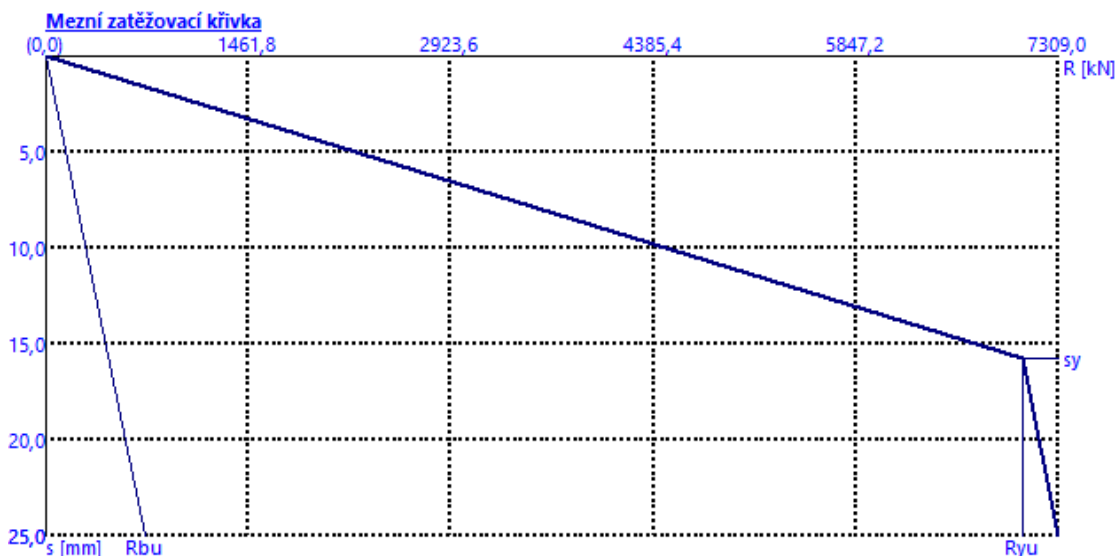
Svislá tuhost piloty:

V aplikaci Pilota z balíčku programů GEO 5 od společnosti Fine s.r.o. vypočteme zatěžovací křivku pro sedání a z toho odvodíme tuhost podloží.

$$k_v = \frac{R_c}{s_{lim}}$$

,kde R_c je reakce při sednutí piloty s_{lim} .

Vstupní hodnoty jsou stejné jako pro vodorovnou tuhost (viz výše).

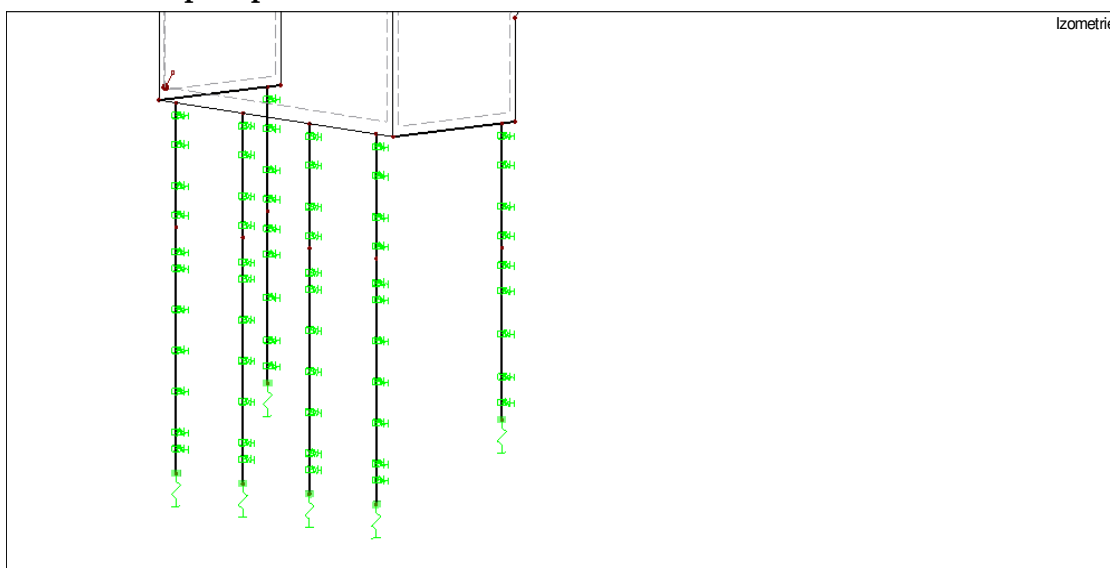


Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště, tření $R_{yU} = 7050,37 \text{ kN}$
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yU} $s_y = 15,8 \text{ mm}$
 Celková únosnost $R_c = 7308,97 \text{ kN}$
 Maximální sednutí $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$

Svislá tuhost podloží: $k_z = 446,226 \text{ MN/m}$

Modelování podepření:



Obrázek 9 - Zatížení LM1 dvojnáprava - generováno po 2,32 m

Modelování - pružné podloží prutu vodorovném posunu

Podloží č.	Na prutech č.	$C_{1,x}$ [MN/m ²]	$C_{1,y}$ [MN/m ²]	$C_{1,z}$ [MN/m ²]	$C_{2,x}$ [MN]	$C_{2,y}$ [MN]	$C_{2,z}$ [MN]	C_ϕ [MNm/rad/m]
1	78-99	0.000	68.747	68.747	0.000	0.000	0.000	0.000
2	49,52,55-58,69,72,	0.000	51.253	51.253	0.000	0.000	0.000	0.000

Modelování - Uzlová pružná podpora ve směru Z

Podpora č.	Na uzlech č.	Osový systém	Sloup v Z	Podepření resp. pružina [MN/m]			Vetknutí resp. pružina [MNm/rad]		
				ux	uy	uz	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
1	142,176,183,186,187,189,191	Globální X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	446.226	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.3 Spolupůsobící šířky [13]

5.3.1 Během výstavby - prostý nosník

 Rozteč trnů: $b_0 = 120 \text{ mm}$

 Pro střední nosníky $b_1 = b_2 = 1515 \text{ mm}$

 Pro krajní nosníky $b_1 = 1265 \text{ mm}$
 $b_2 = 1515 \text{ mm}$

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

 kde $\beta_i = (0,55 + 0,025L_e/b_{ei}) \leq 1,0$

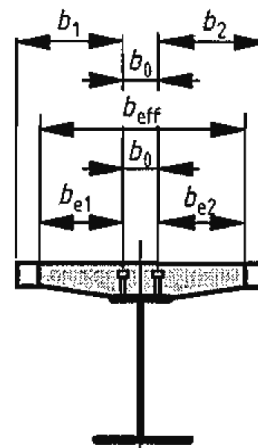
 a kde b_{ei} je účinná šířka uprostřed koncového pole podle (5);

 L_e ekvivalentní rozpětí koncového pole podle obrázku 5.1. [13]

 Pro střední nosníky $L_e = 0,85 L = 40,63 \text{ m}$
 $b_{e1,2} = L_e/8 \leq b_{1,2}$ $b_{e1,2} = 1515 \text{ mm}$
 $\beta_{1,2} = 1,22 \rightarrow \underline{\beta_{1,2} = 1,0}$

 Pro krajní nosníky $L_e = 0,85 L = 40,63 \text{ m}$
 $b_{e1,2} = L_e/8 \leq b_{1,2}$ $b_{e1} = 1265 \text{ mm}$ $b_{e2} = 1515 \text{ mm}$
 $\beta_1 = 1,353$
 $\beta_2 = 1,22 \rightarrow \underline{\beta_{1,2} = 1,0}$

 Pro střední nosníky $b_{\text{eff}} = 3150 \text{ mm}$

 Pro krajní nosníky $b_{\text{eff}} = 2900 \text{ mm}$


Obrázek 10 - Spolupůsobící šířky [13]

5.3.2 Konečný stav - rám

5.3.2.1 Průřez v poli

Stejný případ jako během výstavby.

 Rozteč vnějších trnů: $b_0 = 240 \text{ mm}$ (Rozteč trnů do horní desky)

 Pro střední nosníky $b_1 = b_2 = 1455 \text{ mm}$

 Pro krajní nosníky $b_1 = 1205 \text{ mm}$
 $b_2 = 1455 \text{ mm}$

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

 kde $\beta_i = (0,55 + 0,025L_e/b_{ei}) \leq 1,0$

 a kde b_{ei} je účinná šířka uprostřed koncového pole podle (5);

 L_e ekvivalentní rozpětí koncového pole podle obrázku 5.1. [13]

 Pro střední nosníky $L_e = 0,85 L = 40,63 \text{ m}$
 $b_{e1,2} = L_e/8 \leq b_{1,2}$ $b_{e1,2} = 1455 \text{ mm}$
 $\beta_{1,2} = 1,248 \rightarrow \underline{\beta_{1,2} = 1,0}$

 Pro krajní nosníky $L_e = 0,85 L = 40,63 \text{ m}$
 $b_{e1,2} = L_e/8 \leq b_{1,2}$ $b_{e1} = 1205 \text{ mm}$ $b_{e2} = 1455 \text{ mm}$



$$\beta_1 = 1,393$$

$$\beta_2 = 1,248 \rightarrow \underline{\beta_{1,2} = 1,0}$$

$$\text{Pro střední nosníky} \quad \mathbf{b_{eff} = 3150 \text{ mm}}$$

$$\text{Pro krajní nosníky} \quad \mathbf{b_{eff} = 2900 \text{ mm}}$$

5.3.2.2 Průřez nad podporou

Stejný případ jako během výstavby.

$$\text{Rozteč vnějších trnů:} \quad b_0 = 140 \text{ mm} \quad (\text{Rozteč trnů do horní desky})$$

$$\text{Pro střední nosníky} \quad b_1 = b_2 = 1505 \text{ mm}$$

$$\text{Pro krajní nosníky} \quad b_1 = 1255 \text{ mm}$$

$$b_2 = 1505 \text{ mm}$$

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

$$\text{kde} \quad \beta_i = (0,55 + 0,025L_e/b_{ei}) \leq 1,0$$

a kde b_{ei} je účinná šířka uprostřed koncového pole podle (5);

L_e ekvivalentní rozpětí koncového pole podle obrázku 5.1. 13]

$$\text{Pro střední nosníky} \quad L_e = 0,25 (L_1 + L_2) = 13,83 \text{ m} \quad \text{,kde } L_1 \text{ je rozpětí pole a } L_2 \text{ je výška opěry}$$

$$b_{e1,2} = L_e/8 \leq b_{1,2} \quad b_{e1,2} = 1505 \text{ mm}$$

$$\underline{\beta_{1,2} = 0,780}$$

$$\text{Pro krajní nosníky} \quad L_e = 0,25 (L_1 + L_2) = 13,83 \text{ m}$$

$$b_{e1,2} = L_e/8 \leq b_{1,2} \quad b_{e1} = 1255 \text{ mm} \quad b_{e2} = 1505 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,825$$

$$\beta_2 = 0,78$$

$$\text{Pro střední nosníky} \quad \mathbf{b_{eff} = 2487 \text{ mm}}$$

$$\text{Pro krajní nosníky} \quad \mathbf{b_{eff} = 2349 \text{ mm}}$$

Spolupůsobící šířky budou zadány pro žebra desky do modelu.



5.4 Odvození zemních tlaků [12]

Vzorce viz kap. 4.2.4; hodnoty zemních tlaků viz dále.

5.4.1 Zemní tlak na opěry pro dlouhodobé účinky (KV4)

Deformace bez zemních tlaků: $\delta_0 = \max 0,1 \text{ mm}$ → Účinkuje zemní tlak v klidu

Deformace se zemním tlakem v klidu $\delta_1 = 1,1 \text{ mm}$

$\delta/h = 0,01\% < 0,1\%$ → Nedojde k mobilizaci aktivního tlaku

5.4.2 Zemní tlak na opěry pro krátkodobé účinky - aktivní (KV5,KV6)

Deformace bez zemních tlaků: $\delta_0 = 4,8 \text{ mm}$ směrem od zeminy

$\delta/h = 0,06\% < 0,1\%$ → Nedojde k mobilizaci aktivního tlaku

Deformace se zemním tlakem v klidu $\delta_1 = 5 \text{ mm}$

$\delta/h = 0,07\% < 0,1\%$ → Nedojde k mobilizaci aktivního tlaku

5.4.3 Zemní tlak na opěry pro krátkodobé účinky - pasivní (KV7)

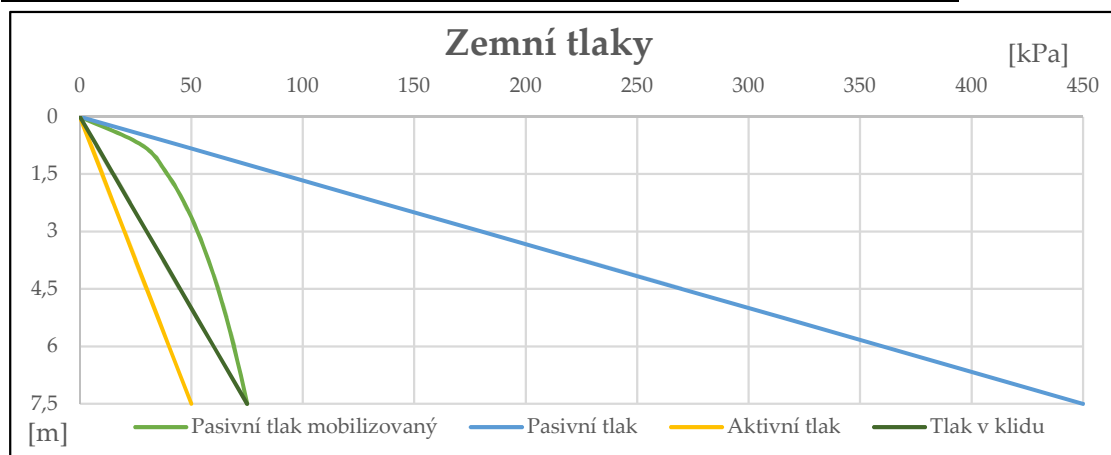
Deformace bez zemních tlaků: $\delta_0 = 4,2 \text{ mm}$ směrem do zeminy

$\delta/h = 0,06\% < 1,1\%$ → Nedojde k mobilizaci pasivního tlaku

→ Pro žádnou kombinace nedojde k mobilizaci aktivního či pasivního tlaku, a proto bude uvažován zemní tlak v klidu. Tento tlak se nemění, a tak je uvažován jako stálé zatížení.

5.4.4 Hodnoty zemních tlaků

z	$\sigma_{z,hutn}$	$\sigma_{z,zem}$	OCR	$K_{0,OCR}$	K_p	v klidu	aktivní	v_z	$K_{p,mob}$	$\sigma_{Kp,mob}$
[m]	[kPa]	[kPa]	[-]	[-]	[-]	[kPa]	[kPa]	[m]	[-]	[kPa]
0	150	0,0				0,00	0,00	0,004		0
0,750	150	15,0	10,000	1,58	3,00	7,50	5,00	0,004	1,867	28
1,500	150	30,0	5,000	1,12	3,00	15,00	10,00	0,003	1,308	39,23
2,250	150	45,0	3,333	0,91	3,00	22,50	15,00	0,003	1,041	46,84
3,000	150	60,0	2,500	0,79	3,00	30,00	20,00	0,003	0,880	52,78
3,750	150	75,0	2,000	0,71	3,00	37,50	25,00	0,002	0,770	57,72
4,500	150	90,0	1,667	0,65	3,00	45,00	30,00	0,002	0,689	61,98
5,250	150	105,0	1,429	0,60	3,00	52,50	35,00	0,001	0,626	65,74
6,000	150	120,0	1,250	0,56	3,00	60,00	40,00	0,001	0,576	69,12
6,750	150	135,0	1,111	0,53	3,00	67,50	45,00	0,000	0,535	72,19
7,500	150	150,0	1	0,50	3,00	75,00	50,00	0,000	0,500	75,00



6 Posouzení během výstavby

Nyní navrhne a posoudíme spřažený průřez na fázi výstavby před zatuhnutím monolitické desky. Nosná konstrukce je následně zmonolitněna se spodní stavbou, proto je tento stav počáteční pro posouzení konečného stavu konstrukce. Pro užití principu superpozice pro posouzení všech fází výstavby je nutné uvažovat pružné působení průřezů.

V této fázi se staticky jedná o prostý nosník proto na ohyb posoudíme pouze průřez v poli a průřez nad podporou na smyk s vlivem boulení vysoké stojiny.

6.1 Průřez

Účinná šířka ŽB desky:

$$\text{pro středový nosník } b_{\text{eff}} = 3150 \text{ mm} \quad \text{pro krajní nosník } b_{\text{eff}} = 2900 \text{ mm}$$

Tloušťka ŽB desky:

$$t_p = 120 \text{ mm}$$

Výška ocelového průřezu:

$$h = 840 \text{ mm}$$

Šířka horní pásnice:

$$b_{f,h} = 300 \text{ mm}$$

Tloušťka horní pásnice:

$$t_{f,h} = 30 \text{ mm}$$

Tloušťka stojiny

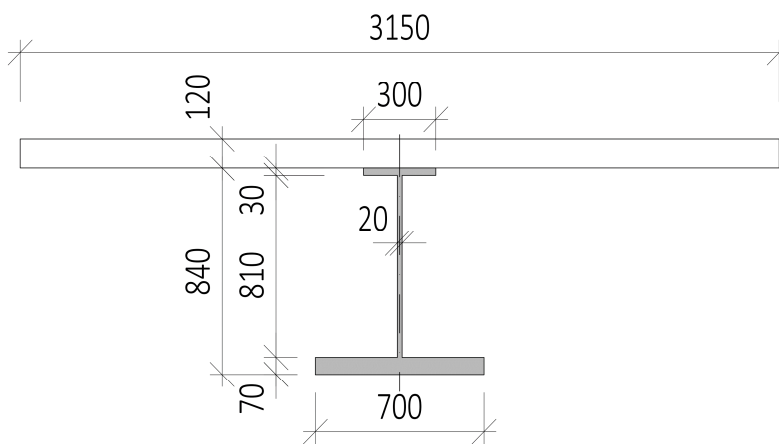
$$t_w = 20 \text{ mm}$$

Šířka dolní pásnice:

$$b_{f,d} = 700 \text{ mm}$$

Tloušťka dolní pásnice:

$$t_{f,d} = 70 \text{ mm}$$



Obrázek 11 - Průřez v poli

Plocha ocelového průřezu: $A = 72800 \text{ mm}^2$

Plocha betonové desky: $A_c = 3,78E+05 \text{ mm}^2$

Ocel S460 J2 NL:

pro $t \leq 40 \text{ mm} \rightarrow f_{yk} = 460 \text{ MPa}$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M2}$, kde $\gamma_{M0} = 1,0$

$\rightarrow f_{yd} = 460 \text{ MPa}$

Beton C60/75: $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ [5]

$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ kde $\alpha_{cc} = 1,0$; $\gamma_c = 1,5$

$\rightarrow f_{cd} = 40 \text{ MPa}$

pro $t > 40 \text{ mm} \rightarrow f_{yk} = 430 \text{ MPa}$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M2}$, kde $\gamma_{M0} = 1,0$

$\rightarrow f_{yd} = 430 \text{ MPa}$

Výztuž B500 B: $f_{sk} = 500 \text{ MPa}$

$f_{sd} = f_{yk} / \gamma_s$ kde $\gamma_s = 1,15$

$\rightarrow f_{sd} = 434,8 \text{ MPa}$



6.2 Zatížení

6.2.1 Stálé

VLASTNÍ TÍHA

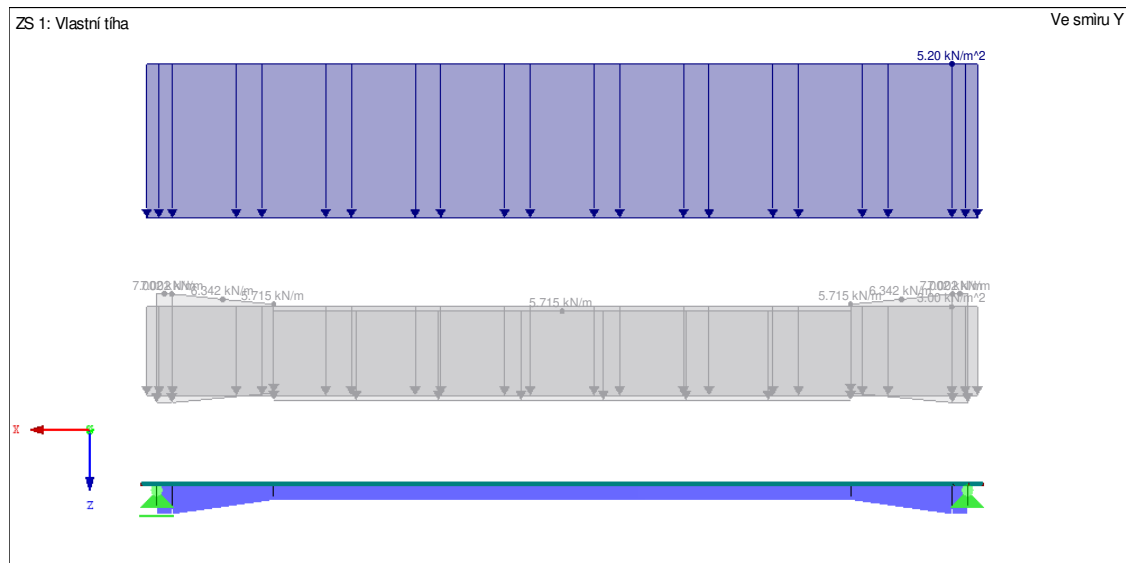
$$\gamma_G = 1,350 [7]$$

Ocelový nosník: V poli: $A_s = 72800 \text{ mm}^2 \rightarrow 5,71 \text{ kN/m}$

Nad podporou: $A_s = 89200 \text{ mm}^2 \rightarrow 7,00 \text{ kN/m}$

Prefa ŽB deska: tloušťka $t_p = 120 \text{ mm} \rightarrow 3,00 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 9,45 \text{ kN/m}$

pro krajní nosník $\rightarrow 8,70 \text{ kN/m}$



Obrázek 12 - Zatížení od vlastní tíhy

Pozn.: Náběh změny výšky nosníku je kvadratický a je tak nastaven i v programu. Vývojář programu potvrdil, že se tento detail nezobrazuje v grafice. Lineární průběh zatížení je na

Monolitická ŽB deska - čerstvý beton $\gamma = 26,0 \text{ kN/m}^3 [8]$

tloušťka $t_m = 200 \text{ mm} \rightarrow 5,20 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 16,38 \text{ kN/m}$

6.2.2 Proměnné

MONTÁŽNÍ

$$\gamma_Q = 1,350 [7]$$

Rovnoměrné plošné zatížení: $0,75 \text{ kN/m}^3 \rightarrow 2,36 \text{ kN/m}$

VÍTR

$$\gamma_Q = 1,500 \quad \psi_0 = 0,800 \quad [7]$$

Rovnoměrné liniové zatížení ve vodorovném směru: $f_w = 1,413 \text{ kN/m}$



Rekonstrukce mostu v Mochově

6.3 Vnitřní síly

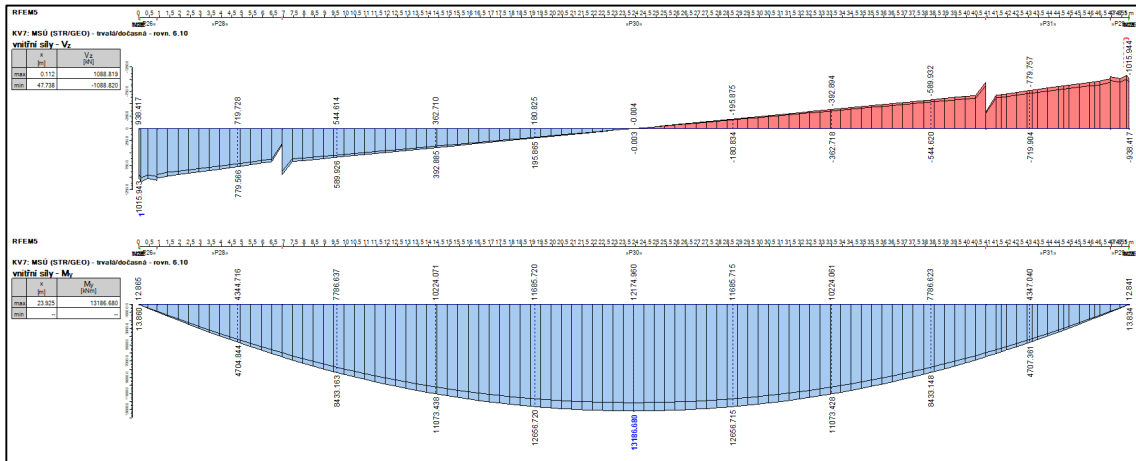
6.3.1 Pro posouzení v MSÚ

Kombinace 6.10 [7]:

Středový nosník:

$$V_{Ed} = 1089 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 13187 \text{ kNm}$$



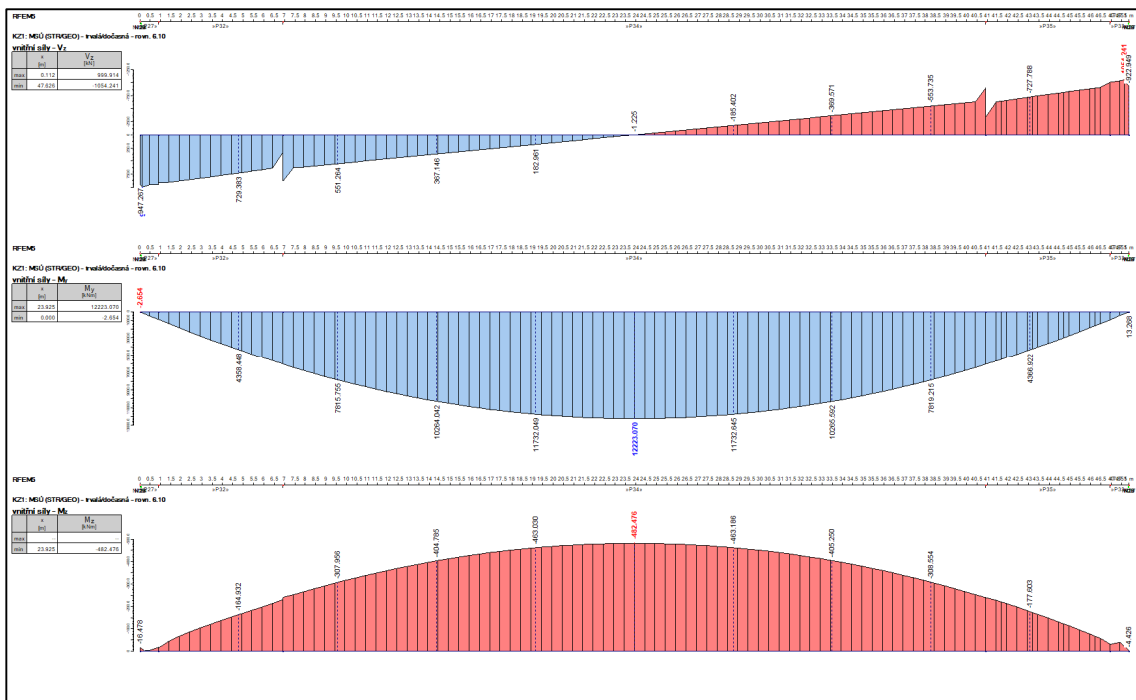
Obrázek 13 - Průběh momentu a posouvající síly pro posouzení výstavby v MSÚ na středovém nosníku

Krajní nosník

$$V_{z,Ed} = 1054 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 12223 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 482,5 \text{ kNm}$$



Obrázek 14 - Průběh momentů a posouvající síly pro posouzení výstavby v MSÚ na krajním nosníku



6.4 Únosnost při ohybu v MSÚ - Kladný moment

6.4.1 Střední nosník

Výška ocelového průřezu	h	840	mm
Šířka horní pásnice	b _{fh}	300	mm
Šířka dolní pásnice	b _{fd}	700	mm
Tloušťka stojiny	t _w	20	mm
Tloušťka horní pásnice	t _{fh}	30	mm
Tloušťka dolní pásnice	t _{fd}	70	mm
Tloušťka ŽB desky prefa	t _p	120	mm
Šířka ŽB desky prefa	b _{eff}	3150	mm

Předpoklad neutrální osy ve stojině a dolní vlákna oceli na mezi kluzu v tahu.

Vzdálenost N.O. od horních vláken desky - x - neznámá hodnota.

Iterační metoda - x = 609,613 mm

Síla v betonu:

$$F_c = b_{eff} * 0,8 * t_b * f_{cd} = 3150 * 0,8 * 120 * 40 = -12,1 \text{ MN}$$

Síla v ocelové horní pásnici:

$$F_{A, fh} = -(x - t_p) / ((h + t_p - x) * f_{yd} * t_{fh} * b_{fh} + t_{fh} / ((h + t_p - x) * f_{yd} * t_{fh} * b_{fh} / 2) = -5,24 \text{ MN}$$

Síla v tlačené části stojin:

$$F_{A, w, tlak} = -((x - t_p - t_{fh}) / ((h + t_p - x) * f_{yd} * (x - t_p - t_{fh}) * t_w / 2) = -2,59 \text{ MN}$$

Síla v tažené části stojin:

$$F_{A, w, tah} = (h + t_p - x - t_{fd}) / ((h + t_p - x) * f_{yd} * (h + t_p - x - t_{fd}) * t_w / 2) = 0,96 \text{ MN}$$

Síla v dolní pásnici:

$$F_{A, fd} = (h + t_p - x - t_{fd}) / ((h + t_p - x) * f_{yd} * t_{fd} * b_{fd} + (t_{fd} / ((h + t_p - x) * f_{yd} * t_{fd} / 2 * b_{fd} = 18,97 \text{ MN}$$

$$\Sigma F = 0,000 \text{ MN}$$

$$x = 609,6 \text{ mm}$$

Předpoklad polohy N.O. splněn.

Únosnost v ohybu (rameno k horním vláknům)

$$M_{Rd} = \Sigma F_i * z_i = -12,1 * 48,0 + -5,24 * 134,8 + -2,59 * 303,2 + 0,96 * 796,538 + 18,97 * 926,3 = \underline{\underline{16,26 \text{ MNm}}}$$

POSOUZENÍ	M _{Ed}	M _{Rd}	Využití
Průřez	[kNm]	[kNm]	M _{Ed} /M _{Rd}
V poli	13186,70	16262,49	0,81



6.4.2 Krajní nosník

Výška ocelového průřezu	h	840	mm
Šířka horní pásnice	b _{fh}	300	mm
Šířka dolní pásnice	b _{fd}	700	mm
Tloušťka stojiny	t _w	20	mm
Tloušťka horní pásnice	t _{fh}	30	mm
Tloušťka dolní pásnice	t _{fd}	70	mm
Tloušťka ŽB desky prefa	t _p	120	mm
Šířka ŽB desky prefa	b _{eff}	2900	mm
Poloha těžiště (shora)	e _{z,h}	408	mm
Moment setrvačnosti k ose Y	I _y	2,326E+10	mm ⁴
Souřadnice Z d. vláken oceli	e _{z,d}	552	mm
Průřezový modul ocelového průřezu k ose Z (pružný)	W _{el,z,A}	5,911E+06	mm ³

PROSTÝ OHYB

Předpoklad neutrální osy ve stojině a dolní vlákna oceli na mezi kluzu v tahu.

Vzdálenost N.O. od horních vláken desky - x - neznámá hodnota.

Iterační metoda - x = 626,285 mm

Síla v betonu:

$$F_c = b_{eff} * 0,8 * t_b * f_{cd} = 0 * 0,8 * 120 * 40 = -11,1 \text{ MN}$$

Síla v ocelové horní pásnici:

$$F_{A,fh} = -(x-t_p)/(h+t_p-x) * f_{yd} * t_{fh} * b_{fh} + t_{fh}/(h+t_p-x) * f_{yd} * t_{fh} * b_{fh}/2 = -5,7 \text{ MN}$$

Síla v tlačené části stojin:

$$F_{A,w,tlak} = -((x-t_p-t_{fh})/(h+t_p-x) * f_{yd} * (x-t_p-t_{fh}) * t_w/2) = -2,92 \text{ MN}$$

Síla v tažené části stojin:

$$F_{A,w,tah} = (h+t_p-x-t_{fd})/(h+t_p-x) * f_{yd} * (h+t_p-x-t_{fd}) * t_w/2 = 0,90 \text{ MN}$$

Síla v dolní pásnici:

$$F_{A,fd} = (h+t_p-x-t_{fd})/(h+t_p-x) * f_{yd} * t_{fd} * b_{fd} + (t_{fd}/(h+t_p-x)) * f_{yd} * t_{fd}/2 * b_{fd} = 18,86 \text{ MN}$$

$$\Sigma F = 0,000 \text{ MN}$$

$$x = 626,3 \text{ mm}$$

Předpoklad polohy N.O. splněn.

Únosnost v ohybu (rameno k horním vláknům)

$$M_{Rd} = \Sigma F_i * z_i = -11,1 * 48,0 + -5,70 * 150 + -2,92 * 308,8 + 0,90 * 802,095 + 18,86 * 890 = \underline{\underline{15,21 \text{ MNm}}}$$

POSOUZENÍ	M _{Ed}	M _{Rd}	Využití
Průřez	[kNm]	[kNm]	M _{Ed} /M _{Rd}
V poli	12223,10	15212,70	0,80



ŠIKMÝ OHYB

Pro ohyb kolem osy Z zjednodušeně uvažujeme pouze ocelový průřez:

$$M_{y,Ed} = 12223 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed} = 482,5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,A,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y} * e_{z,d} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z,A}} ;$$

$$\frac{\sigma_{x,A,Ed}}{f_{yd}} \leq 1,0$$

POSOUZENÍ	$\sigma_{x,A,Ed}$	f_{yd}	Využití
Průřez	[MPa]	[MPa]	
V poli	371,74	460,00	0,81

6.5 Únosnost ve smyku v MSÚ [2,13,14]

Středový nosník

Výška ocelového průřezu	h	1660	mm		
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	mm		
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	mm		
Plouščka stojiny	t_w	20	mm		
Plouščka horní pásnice	t_{fh}	30	mm		
Plouščka dolní pásnice	t_{fd}	70	mm		
Plouščka ŽB desky prefa	t_p	120	mm	Krajní nosník	
Šířka ŽB desky prefa	b_{eff}	3150	mm	b_{eff}	2900 mm

Účinek betonu bude zanedbán, proto je smyková únosnost obou nosníků stejná.

Smyková únosnost s vlivem boulení stojiny:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$$

kde příspěvek stojiny činí:

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

Příspěvek pásnice neuvažujeme.

Upravená štíhlost:

Příčné výtuhy jsou pouze nad podporami:

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 t \varepsilon} = 1,263 \geq 1,08 \rightarrow \chi_w = 0,83 / \bar{\lambda}_w = 0,657$$

$$V_{bw,Rd} = 5445 \text{ kNm}$$

POSOUZENÍ	V_{Ed}	$V_{b,Rd}$	Využití
Průřez	[kNm]	[kNm]	$V_{Ed}/V_{b,Rd}$
Nad podporou	1088,82	5445,08	0,20



6.6 Návrh spřažení [13]

Spřahovací trny: průměr $d = 20$ mm $h_{sc}/d = 5 > 4 \rightarrow \alpha = 1,0$
 délka trnu $h_{sc} = 100$ mm $\gamma_V = 1,25$
 Ocel S355 - $f_u = 490$ MPa

$$P_{Rd} = \min \left(\frac{0,8 f_u \pi d^2 / 4}{\gamma_V}; \frac{0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V} \right) = \min(98520,34562 ; 141956,703) =$$

$$P_{Rd} = 98,52 \text{ kN}$$

Síla přenášená trny (síla v betonu při ohybu v MSÚ v poli):

$$N_{c,max} = 12,10 \text{ MN}$$

Minimální příčná rozteč trnů: $s_{min} = 2,5d = 50$ mm 240 mm **OK**

Minimální počet trnů na polovinu rozpětí: $n_{min} = N_{c,max} / P_{Rd} = 123$

\rightarrow max rozteč trnů $s_L = L / (2n_{min}) = 194,3$ mm

NÁVRH: 184 dvojic trnů na polovinu rozpětí s podélnou roztečí $s_L = 130$ mm

SPŘAŽENÍ VYHOVÍ V MSÚ

6.7 Posouzení desky v příčném směru

KRYCÍ VRSTVA: [5]

Horní příčná výztuž:

Třída konstrukce S3

beton C60/75 - XC3, XD1, XF2 - C1 0,20 - D_{max} 16 - S3

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \} = \max (10; 30+0-0; 10) = 30 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + c_{\Delta dev} = 30 + 5 = 35 \text{ mm}$$

Protože desky nebudou mezi nosníky při montáži spojeny či podepřeny je třeba posoudit pouze horní příčnou výztuž. Ostatní výztuž bude navržena konstrukční.

$$\text{Konzola: } (g \cdot \gamma_G + q \cdot \gamma_Q) \cdot L^2 / 2 = (8,2 \cdot 1,35 + 0,75 \cdot 1,5 \cdot) \cdot 1,785^2 / 2 = 19,43$$

$$m_{Ed} = 19,43 \text{ kNm/m}$$

Účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \varnothing_s / 2 = 120 - 35 - 10 / 2 = 80 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$\mu = \frac{m_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,08 \rightarrow \zeta = 0,958$$

$$a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 583,043 \text{ mm}^2/\text{m}$$

NÁVRH: $\varnothing 10$ mm á 130 mm; $a_{s,prov} = 604 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$\text{Tlačená oblast: } x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 8,2 \text{ mm}$$

$$\text{Rameno sil: } z = d - 0,4x = 76,7 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 20,147 \text{ kNm/m} \geq 0 \text{ kNm/m}$$

Konstrukční výztuž: $\varnothing 7$ mm á 180 mm; $a_{s,prov} = 214 \text{ mm}^2/\text{m}$

Konstrukce vyhoví na MSÚ pro fázi výstavby.

Beton C60/75
$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 60 / 1,5 = 40 \text{ MPa}$
Výztuž B500B
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{Ms} = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$

Minimální výztuž:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d \text{ a současně } A_{s,min} > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$a_{s,min} = 183 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Relat. výška tlačené oblasti:

$$\xi = x/d = 0,103 \leq 0,45 \text{ OK}$$

NÁVRH VYHOVÍ



7 Mezní stavy použitelnosti [18]

Nosná konstrukce bude posouzena v MSP na omezení napětí, trhliny v betonu, svislý průhyb a spřažení. Bude použita charakteristická kombinace (viz kap. 5.1).

7.1 Omezení napětí [16,17,18]

Je třeba posoudit napětí v následujících bodech:

- 1) Tlakové napětí v betonu $\sigma_{c,max} \leq k_1 \cdot f_{ck}$ kde $k_1 = 0,6$.
- 2) Napětí v betonářské výztuži při charakteristické kombinaci $\sigma_{s,max} \leq k_3 \cdot f_{s,yk}$ kde $k_3 = 0,8$.

7.1.1 Fáze výstavby

7.1.1.1 Ideální průřez [5,13,19]

Pro analýzu napětí musíme pomocí pracovního součinitele převést betonové desky

STŘEDNÍ NOSNÍK - Pracovní součinitele - prefa deska

TAB. 7-1

	OCEL	KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ	DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ (STÁLÉ)	SMRŠŤOVÁNÍ	
E_A	210000	210000	210000	210000	MPa
E_{cm}	-	39000	39000	39000	MPa
$n_0 = E_A/E_c$		5,38	5,38	5,38	
ψ_L		0,00	1,10	0,55	
b_{eff}		3150	3150	3150	
A_c		378000	378000	378000	mm ²
$u = b_{eff} \cdot b_{fh}$		2850	2850	2850	mm
$h_0 = 2 \cdot A_c / u$		265,263	265,263	265,263	mm
t		60	36590	60	den
t_0		60	60	1	den
RH		80	80	80	%
$\beta_H = 1,5 \cdot (1 + 0,012 \cdot RH)^{18} h_0 + 250 \cdot \alpha_3$		768,084	768,084	768,084	
$\beta_c = ((t - t_0) / (\beta_H + t - t_0))^{0,3}$		0	0,9938	0,4529	
$\Phi_{RH} = 1 + (1 - RH/100) / (0,1 \cdot h_0^{0,333}) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2$		1,0471	1,0471	1,0471	
$\beta(f_{cm}) = 16,8 / (f_{cm})^{0,5}$		2,0373	2,0373	2,0373	
$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2})$		0,4223	0,4223	0,9091	
$\Phi_0 = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$		0,9009	0,9009	1,9394	
$\Phi_t = \Phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0)$		0,0000	0,8953	0,8783	
$n_L = n_0 (1 + \psi_L \cdot \Phi_t)$		5,3846	10,6877	7,9858	

Značení a výpočty dle [5] příloha B a [16].

Poznámka k tabulkám: Sloupec pro ocel slouží pro kontrolu výpočtu charakteristik.



STŘEDNÍ NOSNÍK - PRŮŘEZ V POLI - Průřezové charakteristiky

TAB. 7-2

Průřez		OCEL	KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ	DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ	SMRŠŤOVÁNÍ	
Beton						
Pracovní součinitel	n_L	-	5,3846	10,6877	7,9858	-
Šířka	b_{eff}	0	3150	3150	3150	mm
Ideální šířka b_{eff}/n_L	$b_{eff,i}$	0	585,000	294,731	394,448	mm
Tloušťka	$t_{c,i}$	0	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm						
Pracovní součinitel	n_{Ls}	-	1,0500	1,0500	1,0500	mm
Plocha výztuže	A_s	-	1963	1963	1963	mm ²
Ideální plocha výztuže	A_i	-	1869,996	1869,996	1869,996	mm ²
Vzdál. výztuže od H vláken	d_h	-	50	50	50	mm
Ocel						
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	300	300	300	mm
Tloušťka horní pásnice	t_{fh}	30	30	30	30	mm
Tloušťka stojiny	t_w	20	20	20	20	mm
Výška stojiny	h_w	740	740	740	740	mm
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	700	700	700	mm
Tloušťka dolní pásnice	t_{fd}	70	70	70	70	mm
Celková výška	h_s	840	840	840	840	mm
Ideální průřez						
Výška	h_i	840	960	960	960	mm
Plocha	A_i	72800	144869,996	110037,745	122003,794	mm ²
Stat. moment k dolním vláknům	S_{yd}	1,6E+07	8,053E+07	4,918E+07	5,995E+07	mm ³
Poloha těžiště	e_h	625,0	404,1	513,0	468,6	mm
	e_d	215,0	555,9	447,0	491,4	mm
Moment setrvačnosti	$I_{i,y}$	6,4E+09	2,347E+10	1,800E+10	2,023E+10	mm ⁴
Průřezový modul - beton, horní vlákna	$W_{i,y,c,h}$	-	-5,809E+07	-3,509E+07	-4,317E+07	mm ³
Průřezový modul - výztuž	$W_{i,y,s}$	-	-6,629E+07	-3,888E+07	-4,833E+07	mm ³
Průřezový modul - beton, dolní vlákna	$W_{i,y,c,d}$	-	-8,262E+07	-4,580E+07	-5,804E+07	mm ³
Průřezový modul - ocel, horní vlákna	$W_{i,y,s,h}$	-1,0E+07	-8,262E+07	-4,580E+07	-5,804E+07	mm ³
Průřezový modul - ocel, dolní vlákna	$W_{i,y,s,d}$	3,0E+07	4,222E+07	4,027E+07	4,117E+07	mm ³



STŘEDNÍ NOSNÍK - PRŮŘEZ NAD PODPOROU - Průřezové char.

TAB. 7-3

Průřez		OCEL	KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ	DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ	SMRŠŤOVÁNÍ	
Beton						
Pracovní součinitel	n_L	-	5,3846	10,6877	7,9858	-
Šířka	b_{eff}	0	3150	3150	3150	mm
Ideální šířka b_{eff}/n_L	$b_{eff,i}$	0	585,000	294,731	394,448	mm
Tloušťka	$t_{c,i}$	0	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm						
Pracovní součinitel	n_{Ls}	0	1,0500	1,0500	1,0500	mm
Plocha výztuže	A_s	0	1963	1963	1963	mm ²
Ideální plocha výztuže	A_i	0	1869,996	1869,996	1869,996	mm ²
Vzdál. výztuže od H vláken	d_h	0	50	50	50	mm
Ocel						
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	300	300	300	mm
Tloušťka horní pásnice	t_{fh}	30	30	30	30	mm
Tloušťka stojiny	t_w	20	20	20	20	mm
Výška stojiny	h_w	1560	1560	1560	1560	mm
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	700	700	700	mm
Tloušťka dolní pásnice	t_{fd}	70	70	70	70	mm
Celková výška	h_s	1660	1660	1660	1660	mm
Ideální průřez						
Výška	h_i	1660	1780	1780	1780	mm
Plocha	A_i	89200	161269,996	126437,745	138403,794	mm ²
Stat. moment k dolním vláknům	S_{vd}	4,3E+07	1,670E+08	1,071E+08	1,277E+08	mm ³
Poloha těžiště	e_h	1177,5	744,4	932,9	857,4	mm
	e_d	482,5	1035,6	847,1	922,6	mm
Moment setrvačnosti	$I_{i,y}$	3,3E+10	9,369E+10	7,284E+10	8,119E+10	mm ⁴
Průřezový modul - beton, horní vlákna	$W_{i,y,c,h}$	-	-1,259E+08	-7,808E+07	-9,469E+07	mm ³
Průřezový modul - výztuž	$W_{i,y,s}$	-	-1,349E+08	-8,251E+07	-1,006E+08	mm ³
Průřezový modul - beton, dolní vlákna	$W_{i,y,c,d}$	-	-1,501E+08	-8,961E+07	-1,101E+08	mm ³
Průřezový modul - ocel, horní vlákna	$W_{i,y,s,h}$	-2,8E+07	-1,501E+08	-8,961E+07	-1,101E+08	mm ³
Průřezový modul - ocel, dolní vlákna	$W_{i,y,s,d}$	6,7E+07	9,047E+07	8,599E+07	8,800E+07	mm ³



KRAJNÍ NOSNÍK - Pracovní součinitele - prefa deska

TAB. 7-4

	OCEL	KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ	DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ (STÁLÉ)	SMRŠŤOVÁNÍ	
E_A	210000	210000	210000	210000	MPa
E_{cm}	-	39000	39000	39000	MPa
$n_0 = E_a/E_c$		5,38	5,38	5,38	
ψ_L		0,00	1,10	0,55	
b_{eff}		2900	2900	2900	
A_c		348000	348000	348000	mm ²
$u = b_{eff} \cdot b_{th}$		2900	2900	2900	mm
$h_0 = 2 \cdot A_c / u$		240,000	240,000	240,000	mm
t		60	36590	60	den
t_0		60	60	1	den
RH		80	80	80	%
$\beta_H = 1,5 \cdot (1 + 0,012 \cdot RH)^{18} \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3$		712,015	712,015	712,015	
$\beta_c = ((t - t_0) / (\beta_H + t - t_0))^{0,3}$		0	0,9942	0,4625	
$\phi_{RH} = 1 + (1 - RH/100) / (0,1 \cdot h_0^{0,333}) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2$		1,0530	1,0530	1,0530	
$\beta(f_{cm}) = 16,8 / (f_{cm})^{0,5}$		2,0373	2,0373	2,0373	
$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2})$		0,4223	0,4223	0,9091	
$\phi_0 = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$		0,9059	0,9059	1,9502	
$\phi_t = \phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0)$		0,0000	0,9007	0,9020	
$n_L = n_0(1 + \psi_L \phi_t)$		5,3846	10,7196	8,0559	



KRAJNÍ NOSNÍK - PRŮŘEZ V POLI - Průřezové charakteristiky

TAB. 7-5

Průřez		OCEL	KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ	DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ	SMRŠŤOVÁNÍ	
Beton						
Pracovní součinitel	n_L	-	5,3846	10,7196	8,0559	-
Šířka	b_{eff}	0	2900	2900	2900	mm
Ideální šířka b_{eff}/n_L	$b_{eff,i}$	0	538,571	270,534	359,983	mm
Tloušťka	$t_{c,i}$	0	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm						
Pracovní součinitel	n_{Ls}	-	1,0500	1,0500	1,0500	-
Plocha výztuže	A_s	-	1806	1806	1806	mm ²
Ideální plocha výztuže	A_i	-	1720,396	1720,396	1720,396	mm ²
Vzdál. výztuže od H vláken	d_h	-	50	50	50	mm
Ocel						
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	300	300	300	mm
Tloušťka horní pásnice	t_{fh}	30	30	30	30	mm
Tloušťka stojiny	t_w	20	20	20	20	mm
Výška stojiny	h_w	740	740	740	740	mm
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	700	700	700	mm
Tloušťka dolní pásnice	t_{fd}	70	70	70	70	mm
Celková výška	h_s	840	840	840	840	mm
Ideální průřez						
Výška	h_i	840	960	960	960	mm
Plocha	A_i	72800	139148,967	106984,445	117718,300	mm ²
Stat. moment k dolním vláknům	S_{vd}	1,6E+07	7,538E+07	4,644E+07	5,610E+07	mm ³
Poloha těžiště	e_h	625,0	418,3	526,0	483,5	mm
		e_d	215,0	541,7	434,0	476,5
Moment setrvačnosti	I_{iy}	6,4E+09	2,276E+10	1,735E+10	1,948E+10	mm ⁴
Průřezový modul - beton, horní vlákna	$W_{i,y,c,h}$	-	-5,442E+07	-3,299E+07	-4,030E+07	mm ³
Průřezový modul - výztuž	$W_{i,y,s}$	-	-6,180E+07	-3,646E+07	-4,495E+07	
Průřezový modul - beton, dolní vlákna	$W_{i,y,c,d}$	-	-7,631E+07	-4,274E+07	-5,360E+07	mm ³
Průřezový modul - ocel, horní vlákna	$W_{i,y,s,h}$	-1,0E+07	-7,631E+07	-4,274E+07	-5,360E+07	mm ³
Průřezový modul - ocel, dolní vlákna	$W_{i,y,s,d}$	3,0E+07	4,201E+07	3,998E+07	4,089E+07	mm ³



KRAJNÍ NOSNÍK - PRŮŘEZ NAD PODPOROU - Průřezové char.

TAB. 7-6

Průřez		OCEL	KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ	DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ	SMRŠŤOVÁNÍ	
Prefa deska						
Pracovní součinitel	n_L	-	5,3846	10,7196	8,0559	-
Šířka	b_{eff}	0	2900	2900	2900	mm
Ideální šířka b_{eff}/n_L	$b_{eff,i}$	0	538,571	270,534	359,983	mm
Floušťka	$t_{c,i}$	0	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm						
Pracovní součinitel	n_{Ls}	-	1,0500	1,0500	1,0500	-
Plocha výztuže	A_s	-	1806	1806	1806	mm ²
Ideální plocha výztuže	A_i	-	1720,396	1720,396	1720,396	mm ²
Vzdál. výztuže od H vláken	d_h	-	50	50	50	mm
Ocel						
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	300	300	300	mm
Floušťka horní pásnice	t_{fh}	30	30	30	30	mm
Floušťka stojiny	t_w	20	20	20	20	mm
Výška stojiny	h_w	1560	1560	1560	1560	mm
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	700	700	700	mm
Floušťka dolní pásnice	t_{fd}	70	70	70	70	mm
Celková výška	h_s	1660	1660	1660	1660	mm
Ideální průřez						
Výška	h_i	1660	1780	1780	1780	mm
Plocha	A_i	89200	155548,967	123384,445	134118,300	mm ²
Stat. moment k dolním vláknům	S_{vd}	4,3E+07	1,572E+08	1,019E+08	1,203E+08	mm ³
Poloha těžiště	e_h	1177,5	769,5	954,5	882,9	mm
	e_d	482,5	1010,5	825,5	897,1	mm
Moment setrvačnosti	$I_{i,y}$	3,3E+10	9,091E+10	7,045E+10	7,837E+10	mm ⁴
Průřezový modul - beton, horní vlákna	$W_{i,y,c,h}$	-	-1,181E+08	-7,381E+07	-8,876E+07	mm ³
	$W_{i,y,s}$	-	-1,263E+08	-7,789E+07	-9,409E+07	mm ³
Průřezový modul - beton, dolní vlákna	$W_{i,y,c,d}$	-	-1,400E+08	-8,443E+07	-1,027E+08	mm ³
	$W_{i,y,s,h}$	-2,8E+07	-1,400E+08	-8,443E+07	-1,027E+08	mm ³
Průřezový modul - ocel, dolní vlákna	$W_{i,y,s,d}$	6,7E+07	8,996E+07	8,534E+07	8,736E+07	mm ³



7.1.1.2 Vnitřní síly

Fáze výstavby - Charakteristická kombinace

Zatížení vlastní tíhou spráženého nosníku včetně monolitické desky:

Pro střední nosník $M_{EK} = 8838,574 \text{ kNm}$

Pro krajní nosník $M_{EK} = 8267,960 \text{ kNm}$

7.1.1.3 Účinky smršťování

$$\varepsilon_{p,60} = -4,927E-05$$

pak tahové napětí v desce: $\sigma_{p,60} = E_{cm} \cdot \varepsilon_{p,60} = 1,922 \text{ MPa}$

Modul pružnosti pro beton C60/75 $E_{cm} = 39,0 \text{ GPa}$

Normálová síla od zabránění smrštění (tlak): $N = -\sigma \cdot A_c$

Pro střední nosník $N_{EK} = -726,368 \text{ kN}$

Pro krajní nosník $N_{EK} = -668,720 \text{ kN}$

Excentricita normálové síly:

Pro střední nosník v poli (tab.7-2) $e_N = -408,6 \text{ mm}$

nad podporou (tab.7-3) $e_N = -797,4 \text{ mm}$

Pro krajní nosník v poli (tab.7-5) $e_N = -423,5 \text{ mm}$

nad podporou (tab.7-6) $e_N = -822,9 \text{ mm}$

Ohybový moment od excentrické normálové síly:

Pro střední nosník v poli $M_{EK} = 296,785 \text{ kNm}$

nad podporou $M_{EK} = 579,217 \text{ kNm}$

Pro krajní nosník v poli $M_{EK} = 283,186 \text{ kNm}$

nad podporou $M_{EK} = 550,294 \text{ kNm}$



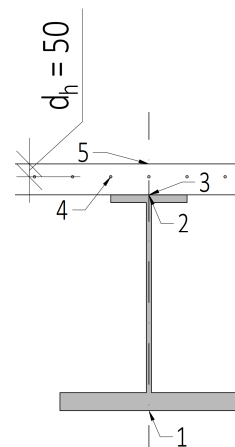
7.1.1.4 Normálová napětí

Napětí na ideálním průřezu: $\sigma_i = N/A + M/W$

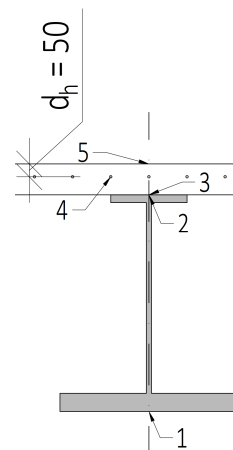
Převod napětí pro beton: $\sigma_c = \sigma_i/n_L + \sigma_{p,60}$

Převod napětí pro výztuž: $\sigma_s = \sigma_i/n_{Ls} + \sigma_{p,60} * n_{Lc}/n_{Ls}$

Napětí v MSP [MPa]			
Bod	Vlastní tíha	Smrštění	$\Sigma\sigma$
Pro střední nosník - v poli (tab. 7-2)			
5	-23,57	0,315	-23,253
4	-216,52	3,096	-213,419
3	-18,06	0,536	-17,520
2	-192,97	-11,067	-204,039
1	219,47	1,255	220,721
Napětí v MSP [MPa]			
Bod	Vlastní tíha	Smrštění	$\Sigma\sigma$
Pro střední nosník - nad podporou (tab. 7-3)			
5	0,00	0,498	0,498
4	0,00	4,130	4,130
3	0,00	0,606	0,606
2	0,00	-10,509	-10,509
1	0,00	1,334	1,334
Pro krajní nosník - v poli (tab. 7-5)			
5	-23,379	0,344	-23,035
4	-215,991	3,332	-212,658
3	-18,045	0,561	-17,485
2	-193,436	-9,042	-202,478
1	206,813	3,167	209,980
Pro krajní nosník - nad podporou (tab. 7-6)			
5	0,00	0,533	0,533
4	0,00	4,424	4,424
3	0,00	0,638	0,638
2	0,00	-10,343	-10,343
1	0,00	1,313	1,313



Obrázek 15 - Body na průřezu





7.1.1.4 Posouzení pro fázi výstavby

Obrázek 15 - Body na průřezu

Beton C60/75 $f_{ck} = 60 \text{ MPa}$

$$f_{ctk0,05} = 3,1 \text{ MPa}$$

Ocel S460 $f_y = 460 \text{ MPa}$

1) Tlačený beton $\sigma_{c,max \text{ tlak}} = 23,253 \text{ MPa}$

$$0,6 * f_{ck} = 36,000 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max \text{ tlak}} \leq 0,6 * f_{ck} \quad \text{OK!}$$

2) Tah v betonu - ověření vzniku trhlin

$$\sigma_{c,max \text{ tah}} \leq f_{ctk0,05} \quad \sigma_{c,max \text{ tah}} = 0,638 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk0,05} = 3,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max \text{ tah}} \leq f_{ctk0,05} \quad \text{OK!}$$

3) Napětí v oceli

$$\sigma_{a,max} \leq f_y \quad \sigma_{a,max} = 220,721 \text{ MPa}$$

$$f_y = 460 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,max} \leq f_y \quad \text{OK!}$$

4) Napětí ve výztuži

$$\sigma_{a,max} \leq 0,8 * f_{s,yk} \quad \sigma_{a,max} = 213,419 \text{ MPa}$$

$$f_{s,yk} = 400 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,max} \leq f_y \quad \text{OK!}$$



7.1.2 Konečný stav

7.1.2.1 Ideální průřez [5,13,19]

STŘEDNÍ NOSNÍK - Pracovní součinitele - Průřez v poli

TAB 7-7

	Prefa deska			Monolit. deska			Výztuž	
	KDZ	DDZ	Smršť.	KDZ	DDZ	Smršť.		
E_A	210000	210000	210000	210000	210000	210000	2E+05	MPa
E_{cm}	39000	39000	39000	33000	33000	33000	2E+05	MPa
n_0	5,38	5,38	5,38	6,36	6,36	6,36	1,05	
ψ_L	0,00	1,10	0,55	0,00	1,10	0,55		
b_{eff}	3150	3150	3150	3150	3150	3150		
A_c	378000	378000	378000	630000	630000	630000		mm ²
u	2850	2850	2850	3150	3150	3150		mm
h_0	265	265	265	400	400	400		mm
t	90	36590	36590	30	36530	36530		den
t_0	90	90	1	30	30	1		den
RH	80	80	80	80	80	80		%
β_H	768,084	768,084	768,084	1136,327	1136,327	1136,327		
β_c	0	0,9938	0,9938	0	0,9908	0,9909		
ϕ_{RH}	1,0471	1,0471	1,0471	1,2424	1,2424	1,2424		
$\beta(f_{cm})$	2,0373	2,0373	2,0373	2,7253	2,7253	2,7253		
$\beta(t_0)$	0,3907	0,3907	0,9091	0,4821	0,4821	0,9091		
ϕ_0	0,8335	0,8335	1,9394	1,6323	1,6323	3,0781		
ϕ_t	0,0000	0,8283	1,9274	0,0000	1,6173	3,0499		
n_L	5,3846	10,2907	11,0926	6,3636	17,6849	17,0384	1,05	

KRYCÍ VRSTVA: [5]

Monolitická deska, podélná horní výztuž.

beton C30/37 - XC3, XD1, XF2 - C1 0,20 - D_{max} 22 - S3

Třída konstrukce S5

$$c_{min} = \max \{c_{min,bi}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} = \max (16; 40+0-0; 10) =$$

$$c_{nom} = c_{min} + c_{\Delta dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$$

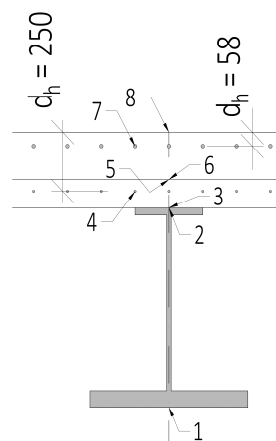
$$\rightarrow \text{Vzdálenost výztuže od horních vláken } d_h = 58 \text{ mm}$$



STŘEDNÍ NOSNÍK - Průřez v poli - Průřez. charakt.

TAB 7-8

	KDZ	DDZ	Smršť.	
Monolit. deska				
n_L	6,3636	17,6849	17,0384	-
b_{eff}	3150	3150	3150	mm
$b_{eff,i}$	495,000	178,118	184,877	mm
$t_{c,i}$	200	200	200	mm
Výztuž monolit. desky - Ø16 á 150 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	6912	6912	6912	mm ²
A_i	6582,385	6582,385	6582,385	mm ²
d_h	58	58	58	mm
Prefa deska				
n_L	5,3846	10,2907	11,0926	-
b_{eff}	3150	3150	3150	mm
$b_{eff,i}$	585,000	306,100	283,974	mm
$t_{c,i}$	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	1963	1963	1963	mm ²
A_i	1869,996	1869,996	1869,996	mm ²
d_h	250	250	250	mm
Ocel				
b_{fh}	300	300	300	mm
t_{fh}	30	30	30	mm
t_w	20	20	20	mm
h_w	740	740	740	mm
b_{fd}	700	700	700	mm
t_{fd}	70	70	70	mm
h_s	840	840	840	mm
Ideální průřez				
h_i	1160	1160	1160	mm
A_i	250452,380	153608,037	152304,637	mm ²
S_{yd}	1,927E+08	9,543E+07	9,447E+07	mm ³
e_h	390,5	538,8	539,7	mm
e_d	769,5	621,2	620,3	mm
$I_{i,y}$	3,974E+10	3,052E+10	3,058E+10	mm ⁴
$W_{i,y,8}$	-1,018E+08	-5,665E+07	-5,665E+07	mm ³
$W_{i,y,7}$	-1,195E+08	-6,348E+07	-6,347E+07	mm ³
$W_{i,y,6}$	-2,087E+08	-9,009E+07	-9,000E+07	mm ³
$W_{i,y,5}$	-2,087E+08	-9,009E+07	-9,000E+07	mm ³
$W_{i,y,4}$	-2,829E+08	-1,057E+08	-1,055E+08	mm ³
$W_{i,y,3}$	-5,639E+08	-1,395E+08	-1,392E+08	mm ³
$W_{i,y,2}$	-5,639E+08	-1,395E+08	-1,392E+08	mm ³
$W_{i,y,1}$	5,165E+07	4,912E+07	4,929E+07	mm ³



Obrázek 16 - Body na průřezu



STŘEDNÍ NOSNÍK - Pracovní součinitele - Průřez nad podporou

TAB 7-9

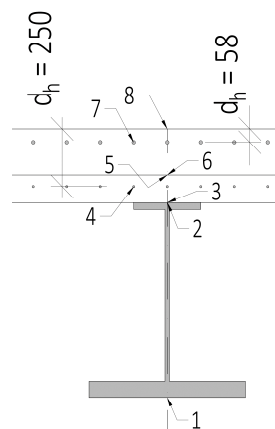
	Prefa deska			Monolit. deska			Výztuž	
	KDZ	DDZ	Smršť.	KDZ	DDZ	Smršť.		
E_A	210000	210000	210000	210000	210000	210000	2E+05	MPa
E_{cm}	39000	39000	39000	33000	33000	33000	2E+05	MPa
n_0	5,38	5,38	5,38	6,36	6,36	6,36	1,05	
ψ_L	0,00	1,10	0,55	0,00	1,10	0,55		
b_{eff}	2487	2487	2487	2487	2487	2487		
A_c	298410	298410	298410	497350	497350	497350		mm ²
u	2187	2187	2187	2487	2487	2487		mm
h_0	273	273	273	400	400	400		mm
t	90	36590	36590	30	36530	36530		den
t_0	90	90	1	30	30	1		den
RH	80	80	80	80	80	80		%
β_H	785,090	785,090	785,090	1136,327	1136,327	1136,327		
β_c	0	0,9936	0,9937	0	0,9908	0,9909		
ϕ_{RH}	1,0455	1,0455	1,0455	1,2424	1,2424	1,2424		
$\beta(f_{cm})$	2,0373	2,0373	2,0373	2,7253	2,7253	2,7253		
$\beta(t_0)$	0,3907	0,3907	0,9091	0,4821	0,4821	0,9091		
ϕ_0	0,8322	0,8322	1,9364	1,6323	1,6323	3,0781		
ϕ_t	0,0000	0,8269	1,9241	0,0000	1,6173	3,0499		
n_L	5,3846	10,2825	11,0830	6,3636	17,6849	17,0384	1,05	



STŘEDNÍ NOSNÍK - Průřez nad podporou - Průřez. charakt.

	KDZ	DDZ	Smršť.	
Monolit. deska				
n_L	6,3636	17,6849	17,0384	-
b_{eff}	2487	2487	2487	mm
$b_{eff,i}$	390,775	140,614	145,950	mm
$t_{c,i}$	200	200	200	mm
Výztuž monolit. desky - Ø20 á 130 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	6283	6283	6283	mm ²
A_i	5983,986	5983,986	5983,986	mm ²
d_h	58	58	58	mm
Prefa deska				
n_L	5,3846	10,2825	11,0830	-
b_{eff}	2487	2487	2487	mm
$b_{eff,i}$	461,825	241,843	224,376	mm
$t_{c,i}$	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	1571	1571	1571	mm ²
A_i	1495,997	1495,997	1495,997	mm ²
d_h	250	250	250	mm
Ocel				
b_{fh}	300	300	300	mm
t_{fh}	30	30	30	mm
t_w	20	20	20	mm
h_w	1560	1560	1560	mm
b_{fd}	700	700	700	mm
t_{fd}	70	70	70	mm
h_s	1660	1660	1660	mm
Ideální průřez				
h_i	1980	1980	1980	mm
A_i	230253,983	153824,035	152795,101	mm ²
$S_{y,d}$	2,994E+08	1,599E+08	1,583E+08	mm ³
e_h	679,8	940,4	943,9	mm
e_d	1300,2	1039,6	1036,1	mm
$I_{i,y}$	1,320E+11	1,005E+11	1,002E+11	mm ⁴
$W_{i,y,8}$	-1,942E+08	-1,068E+08	-1,062E+08	mm ³
$W_{i,y,7}$	-2,123E+08	-1,138E+08	-1,132E+08	mm ³
$W_{i,y,6}$	-2,751E+08	-1,357E+08	-1,348E+08	mm ³
$W_{i,y,5}$	-2,751E+08	-1,357E+08	-1,348E+08	mm ³
$W_{i,y,4}$	-3,072E+08	-1,455E+08	-1,445E+08	mm ³
$W_{i,y,3}$	-3,669E+08	-1,619E+08	-1,607E+08	mm ³
$W_{i,y,2}$	-3,669E+08	-1,619E+08	-1,607E+08	mm ³
$W_{i,y,1}$	1,015E+08	9,663E+07	9,675E+07	mm ³

TAB 7-10



Obrázek 16 - Body na průřezu



KRAJNÍ NOSNÍK - Pracovní součinitele - Průřez v poli

TAB 7-11

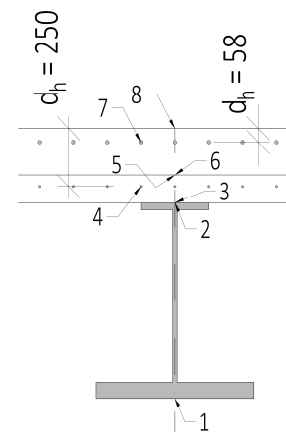
	Prefa deska			Monolit. deska			Výztuž	
	KDZ	DDZ	Smršť.	KDZ	DDZ	Smršť.		
E_A	210000	210000	210000	210000	210000	210000	2E+05	MPa
E_{cm}	39000	39000	39000	33000	33000	33000	2E+05	MPa
n_0	5,38	5,38	5,38	6,36	6,36	6,36	1,05	
ψ_L	0,00	1,10	0,55	0,00	1,10	0,55		
b_{eff}	2900	2900	2900	2900	2900	2900		
A_c	348000	348000	348000	580000	580000	580000		mm ²
u	2600	2600	2600	2900	2900	2900		mm
h_0	268	268	268	400	400	400		mm
t	90	36590	36590	30	36530	36530		den
t_0	90	90	1	30	30	1		den
RH	80	80	80	80	80	80		%
β_H	773,475	773,475	773,475	1136,327	1136,327	1136,327		
β_c	0	0,9937	0,9937	0	0,9908	0,9909		
ϕ_{RH}	1,0466	1,0466	1,0466	1,2424	1,2424	1,2424		
$\beta(f_{cm})$	2,0373	2,0373	2,0373	2,7253	2,7253	2,7253		
$\beta(t_0)$	0,3907	0,3907	0,9091	0,4821	0,4821	0,9091		
ϕ_0	0,8331	0,8331	1,9384	1,6323	1,6323	3,0781		
ϕ_t	0,0000	0,8279	1,9263	0,0000	1,6173	3,0499		
n_L	5,3846	10,2881	11,0895	6,3636	17,6849	17,0384	1,05	



KRAJNÍ NOSNÍK - Průřez v poli - Průřez. charakt.

TAB 7-12

	KDZ	DDZ	Smršť.	
Monolit. deska				
n_L	6,3636	17,6849	17,0384	-
b_{eff}	2900	2900	2900	mm
$b_{eff,i}$	455,714	163,982	170,204	mm
$t_{c,i}$	200	200	200	mm
Výztuž monolit. desky - Ø20 á 150 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	6283	6283	6283	mm ²
A_i	5983,986	5983,986	5983,986	mm ²
d_h	58	58	58	mm
Prefa deska				
n_L	5,3846	10,2881	11,0895	-
b_{eff}	2900	2900	2900	mm
$b_{eff,i}$	538,571	281,879	261,509	mm
$t_{c,i}$	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	1806	1806	1806	mm ²
A_i	1720,396	1720,396	1720,396	mm ²
d_h	250	250	250	mm
Ocel				
b_{fh}	300	300	300	mm
t_{fh}	30	30	30	mm
t_w	20	20	20	mm
h_w	740	740	740	mm
b_{fd}	700	700	700	mm
t_{fd}	70	70	70	mm
h_s	840	840	840	mm
Ideální průřez				
h_i	1160	1160	1160	mm
A_i	236275,811	147126,233	145926,287	mm ²
$S_{y,d}$	1,786E+08	8,902E+07	8,814E+07	mm ³
e_h	404,2	554,9	556,0	mm
e_d	755,8	605,1	604,0	mm
$I_{i,y}$	3,887E+10	2,958E+10	2,963E+10	mm ⁴
$W_{i,y,8}$	-9,618E+07	-5,330E+07	-5,329E+07	mm ³
$W_{i,y,7}$	-1,123E+08	-5,953E+07	-5,950E+07	mm ³
$W_{i,y,6}$	-1,904E+08	-8,334E+07	-8,323E+07	mm ³
$W_{i,y,5}$	-1,904E+08	-8,334E+07	-8,323E+07	mm ³
$W_{i,y,4}$	-2,522E+08	-9,700E+07	-9,682E+07	mm ³
$W_{i,y,3}$	-4,619E+08	-1,259E+08	-1,255E+08	mm ³
$W_{i,y,2}$	-4,619E+08	-1,259E+08	-1,255E+08	mm ³
$W_{i,y,1}$	5,143E+07	4,889E+07	4,906E+07	mm ³



Obrázek 16 - Body na průřezu



KRAJNÍ NOSNÍK - Pracovní součinitele - Průřez nad podporou

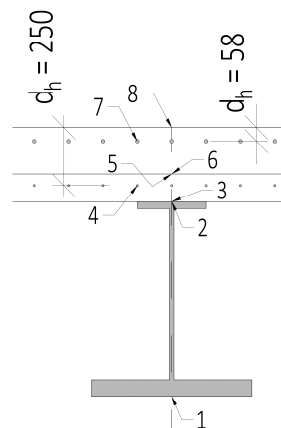
TAB 7-13

	Prefa deska			Monolit. deska			Výztuž	
	KDZ	DDZ	Smršť.	KDZ	DDZ	Smršť.		
E_A	210000	210000	210000	210000	210000	210000	2E+05	MPa
E_{cm}	39000	39000	39000	33000	33000	33000	2E+05	MPa
n_0	5,38	5,38	5,38	6,36	6,36	6,36	1,05	
ψ_L	0,00	1,10	0,55	0,00	1,10	0,55		
b_{eff}	2349	2349	2349	2349	2349	2349		
A_c	281910	281910	281910	469850	469850	469850		mm ²
u	2049	2049	2049	2349	2349	2349		mm
h_0	275	275	275	400	400	400		mm
t	90	36590	36590	30	36530	36530		den
t_0	90	90	1	30	30	1		den
RH	80	80	80	80	80	80		%
β_H	789,993	789,993	789,993	1136,327	1136,327	1136,327		
β_c	0	0,9936	0,9936	0	0,9908	0,9909		
ϕ_{RH}	1,0451	1,0451	1,0451	1,2424	1,2424	1,2424		
$\beta(f_{cm})$	2,0373	2,0373	2,0373	2,7253	2,7253	2,7253		
$\beta(t_0)$	0,3907	0,3907	0,9091	0,4821	0,4821	0,9091		
ϕ_0	0,8318	0,8318	1,9356	1,6323	1,6323	3,0781		
ϕ_t	0,0000	0,8265	1,9232	0,0000	1,6173	3,0499		
n_L	5,3846	10,2802	11,0803	6,3636	17,6849	17,0384	1,05	



KRAJNÍ NOSNÍK - Průřez nad podporou - Průřez. charakt.

	KDZ	DDZ	Smršť.	
TAB 7-14				
Monolit. deska				
n_L	6,3636	17,6849	17,0384	-
b_{eff}	2349	2349	2349	mm
$b_{eff,i}$	369,168	132,839	137,880	mm
$t_{c,i}$	200	200	200	mm
Výztuž monolit. desky - Ø20 á 130 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	5969	5969	5969	mm ²
A_i	5684,787	5684,787	5684,787	mm ²
d_h	58	58	58	mm
Prefa deska				
n_L	5,3846	10,2802	11,0803	-
b_{eff}	2349	2349	2349	mm
$b_{eff,i}$	436,289	228,523	212,021	mm
$t_{c,i}$	120	120	120	mm
Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm				
n_L	1,0500	1,0500	1,0500	-
A_s	1492	1492	1492	mm ²
A_i	1421,197	1421,197	1421,197	mm ²
d_h	250	250	250	mm
Ocel				
b_{fh}	300	300	300	mm
t_{fh}	30	30	30	mm
t_w	20	20	20	mm
h_w	1560	1560	1560	mm
b_{fd}	700	700	700	mm
t_{fd}	70	70	70	mm
h_s	1660	1660	1660	mm
Ideální průřez				
h_i	1980	1980	1980	mm
A_i	222494,269	150296,573	149324,540	mm ²
$S_{y,d}$	2,853E+08	1,535E+08	1,520E+08	mm ³
e_h	697,8	958,4	961,9	mm
e_d	1282,2	1021,6	1018,1	mm
$I_{i,y}$	1,298E+11	9,833E+10	9,812E+10	mm ⁴
$W_{i,y,8}$	-1,861E+08	-1,026E+08	-1,020E+08	mm ³
$W_{i,y,7}$	-2,029E+08	-1,092E+08	-1,085E+08	mm ³
$W_{i,y,6}$	-2,608E+08	-1,297E+08	-1,288E+08	mm ³
$W_{i,y,5}$	-2,608E+08	-1,297E+08	-1,288E+08	mm ³
$W_{i,y,4}$	-2,899E+08	-1,388E+08	-1,378E+08	mm ³
$W_{i,y,3}$	-3,437E+08	-1,540E+08	-1,529E+08	mm ³
$W_{i,y,2}$	-3,437E+08	-1,540E+08	-1,529E+08	mm ³
$W_{i,y,1}$	1,013E+08	9,626E+07	9,637E+07	mm ³



Obrázek 16 - Body na průřezu



7.1.2.2 Vnitřní síly

Charakteristické kombinace.

KV4 DLOUHODOBÉ ÚČINKY:		M_{Ek} [kNm]
Střední nosník	v poli	896,554
	nad podporou	-1408,118
Krajní nosník	v poli	974,436
	nad podporou	-1746,284
KV5 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY		M_{Ek} [kNm]
Střední nosník	v poli	5786,569
	nad podporou	-4336,560
Krajní nosník	v poli	5261,275
	nad podporou	-6932,567
KV6 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY		M_{Ek} [kNm]
Střední nosník	v poli	5769,071
	nad podporou	-5718,590
Krajní nosník	v poli	5607,770
	nad podporou	-7927,077
KV7 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY		M_{Ek} [kNm]
Střední nosník	v poli	-3661,416
	nad podporou	-1923,810
Krajní nosník	v poli	-3373,080
	nad podporou	-4377,160

7.1.2.3 Účinky smršťování

MONOLITICKÁ DESKA:

Smrštění na konci životnosti mostu: $\varepsilon_{m,36530} = -3,206E-04$

pak tahové napětí v desce: $\sigma_{m,Kž} = E_{cm} \cdot \varepsilon_{p,60} = 10,580 \text{ MPa}$

Modul pružnosti pro beton C30/37 $E_{cm} = 33,0 \text{ GPa}$

Normálová síla od zabránění smrštění (tlak): $N = -\sigma \cdot A_c$

Pro střední nosník $N_{Ek} = -6665,378 \text{ kN}$

Pro krajní nosník $N_{Ek} = -6136,380 \text{ kN}$

Excentricita normálové síly:

Pro střední nosník v poli (tab.7-8) $e_N = -439,7 \text{ mm}$

nad podporou (tab.7-10) $e_N = -843,9 \text{ mm}$

Pro krajní nosník v poli (tab.7-12) $e_N = -456,0 \text{ mm}$

nad podporou (tab.7-14) $e_N = -861,9 \text{ mm}$

Ohybový moment od excentrické normálové síly:

Pro střední nosník v poli $M_{Ek} = 2930,941 \text{ kNm}$

nad podporou $M_{Ek} = 5624,620 \text{ kNm}$



Rekonstrukce mostu v Mochově

Pro krajní nosník v poli $M_{Ek} = 2798,245 \text{ kNm}$
nad podporou $M_{Ek} = 5288,880 \text{ kNm}$

PREFABRIKOVANÁ DESKA:

Smrštění na konci životnosti mostu: $\varepsilon_{p,36590} = -2,986E-04$

Smrštění započtené během výstavby: $\varepsilon_{p,60} = -4,927E-05$

Rozdíl: $\varepsilon_{p,K\check{Z}} = -2,493E-04$

pak tahové napětí v desce: $\sigma_{p,K\check{Z}} = E_{cm} \cdot \varepsilon_{p,60} = 9,723 \text{ MPa}$

Modul pružnosti pro beton C30/37 $E_{cm} = 39,0 \text{ GPa}$

Normálová síla od zabránění smrštění (tlak): $N = -\sigma \cdot A_c$

Pro střední nosník $N_{Ek} = -3675,269 \text{ kN}$

Pro krajní nosník $N_{Ek} = -3383,581 \text{ kN}$

Excentricita normálové síly:

Pro střední nosník v poli (tab.7-8) $e_N = -279,7 \text{ mm}$

nad podporou (tab.7-10) $e_N = -683,9 \text{ mm}$

Pro krajní nosník v poli (tab.7-12) $e_N = -296,0 \text{ mm}$

nad podporou (tab.7-14) $e_N = -701,9 \text{ mm}$

Ohybový moment od excentrické normálové síly:

Pro střední nosník v poli $M_{Ek} = 1864,481 \text{ kNm}$

nad podporou $M_{Ek} = 4558,160 \text{ kNm}$

Pro krajní nosník v poli $M_{Ek} = 1816,424 \text{ kNm}$

nad podporou $M_{Ek} = 4307,059 \text{ kNm}$

OBĚ DESKY CELKEM - SHRUTÍ:

Tah v monolitické desce: $\sigma_{m,K\check{Z}} = 10,580 \text{ MPa}$

Tah v prefabrikované desce: $\sigma_{p,K\check{Z}} = 9,723 \text{ MPa}$

Normálové síly:

Pro střední nosník $\Sigma N_{Ek} = -10340,65 \text{ kN}$

Pro krajní nosník $\Sigma N_{Ek} = -9519,961 \text{ kN}$

Ohybové momenty:

Pro střední nosník v poli $\Sigma M_{Ek} = 4795,422 \text{ kNm}$

nad podporou $\Sigma M_{Ek} = 10182,780 \text{ kNm}$

Pro krajní nosník v poli $\Sigma M_{Ek} = 4614,669 \text{ kNm}$

nad podporou $\Sigma M_{Ek} = 9595,940 \text{ kNm}$



7.1.1.4 Normálová napětí

Vysvětlivky sloupců tabulky:

A = Body v průřezu dle obrázku.

B = Napětí od KVx na ideálním průřezu pro DDZ nebo KDZ. $\sigma_i = M/W$

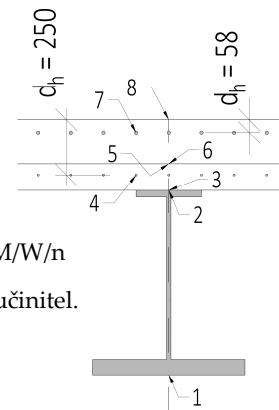
C = Napětí od KVx na reálném průřezu dle materiálu v bodě. $\sigma_E = \sigma_i/nL$

D = Napětí na reálném průřezu od vnitřních sil ze smršťování. $\sigma_i = N/A/n + M/W/n$

E = Tahové napětí ze smrštění bet. desek. Převedeno na výztuž přes prac. součinitel.

F = Napětí od smrštění na reálném průřezu celkem.

G = Napětí na průřezu z fáze výstavby (viz kap. 7.1.1.4).

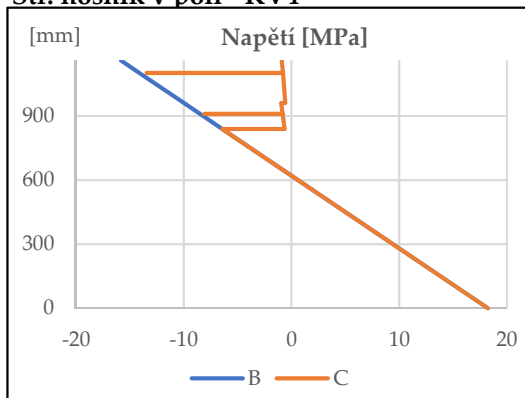


Obrázek 16 - Body na průřezu

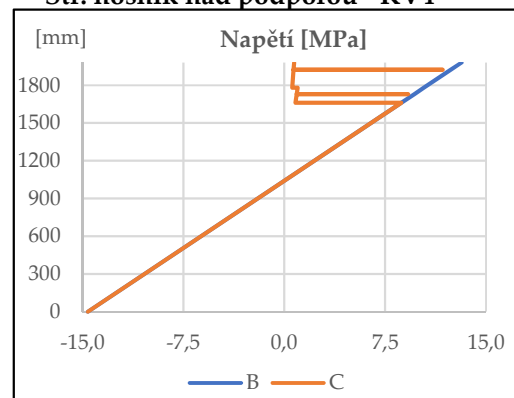
STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Napětí v MSP [MPa]			Smrštění			Výstavba	STÁLÉ ZAT
Bod	KV4 - σ_i	KV4 - σ_E	$\sigma_{i.1}$	σ_2	$\Sigma\sigma_E$	$\Sigma\sigma$	$\Sigma\sigma_{G,E}$
A	B	C	D	E	F	G	H = C+F+G
Pro střední nosník - v poli (tab. 7-8)							
8	-15,827	-0,895	-8,953	10,580	1,627	0,000	0,732
7	-14,124	-13,451	-136,617	171,681	35,064	0,000	21,613
6	-9,952	-0,563	-7,112	10,580	3,468	0,000	2,905
5	-9,952	-0,967	-10,924	9,723	-1,201	-23,253	-25,421
4	-8,483	-8,079	-107,938	102,716	-5,221	-213,419	-226,720
3	-6,427	-0,625	-9,227	9,723	0,495	-17,520	-17,649
2	-6,427	-6,427	-102,356	0,000	-102,356	-204,039	-312,822
1	18,250	18,250	29,388	0,000	29,388	220,721	268,360
Pro střední nosník - nad podporou (tab. 7-10)							
8	13,182	0,745	-9,599	10,580	0,981	0,000	1,726
7	12,369	11,780	-150,152	171,681	21,529	0,000	33,309
6	10,378	0,587	-8,407	10,580	2,173	0,000	2,760
5	10,378	1,009	-12,924	9,723	-3,201	0,498	-1,693
4	9,677	9,217	-131,578	102,628	-28,951	4,130	-15,604
3	8,696	0,846	-11,824	9,723	-2,101	0,606	-0,650
2	8,696	8,696	-131,047	0,000	-131,047	-10,509	-132,860
1	-14,572	-14,572	37,573	0,000	37,573	1,334	24,334

Stř. nosník v poli - KV4



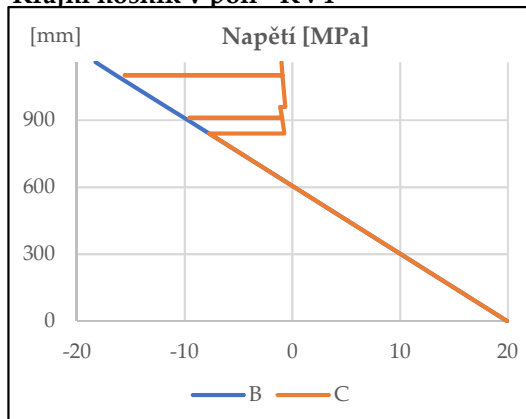
Stř. nosník nad podporou - KV4



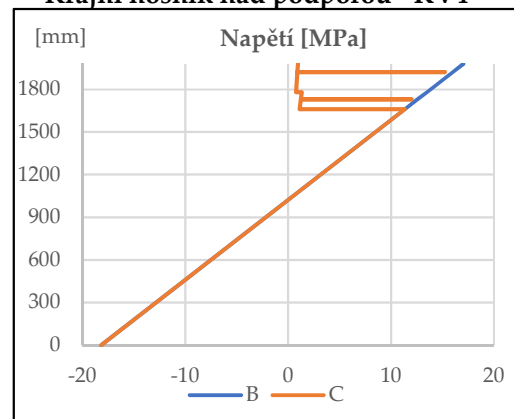


Napětí v MSP [MPa]			Smrštění			Výstavba	ESTÁLÉ ZAT
Bod	KV4 - σ_i	KV4 - σ_E	$\sigma_{i.1}$	σ_2	$\Sigma\sigma_E$	$\Sigma\sigma$	$\Sigma\sigma_{G,E}$
A	B	C	D	E	F	G	H = C+F+G
Pro krajní nosník - v poli (tab. 7-12)							
8	-18,281	-1,034	-8,911	10,580	1,669	0,000	0,635
7	-16,370	-15,591	-136,002	171,681	35,680	0,000	20,089
6	-11,692	-0,661	-7,083	10,580	3,497	0,000	2,836
5	-11,692	-1,137	-10,883	9,723	-1,160	-23,035	-25,332
4	-10,045	-9,567	-107,522	102,688	-4,834	-212,658	-227,060
3	-7,740	-0,752	-9,198	9,723	0,525	-17,485	-17,711
2	-7,740	-7,740	-101,996	0,000	-101,996	-202,478	-312,214
1	19,931	19,931	28,832	0,000	28,832	209,980	258,744
Pro krajní nosník - nad podporou (tab. 7-14)							
8	17,021	0,962	-9,263	10,580	1,317	0,000	2,279
7	15,991	15,229	-144,910	171,681	26,771	0,000	42,000
6	13,469	0,762	-8,115	10,580	2,465	0,000	3,226
5	13,469	1,310	-12,479	9,723	-2,756	0,533	-0,913
4	12,581	11,982	-127,027	102,602	-24,424	4,424	-8,018
3	11,338	1,103	-11,420	9,723	-1,697	0,638	0,044
2	11,338	11,338	-126,532	0,000	-126,532	-10,343	-125,537
1	-18,142	-18,142	35,820	0,000	35,820	1,313	18,991

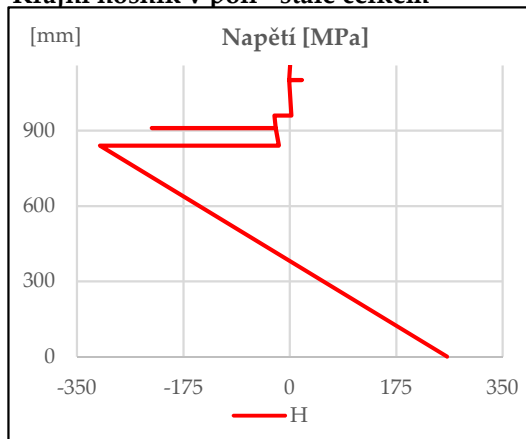
Krajní nosník v poli - KV4



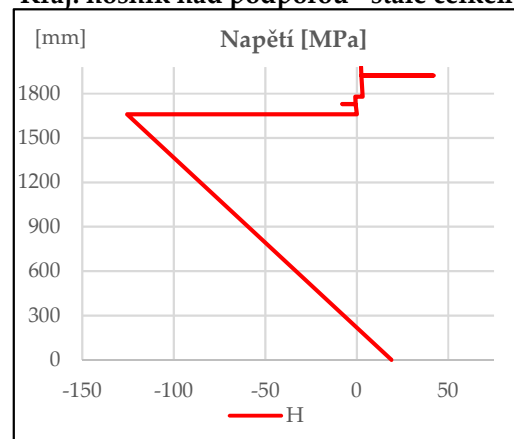
Krajní nosník nad podporou - KV4



Krajní nosník v poli - stálé celkem



Kraj. nosník nad podporou - stálé celkem





KRÁTKODOBÁ ZATÍŽENÍ

Napětí v MSP [MPa]						
Bod	KV5 - σ_i	KV5 - σ_E	KV6 - σ_i	KV6 - σ_E	KV7 - σ_i	KV7 - σ_E
A	B	C	B	C	B	C
Pro střední nosník - v poli (tab. 7-8)						
8	-56,852	-8,934	-56,680	-8,907	35,973	5,653
7	-48,408	-46,103	-48,261	-45,963	30,630	29,171
6	-27,733	-4,358	-27,649	-4,345	17,548	2,758
5	-27,733	-5,150	-27,649	-5,135	17,548	3,259
4	-20,454	-19,480	-20,392	-19,421	12,942	12,326
3	-10,262	-1,906	-10,231	-1,900	6,493	1,206
2	-10,262	-10,262	-10,231	-10,231	6,493	6,493
1	112,038	112,038	111,699	111,699	-70,891	-70,891
Pro střední nosník - nad podporou (tab. 7-10)						
8	22,331	3,509	29,448	4,628	9,907	1,557
7	20,426	19,453	26,935	25,653	9,061	8,630
6	15,761	2,477	20,784	3,266	6,992	1,099
5	15,761	2,927	20,784	3,860	6,992	1,299
4	14,118	13,446	18,618	17,731	6,263	5,965
3	11,819	2,195	15,585	2,894	5,243	0,974
2	11,819	11,819	15,585	15,585	5,243	5,243
1	-42,713	-42,713	-56,325	-56,325	-18,949	-18,949
Pro krajní nosník - v poli (tab. 7-12)						
8	-54,704	-8,596	-58,307	-9,163	35,072	5,511
7	-46,854	-44,622	-49,939	-47,561	30,039	28,608
6	-27,633	-4,342	-29,453	-4,628	17,716	2,784
5	-27,633	-5,132	-29,453	-5,470	17,716	3,290
4	-20,865	-19,872	-22,239	-21,180	13,377	12,740
3	-11,390	-2,115	-12,140	-2,255	7,302	1,356
2	-11,390	-11,390	-12,140	-12,140	7,302	7,302
1	102,309	102,309	109,047	109,047	-65,592	-65,592
Pro krajní nosník - nad podporou (tab. 7-14)						
8	37,259	5,855	42,604	6,695	23,525	3,697
7	34,162	32,535	39,063	37,203	21,570	20,543
6	26,580	4,177	30,393	4,776	16,782	2,637
5	26,580	4,936	30,393	5,644	16,782	3,117
4	23,910	22,772	27,340	26,038	15,097	14,378
3	20,173	3,746	23,067	4,284	12,737	2,365
2	20,173	20,173	23,067	23,067	12,737	12,737
1	-68,463	-68,463	-78,285	-78,285	-43,227	-43,227



7.1.1.6 Posouzení

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Napětí v MSP [MPa]			
Bod	$\Sigma\sigma$	$\sigma_{\text{MIN/MAX}}$	
Pro střední nosník - v poli			
8	0,732	-	-
7	21,613	400	OK
6	2,905	-	-
5	-25,421	-36	OK
4	-226,720	-400	OK
3	-17,649	-36	OK
2	-312,822	-460	OK
1	268,360	460	OK
Pro střední nosník - nad podporou			
8	1,726	-	-
7	33,309	400	OK
6	2,760	-	-
5	-1,693	-36	OK
4	-15,604	-400	OK
3	-0,650	-36	OK
2	-132,860	-460	OK
1	24,334	-460	OK
Pro krajní nosník - v poli			
8	0,635	-	-
7	20,089	400	OK
6	2,836	-	-
5	-25,332	-36	OK
4	-227,060	-400	OK
3	-17,711	-36	OK
2	-312,214	-460	OK
1	258,744	460	OK
Pro krajní nosník - nad podporou			
8	2,279	-	-
7	42,000	400	OK
6	3,226	-	-
5	-0,913	-36	OK
4	-8,018	-400	OK
3	0,044	-	-
2	-125,537	-460	OK
1	18,991	460	OK



STÁLÉ+KV5

Napětí v MSP [MPa]			Podmínka		
Bod	STÁLÉ	KV5	$\Sigma\sigma$	$\sigma_{\text{MIN/MAX}}$	
Pro střední nosník - v poli					
8	0,732	-8,934	-8,202	-18	OK
7	21,613	-46,103	-24,489	-400	OK
6	2,905	-4,358	-1,453	-18	OK
5	-25,421	-5,150	-30,572	-36	OK
4	-226,720	-19,480	-246,199	-400	OK
3	-17,649	-1,906	-19,555	-36	OK
2	-312,822	-10,262	-323,084	-460	OK
1	268,360	112,038	380,398	460	OK
Pro střední nosník - nad podporou					
8	1,726	3,509	5,235	-	-
7	33,309	19,453	52,762	400	OK
6	2,760	2,477	5,237	-	-
5	-1,693	2,927	1,234	-	-
4	-15,604	13,446	-2,157	-400	OK
3	-0,650	2,195	1,545	-	-
2	-132,860	11,819	-121,041	-460	OK
1	24,334	-42,713	-18,379	-460	OK
Pro krajní nosník - v poli					
8	0,635	-8,596	-7,961	-18	OK
7	20,089	-44,622	-24,534	-400	OK
6	2,836	-4,342	-1,507	-18	OK
5	-25,332	-5,132	-30,463	-36	OK
4	-227,060	-19,872	-246,931	-400	OK
3	-17,711	-2,115	-19,827	-36	OK
2	-312,214	-11,390	-323,604	-460	OK
1	258,744	102,309	361,053	460	OK
Pro krajní nosník - nad podporou					
8	2,279	5,855	8,134	-	-
7	42,000	32,535	74,536	400	OK
6	3,226	4,177	7,403	-	-
5	-0,913	4,936	4,024	-	-
4	-8,018	22,772	14,754	400	OK
3	0,044	3,746	3,790	-	-
2	-125,537	20,173	-105,364	-460	OK
1	18,991	-68,463	-49,472	-460	OK



STÁLÉ+KV6

Napětí v MSP [MPa]			Podmínka		
Bod	STÁLÉ	KV6	$\Sigma\sigma$	$\sigma_{\text{MIN/MAX}}$	
Pro střední nosník - v poli					
8	0,732	-8,907	-8,175	-18	OK
7	21,613	-45,963	-24,350	-400	OK
6	2,905	-4,345	-1,440	-18	OK
5	-25,421	-5,135	-30,556	-36	OK
4	-226,720	-19,421	-246,140	-400	OK
3	-17,649	-1,900	-19,549	-36	OK
2	-312,822	-10,231	-323,053	-460	OK
1	268,360	111,699	380,059	460	OK
Pro střední nosník - nad podporou					
8	1,726	4,628	6,354	-	-
7	33,309	25,653	58,961	400	OK
6	2,760	3,266	6,026	-	-
5	-1,693	3,860	2,167	-	-
4	-15,604	17,731	2,128	-400	OK
3	-0,650	2,894	2,245	-	-
2	-132,860	15,585	-117,274	-460	OK
1	24,334	-56,325	-31,991	-460	OK
Pro krajní nosník - v poli					
8	0,635	-9,163	-8,528	-18	OK
7	20,089	-47,561	-27,472	-400	OK
6	2,836	-4,628	-1,793	-18	OK
5	-25,332	-5,470	-30,801	-36	OK
4	-227,060	-21,180	-248,240	-400	OK
3	-17,711	-2,255	-19,966	-36	OK
2	-312,214	-12,140	-324,354	-460	OK
1	258,744	109,047	367,790	460	OK
Pro krajní nosník - nad podporou					
8	2,279	6,695	8,974	-	-
7	42,000	37,203	79,203	-400	OK
6	3,226	4,776	8,003	-	-
5	-0,913	5,644	4,732	-	-
4	-8,018	26,038	18,021	-400	OK
3	0,044	4,284	4,328	-	-
2	-125,537	23,067	-102,471	-460	OK
1	18,991	-78,285	-59,293	-460	OK

STÁLÉ+KV7



STÁLÉ+KV7

Napětí v MSP [MPa]			Podmínka		
Bod	STÁLÉ	KV7	$\Sigma\sigma$	$\sigma_{\text{MIN/MAX}}$	
Pro střední nosník - v poli					
8	0,732	5,653	6,385	-	-
7	21,613	29,171	50,784	400	OK
6	2,905	2,758	5,663	-	-
5	-25,421	3,259	-22,162	-36	OK
4	-226,720	12,326	-214,394	-400	OK
3	-17,649	1,206	-16,443	-36	OK
2	-312,822	6,493	-306,328	-460	OK
1	268,360	-70,891	197,469	460	OK
Pro střední nosník - nad podporou					
8	1,726	1,557	3,283	-	-
7	33,309	8,630	41,939	-400	OK
6	2,760	1,099	3,859	-	-
5	-1,693	1,299	-0,395	-36	OK
4	-15,604	5,965	-9,639	-400	OK
3	-0,650	0,974	0,324	-36	OK
2	-132,860	5,243	-127,616	-460	OK
1	24,334	-18,949	5,386	-460	OK
Pro krajní nosník - v poli					
8	0,635	5,511	6,146	-	-
7	20,089	28,608	48,697	-400	OK
6	2,836	2,784	5,620	-	-
5	-25,332	3,290	-22,041	-36	OK
4	-227,060	12,740	-214,320	-400	OK
3	-17,711	1,356	-16,355	-36	OK
2	-312,214	7,302	-304,911	-460	OK
1	258,744	-65,592	193,152	460	OK
Pro krajní nosník - nad podporou					
8	2,279	3,697	5,976	-	-
7	42,000	20,543	62,543	400	OK
6	3,226	2,637	5,864	-	-
5	-0,913	3,117	2,204	-	-
4	-8,018	14,378	6,360	400	OK
3	0,044	2,365	2,409	-	-
2	-125,537	12,737	-112,800	-460	OK
1	18,991	-43,227	-24,236	-460	OK



7.2 Trhliny v betonu [18]

7.2.1 Minimální výztuž

Úryvek z [18]:

$$A_s = k_s k_c k_f f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s$$

$$k_c = \frac{1}{1 + h_c / (2z_0)} + 0,3 \leq 1,$$

kde $f_{ct,eff}$ je střední hodnota pevnosti betonu v tahu v době, kdy se předpokládá vznik prvních trhlin. Hodnoty $f_{ct,eff}$ se mohou uvažovat shodné s f_{ctm} , viz EN 1992-1-1:2004, tabulka 3.1, nebo pokud je vhodnější, shodné s f_{ctm} , viz tabulka 11.3.1, a to pro pevnostní třídu příslušnou době vzniku trhlin. Nelze-li v době vzniku trhlin zaručit, že beton bude starší než 28 dní, může se uvažovat minimální hodnota pevnosti v tahu 3 N/mm²;

k součinitel zohledňující účinek nerovnoměrně rozdělených rovnovážných napětí, který se může uvažovat 0,8;

k_s součinitel zohledňující účinek redukce normálové síly v betonové desce v důsledku počátečních trhlin a místního prokluzu smykového spojení; může se uvažovat 0,9;

k_c součinitel, který zahrnuje vliv rozdělení napětí v průřezu bezprostředně před vznikem trhlin a je dán vztahem:

$$k_c = \frac{1}{1 + h_c / (2z_0)} + 0,3 \leq 1,0 \quad (7.2)$$

h_c tloušťka betonové pásnice, kromě náběhu nebo žebra;

z_0 svislá vzdálenost mezi těžišti betonové pásnice bez trhlin a spřaženého průřezu bez trhlin, vypočítaná s použitím poměru modulů n_0 (pro krátkodobé zatížení);

σ_s největší přípustné napětí ve výztuži ihned po vzniku trhlin. Lze ho uvažovat jako charakteristickou mez kluzu f_{sk} . Nižší hodnota, v závislosti na průměru výztuže, může být nicméně potřebná k udržení požadované šířky trhlin. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7.1;

A_{ct} plocha tažené oblasti (zapříčiněné přímým zatížením a primárními účinky smršťování) bezprostředně před vznikem trhlin v průřezu. Pro jednoduchost se má použít plocha betonu v rozsahu účinné šířky.

Minimálně polovina A_s musí mít těžiště nad středem tloušťky desky.

Požadovaná návrhová šířka trhliny: $w_k = 0,3$ mm

OBĚ DESKY DOHROMADY

Vlastnosti pro beton C30/37

$f_{ct,eff} = 2,9$ MPa ; $k = 0,8$; $k_s = 0,9$

$h_c = 320$ mm; průměr prutu výztuže max Ø20 mm → $\sigma_s = 220$ MPa

Z tabulek kap. 7.1.2.1		z_0	k_c	b_{eff}	A_{ct}	$A_{s,min}$
		[mm]	[-]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
Pro střední nosník	v poli	230,5	0,89	3150	1008000	8517
	nad podporou	519,8	1,00	2487	795760	7552
Pro krajní nosník	v poli	244,2	0,90	2900	928000	7963
	nad podporou	537,8	1,00	2349	751760	7135

Pro napětí σ_s a návrhovou šířku trhliny w_k je největší vzdálenost prutů výztuže 200 mm.



NÁVRH PODÉLNÉ VÝZTUŽE:

PRŮŘEZY V POLI:

Výztuž monolit. desky - Ø20 á 150 mm

$$A_{s,h} = 2094 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm

$$A_{s,d} = 604 \text{ mm}^2/\text{m}$$

PRŮŘEZY NAD PODPOROU:

Výztuž monolit. desky - Ø20 á 130 mm

$$A_{s,h} = 2417 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm

$$A_{s,d} = 604 \text{ mm}^2/\text{m}$$

PLOCHY VÝZTUŽE:		b_{eff}	$A_{s,h}$	$A_{s,d}$	$A_{s,\text{celkem}}$
dle průřezu		[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]
Pro střední nosník	v poli	3150	6912	1963	8875
	nad podporou	2487	6283	1571	7854
Pro krajní nosník	v poli	2900	6283	1806	8090
	nad podporou	2349	5969	1492	7461

7.3 Průhyb a nadvýšení

7.3.1 Modul pružnosti betonu [5]

Bude spočten dlouhodobý modul pružnosti betonu s použitím součinitele dotvarování dle [5]. Tento modul pružnosti bude použit pro výpočet deformací od smršťování a dlouhodobých zatížení. Pro krátkodobá zatížení bude uvažována průměrná hodnota modulu pružnosti E_{cm} .

$$E_{\text{c,eff}} = \frac{E_{\text{cm}}}{1 + \varphi(\infty, t_0)}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c(t, t_0)$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \beta(f_{\text{cm}}) \beta(t_0), \quad \varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 \quad \text{pro } f_{\text{cm}} > 35 \text{ MPa}$$

$$\beta(f_{\text{cm}}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{\text{cm}}}} \quad \beta(t_0) = \frac{1}{(0,1 + t_0^{0,20})};$$

h_0 náhradní rozměr prvku v mm, kde:

$$h_0 = \frac{2A_c}{u};$$

A_c plocha průřezu;

u obvod prvku vystavený okolnímu prostředí;

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

$$\beta_H = 1,5 [1 + (0,012 RH)^{18}] h_0 + 250 \quad \alpha_3 \leq 1500 \quad \alpha_3 \text{ pro } f_{\text{cm}} > 35 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = \left[\frac{35}{f_{\text{cm}}} \right]^{0,7} \quad \alpha_2 = \left[\frac{35}{f_{\text{cm}}} \right]^{-0,2} \quad \alpha_3 = \left[\frac{35}{f_{\text{cm}}} \right]^{0,5}$$

Tuhost betonu pro fázi výstavby

Dlouhodobé působení: $E_{\text{cm}} = 39000 \text{ MPa}$ $\phi = 0,9$ \rightarrow $E_c = 20519 \text{ MPa}$

Smršťování: $\phi = 0,9$ \rightarrow $E_c = 20519 \text{ MPa}$



Pro desky v konečném stavu: (viz tabulky kap. 7.1)

	Prefa deska			Monolit. deska			
	KDZ	DDZ	Smršť.	KDZ	DDZ	Smršť.	
E_{cm}	39000	39000	39000	33000	33000	33000	MPa
ϕ	0,0000	0,8265	1,9232	0,0000	1,6173	3,0499	-
E_c	39000	21352	13342	33000	12608	8148	MPa

V modelu nelze vytvořit desku ze dvou různých materiálů, proto tuhost desky zohledníme váženým průměrem dle tloušťky.

Tuhost desky [MPa]	t [mm]	E_{cm}	$E_{c,DDZ}$	$E_{c,SM}$	
Monolit. deska	C30/37	200	33000	12608	8148
Prefa deska	C60/75	120	39000	21352	13342
Celkem		320	35250	15887	10096

Výpočet modulu pružnosti opěr:

Výška opěry: 7,5 m

Tloušťka opěry: 1,83 m

Kolmá šířka opěry: 12,1 m

Šikmá šířka opěry: 13,7 m

E_{cm}	f_{cm}	b_{eff}	A_c	u	h_0	t	t_0	RH	β_H	β_c	ϕ_{RH}	$\beta(f_{cm})$
MPa	MPa	mm	mm ²	mm	mm	den	den	%	-	-	-	-
33000	38	12100	25078320	13704	3660	36500	1	80	1491,4	0,9881	1,1100	2,7253
$\beta(t_0)$	ϕ_0	ϕ	$E_{c,36500}$									
-	-	-	MPa									
0,9091	2,7501	2,7173	8877,52									

7.3.2 Smrštění v modelu

Převedeme smrštění na změnu teploty na ocelovém ideálním průřezu.

$$\Delta T_c = N/(A_i \cdot E \cdot \alpha)$$

$$\Delta T_{h-d} = M \cdot h / (I_i \cdot E \cdot \alpha)$$

Účinek normálové síly		N_{Ek}	A_i	E	α	ΔT_c
		kN	mm ²	GPa	°C ⁻¹	°C
Pro střední nosník	v poli	-10341	152305	210	#####	26,942
	nad podporou	-10341	152795	210	#####	26,856
Pro krajní nosník	v poli	-9520	145926	210	#####	25,888
	nad podporou	-9520	149325	210	#####	25,299
Účinek momentu		M_{Ek}	$I_{y,i}$	h		ΔT_{h-d}
		kNm	mm ⁴	mm		°C
Pro střední nosník	v poli	4795,4	3,058E+10	1160		72,20
	nad podporou	10183	1,002E+11	1980		79,81
Pro krajní nosník	v poli	4614,7	2,963E+10	1160		71,69
	nad podporou	9595,9	9,812E+10	1980		76,84

Ověření deformace opěry pro změnu zemních tlaků:

Deformace bez zemních tlaků: $\delta_0 = 7,9$ mm směrem do zeminy

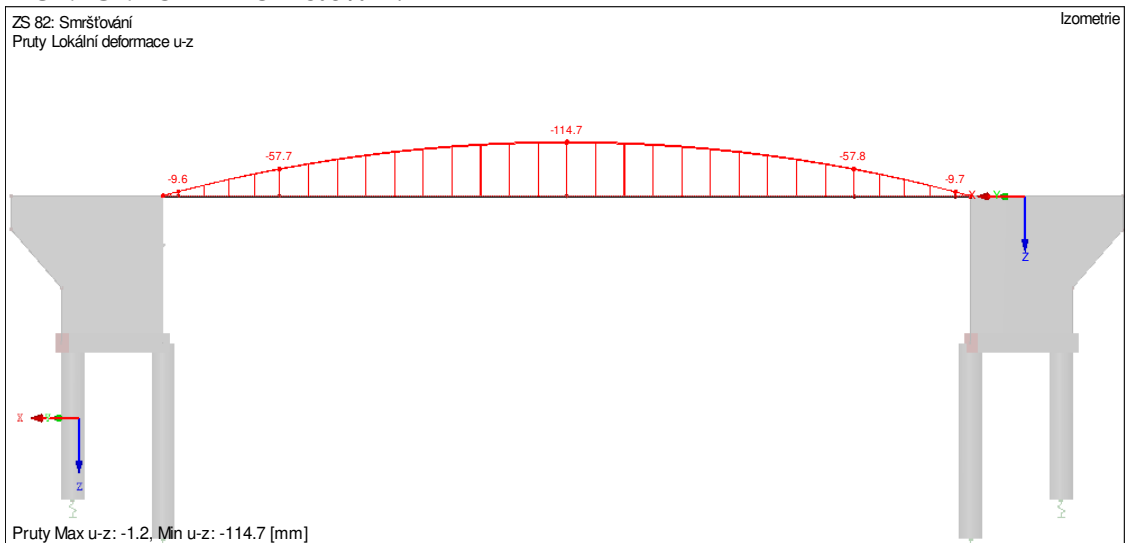
Deformace od KV7: $\delta_0 = 4,2$ mm směrem do zeminy

$$\Sigma \delta / h = 0,16\% < 1,1\% \rightarrow \text{Nedojde k mobilizaci pasivního tlaku}$$

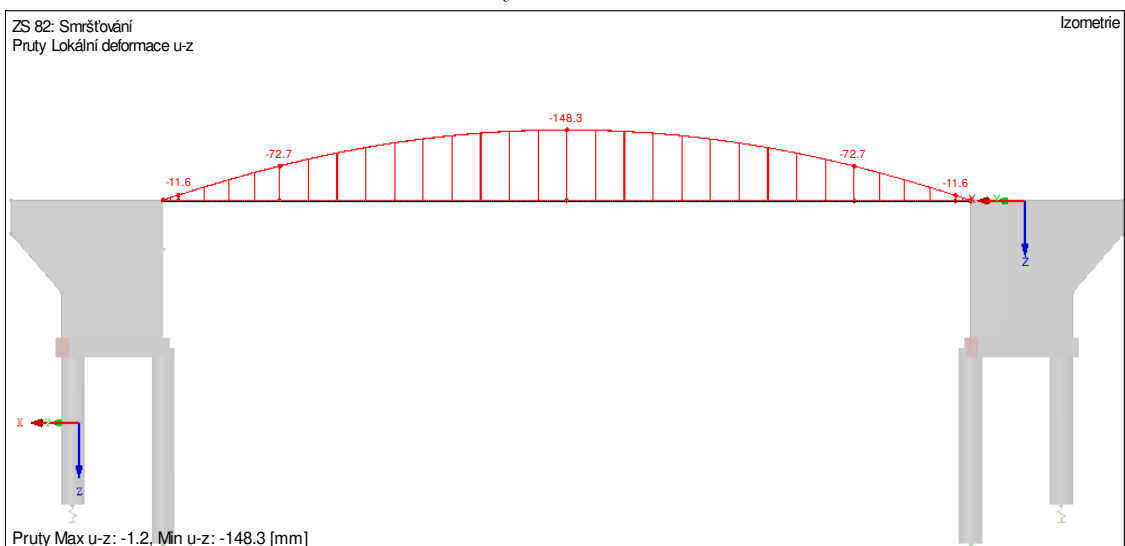


Rekonstrukce mostu v Mochově

KONEČNÝ STAV - Smršťování:

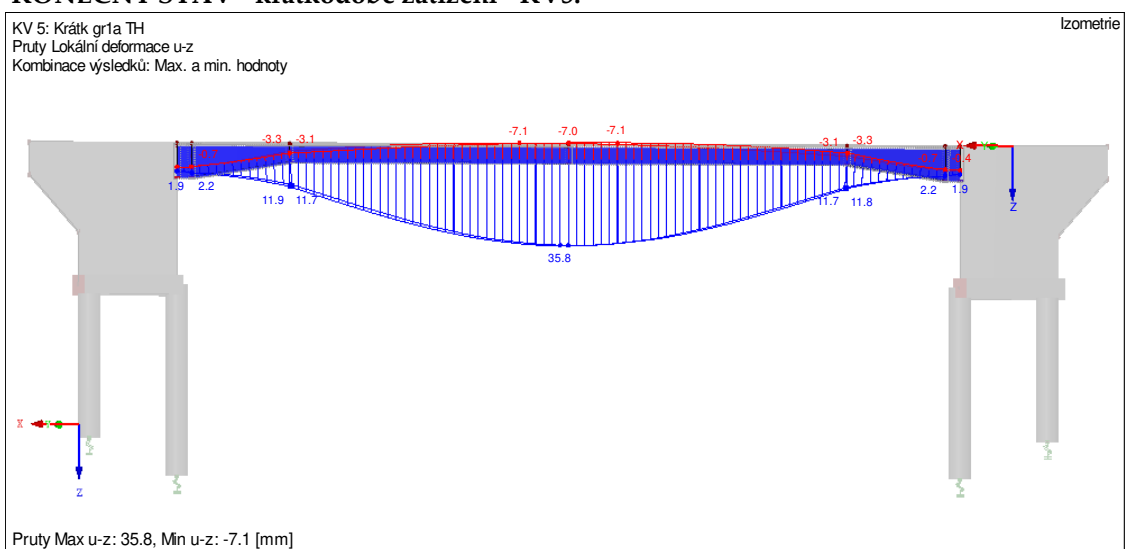


Obrázek 21 - Průhyb od smršťování - střední nosník

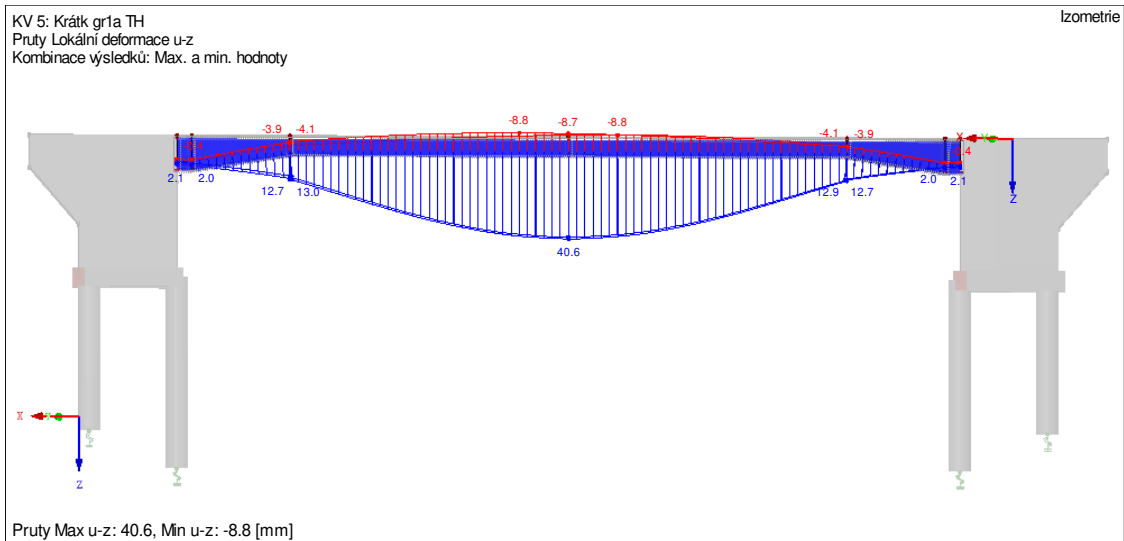


Obrázek 22 - Průhyb od smršťování - krajní nosník

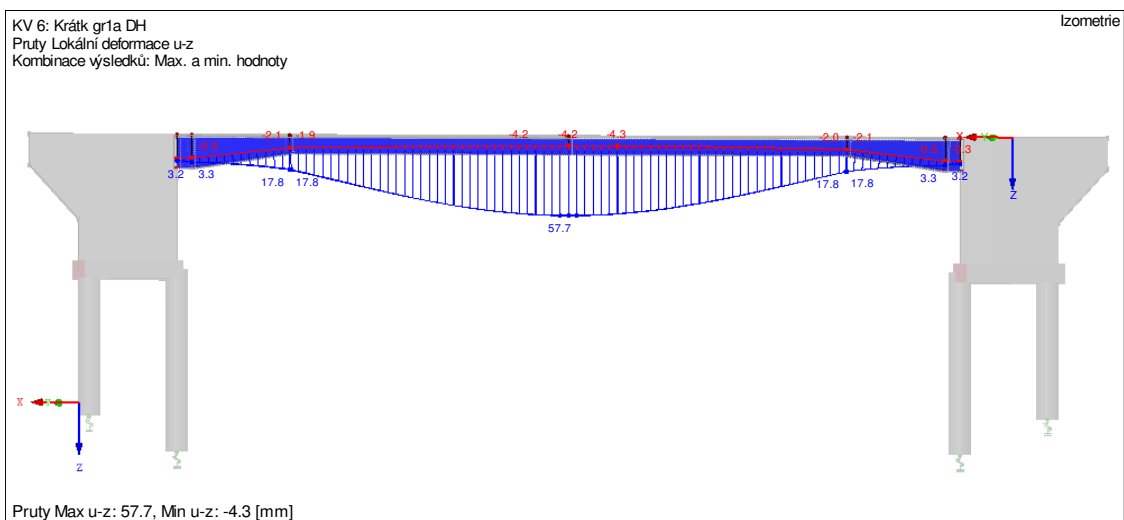
KONEČNÝ STAV - krátkodobé zatížení - KV5:



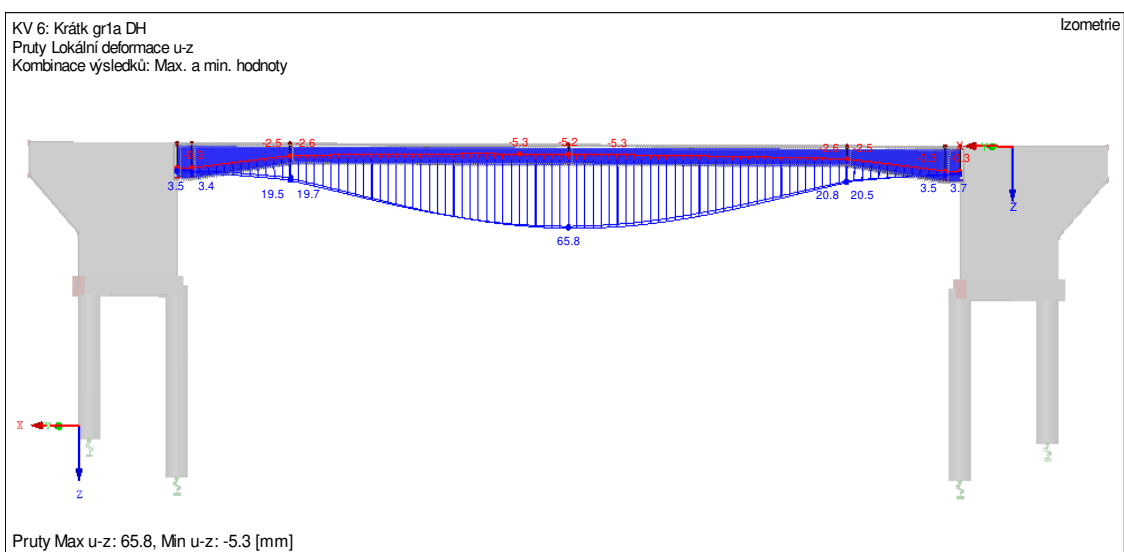
Obrázek 23 - Průhyb od krátkodobé kombinace KV5 - střední nosník



Obrázek 24 - Průhyb od krátkodobé kombinace KV5 - krajní nosník



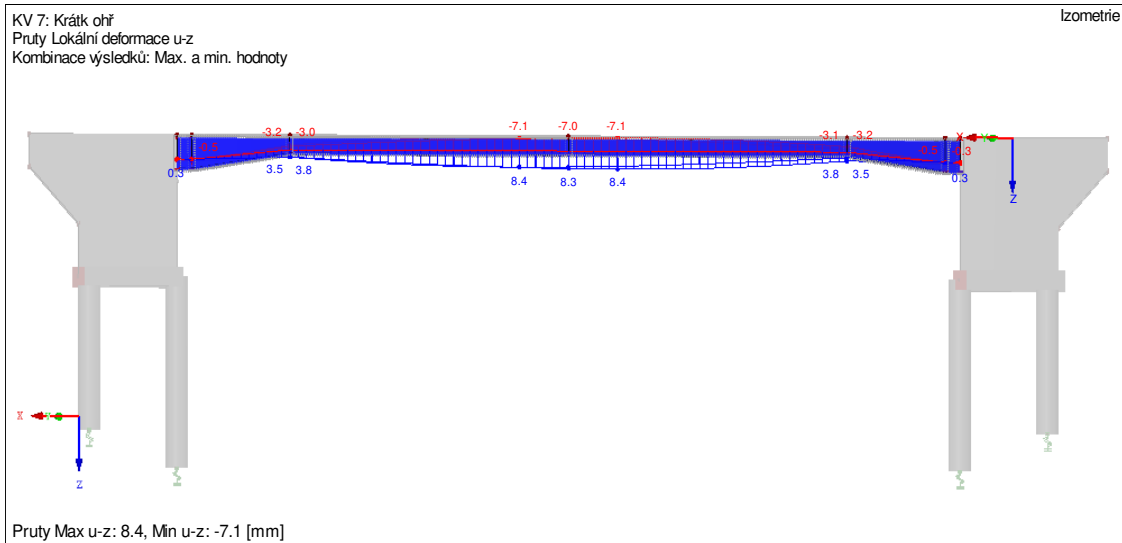
Obrázek 25 - Průhyb od krátkodobé kombinace KV6 - střední nosník



Obrázek 26 - Průhyb od krátkodobé kombinace KV6 - krajní nosník



Rekonstrukce mostu v Mochově



Obrázek 27 - Průhyb od krátkodobé kombinace KV7 - všechny nosníky

SHRNUTÍ:

KRAJNÍ NOSNÍKY	w_k [mm]	
Výstavba	1554	
DDZ - KV4	40,2	
Smršťování	-148	
NÁVRH NADVÝŠENÍ	1450	
KDZ - KV5	40,6	OK!
KDZ - KV6	65,8	OK!
KDZ - KV7	8,4	OK!
Podmínka L/300 [18]	159,3	

STŘEDNÍ NOSNÍKY	w_k [mm]	
Výstavba	1454	
DDZ - KV4	35,2	
Smršťování	-115	
NÁVRH NADVÝŠENÍ	1490	
KDZ - KV5	35,8	OK!
KDZ - KV6	57,7	OK!
KDZ - KV7	8,4	OK!
Podmínka L/300 [18]	159,3	

Dle [18] je limitován pouze průhyb od proměnných zatížení.

Nadvýšení je uvažováno v ose rozpětí.

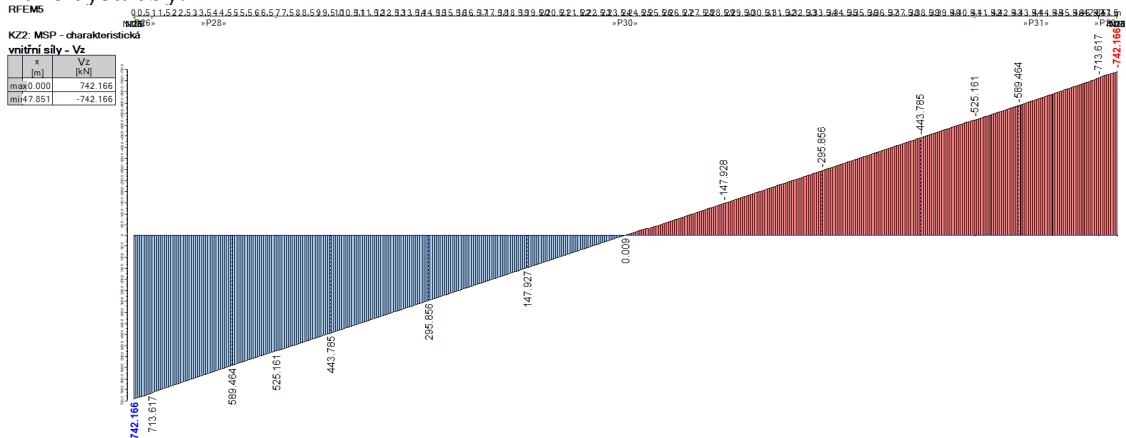


7.4 Spřažení MSP [19]

7.4.1 Posouvající síly

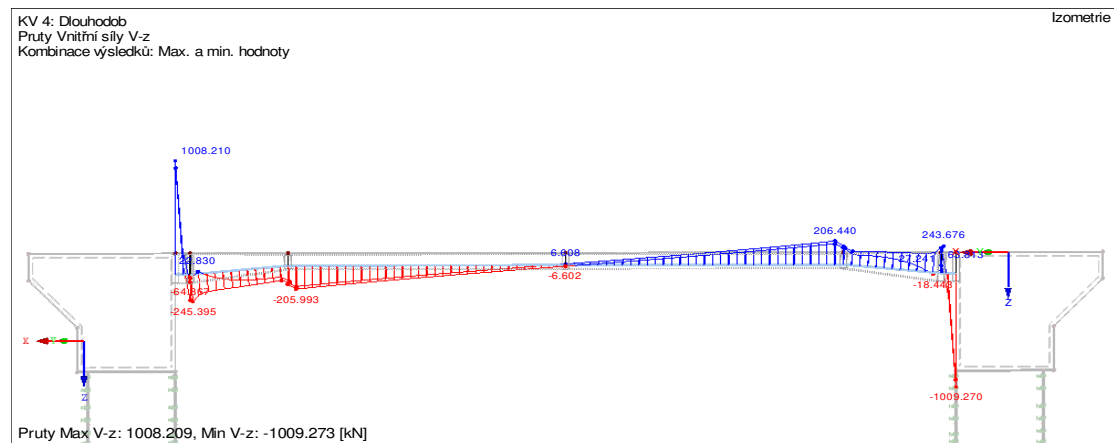
Posouvající síly jsou největší na krajních nosnících a krajní nosníky jsou méně únosné kvůli užší ŽB desce, proto posoudíme pouze krajní nosníky a střední nosník vyhoví při stejném

Fáze výstavby:



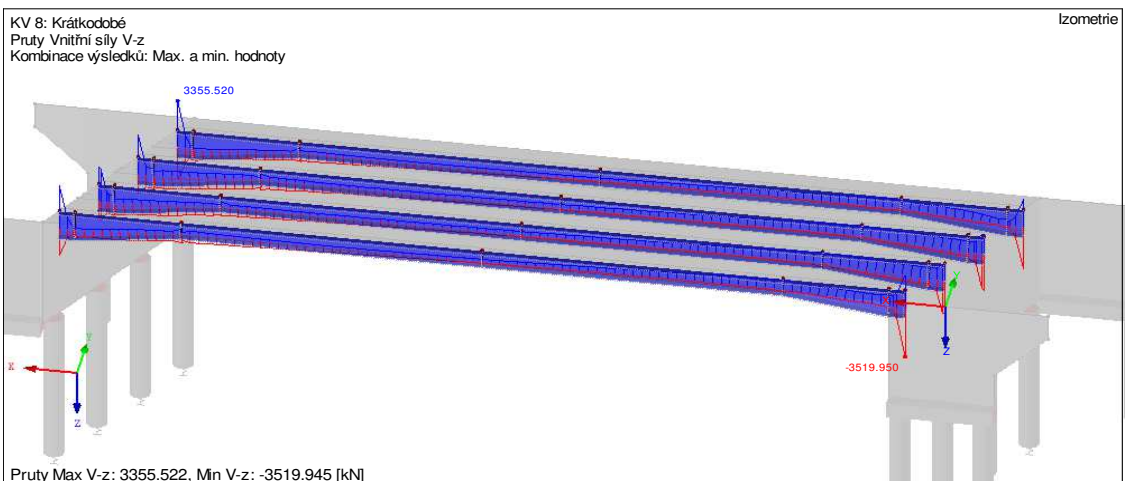
Obrázek 28 - Posouvající síly ve fázi výstavby

Konečná fáze - Dlouhodobé zatížení KV4



Obrázek 29 - Posouvající síly v konečné fázi v KV4

Konečná fáze - Krátkodobá zatížení - Obálka KV5, KV6, KV7:



Obrázek 30 - Posouvající síly v konečné fázi pro krátkodobá zat.



7.4.2 Smykový tok

$$\text{Smykový tok } v_k = V_k * S_d / I_y$$

, kde V_k je posouvající síla; S_d je statický moment ŽB desky a I_y je moment setrvačnosti.

Max smykový tok nad podporou:

Fáze výstavby: $V_k = 742,166 \text{ kN}$

$$S_{d,i} = 2,904E+07 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,i} = 7,045E+10 \text{ mm}^4 \quad (\text{DDZ tab. 7-6})$$

$$\rightarrow v_k = 306 \text{ N/mm}$$

Dlouhodobá zatížení: $V_k = 1009,3 \text{ kN}$

$$S_{d,i} = 4,196E+07 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,i} = 9,833E+10 \text{ mm}^4 \quad (\text{DDZ tab. 7-14})$$

$$\rightarrow v_k = 431 \text{ N/mm}$$

Krátkodobá zatížení: $V_k = 3520 \text{ kN}$

$$S_{d,i} = 6,706E+07 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,i} = 1,298E+11 \text{ mm}^4 \quad (\text{KDZ tab. 7-14})$$

$$\rightarrow v_k = 1818 \text{ N/mm}$$

Max smykový tok 3,0 m od podpory

Fáze výstavby: $V_k = 645,4 \text{ kN}$

$$S_{d,i} = 2,904E+07 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,i} = 7,045E+10 \text{ mm}^4 \quad (\text{DDZ tab. 7-6})$$

$$\rightarrow v_k = 266 \text{ N/mm}$$

Dlouhodobá zatížení: $V_k = 206,44 \text{ kN}$

$$S_{d,i} = 4,196E+07 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,i} = 9,833E+10 \text{ mm}^4 \quad (\text{DDZ tab. 7-14})$$

$$\rightarrow v_k = 88 \text{ N/mm}$$

Krátkodobá zatížení: $V_k = 729,58 \text{ kN}$

$$S_{d,i} = 6,706E+07 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,i} = 1,298E+11 \text{ mm}^4 \quad (\text{KDZ tab. 7-14})$$

$$\rightarrow v_k = 377 \text{ N/mm}$$

7.4.3 Návrh a posouzení spřažení

Spráhovací trny: průměr $d = 20 \text{ mm}$ $h_{sc}/d = 11,5 > 4 \rightarrow \alpha = 1,0$

délka trnu $h_{sc} = 230 \text{ mm}$

Ocel S355 - $f_u = 490 \text{ MPa}$

$$P_{Rk} = \min (0,8 f_u \pi d^2 / 4 ; 0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}) = \min (123150,432 ; 125473,184)$$

$$P_{Rk} = 123,15 \text{ kN} \rightarrow \text{Únosnost spřažení nezávisí na betonu.}$$

Trny do horní desky

V ÚSEKU NAD PODPOROU - pro konečný stav

Podélná rozteč: $s_L = 65 \text{ mm}$

Počet v příč. řezu: $n = 2$

$$\text{Pak maximální smykový tok: } v_{Rk} = P_{rk} * n / s_L = 3789 \text{ N/mm} \geq 2249 \text{ N/mm} = \Sigma v_k$$

V ÚSEKU dále než 3m od podpory:

Podélná rozteč: $s_L = 130 \text{ mm}$

Počet v příč. řezu: $n = 2$

$$\text{Pak maximální smykový tok: } v_{Rk} = P_{rk} * n / s_L = 1895 \text{ N/mm} \geq 465 \text{ N/mm} = \Sigma v_k$$

Ve fázi výstavby - jednotně po celé délce (trny do spodní desky - viz také kap. 6.6)

Podélná rozteč: $s_L = 130 \text{ mm}$

Počet v příč. řezu: $n = 2$

$$\text{Pak maximální smykový tok: } v_{Rk} = P_{rk} * n / s_L = 1895 \text{ N/mm} \geq 306 \text{ N/mm} = v_k$$

KONSTRUKCE VYHOVÍ V MSP



8 Mezní stavy únosnosti

V MSÚ bude nosná konstrukce posouzena na ohyb, smyk s ověřením interakce či boulení. Dále bude v MSÚ posouzen návrh spřažení, koutový svar ocelového nosníku a mostovka v příčném směru.

V mezním stavu únavy posoudíme rozkmit napětí v koutovém svaru nosníku, ve svaru spřahovacího trnu a v podélné ohybové výztuži.

8.1 Ohyb v MSÚ

Uvažujeme pružné působení, abychom správně analyzovali napjatost průřezu ve fázi výstavby a následně přičetli účinky zatížení v konečném stavu.

Využijeme zde ideální průřezy a pracovní součinitele spočtené v kapitole 7. Dle [5] se smršťování v MSÚ nemusí uvažovat. Postup výpočtu je stejný jako v kapitole 7 s jediným rozdílem, že budou použity návrhové vnitřní síly dle kombinace 6.10.

8.1.1 Průřezy v poli

8.1.1.1 Vnitřní síly - Kladný moment

FÁZE VÝSTAVBY - Návrhové hodnoty	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
Zatížení vlastní tíhou spřaženého nosníku.	6.10a	6.10b
Pro střední nosník	11932,07	10142,26
Pro krajní nosník	11161,75	9487,48
KV4 DLOUHODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota	6.10a	6.10b
Střední nosník	1427,99	1213,79
Krajní nosník	1560,49	1326,42

KV5 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY

Úprava na kombinaci 6.10a

Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
0.54	gr1a ZS3	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	-
0.54	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
0.54	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
0.54	gr1a ZS6	Chodníky	Proměnné	-
0.90	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	2
0.90	KZ3	Ochlaz hl. rovnom	Proměnné	2
1.01	KV1	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.01	KV2	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.01	KV3	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3

Úprava na kombinaci 6.10b

Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
0.54	gr1a ZS3	Rovnoměrné z. MAX VLEVO	Proměnné	1
0.54	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MAX STŘED	Proměnné	1
0.54	gr1a ZS5	Rovnoměrné z. MAX VPRAVO	Proměnné	1
1.50	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	2
1.50	KZ3	Ochlaz hl. rovnom	Proměnné	2
1.01	KV1	LM1 Dvojnáprava MAX VLEVO	Proměnné	3
1.01	KV2	LM1 Dvojnáprava MAX VPRAVO	Proměnné	3
1.01	KV3	LM1 Dvojnáprava MAX STŘED	Proměnné	3

	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
Návrhový moment v poli	6.10a	6.10b
Střední nosník	5947,12	8084,83
Krajní nosník	5529,32	7337,78



KV6 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY

Úprava na kombinaci 6.10a

Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
0.54	gr1a ZS3	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	-
0.54	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
0.54	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
0.54	gr1a ZS6	Chodníky	Proměnné	-
0.90	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	2
0.90	KZ3	Ochlaz hl. rovnom	Proměnné	2
1.01	KV1	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.01	KV2	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.01	KV3	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3

Úprava na kombinaci 6.10b

Součinitel	č.	Popis	Kritérium	Skupina
1.35	gr1a ZS3	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
1.35	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
1.35	gr1a ZS4	Rovnoměrné z. MA	Proměnné	1
1.35	gr1a ZS6	Chodníky	Proměnné	-
0.90	KZ1	Ohřátí hl. rovnom	Proměnné	2
0.90	KZ3	Ochlaz hl. rovnom	Proměnné	2
1.35	KV1	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.35	KV2	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3
1.35	KV3	LM1 Dvojnáprava	Proměnné	3

	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
Návrhový moment v poli	6.10a	6.10b
Střední nosník	6675,27	7950,16
Krajní nosník	6160,81	7713,45
KV7 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY		
	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
Pouze účinek teploty - KV7*1,5 nebo KV7*0,9*1,5	6.10a	6.10b
Střední nosník	-3360,90	-3024,81
Krajní nosník	-3481,92	-3133,73

8.1.1.2 Únosnost v ohybu

STŘEDNÍ NOSNÍK - Průřezové a materiálové charakteristiky

Tloušťka ŽB desky monolit.	t_m	200	mm	Beton C30/37 $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 30/1,5 = 20$ MPa
Šířka ŽB desky monolit.	b_{eff}	3150	mm	
Výztuž monolit. desky	A_{sm}	6912	mm ²	
Plocha monolit. desky	A_{cm}	623088	mm ²	
Tloušťka ŽB desky prefa	t_p	120	mm	Beton C60/75 $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 60/1,5 = 40$ MPa
Šířka ŽB desky prefa	b_{eff}	3150	mm	
Výztuž prefa desky	A_{sp}	1963	mm ²	
Plocha prefa desky	A_{cp}	376037	mm ²	
Výška ocelového průřezu	h	840	mm	Výztuž B500B $f_{sd} = f_{sk}/\gamma_{Ms} = 500/1,15 = 435$ MPa
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	mm	
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	mm	Ocel S460 pro $t \leq 40$ mm pro $t > 40$ mm $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 460/1,0 = 460$ MPa $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 430/1,0 = 430$ MPa
Tloušťka stojiny	t_w	20	mm	
Tloušťka horní pásnice	t_{fh}	30	mm	
Tloušťka dolní pásnice	t_{fd}	70	mm	

Dle kap. 2.2 je nosník třídy 1, proto můžeme použít plastickou únosnost.

Pro plastickou únosnost můžeme zanedbat postup výstavby. [13]

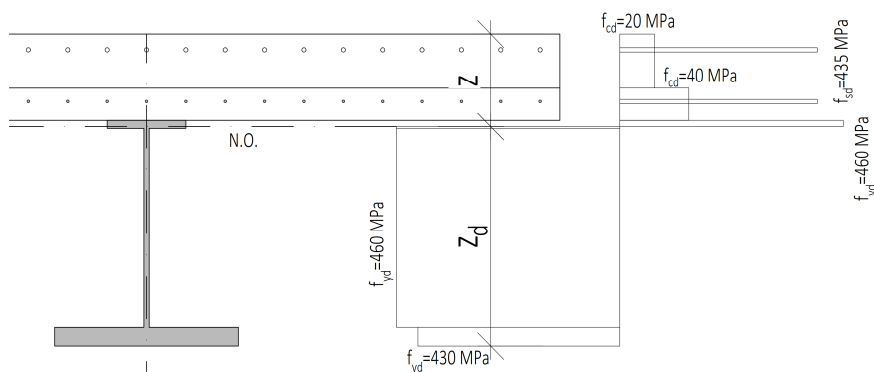


PLASTICKÁ ÚNOSNOST SPŘAŽENÉHO NOSNÍKU: [13]

Vyšetření polohy neutrální osy - iterační metoda:

Předpoklad - neutrální osa v horní pásnici - $z > 320$ mm

$z =$	337,083 mm (shora)	$z_d =$	822,91739 mm (zdola)
Síla betonu v monolitické desce:		$F_c = 0,85 \cdot A_{cm} \cdot f_{cd} =$	-10,593 MN
Síla výztuže v monolitické desce:		$F_s = A_{sm} \cdot f_{sd} =$	-3,005 MN
Síla betonu v prefa desce:		$F_c = 0,85 \cdot A_{cp} \cdot f_{cd} =$	-12,852 MN
Síla výztuže v prefa desce:		$F_s = A_{sp} \cdot f_{sd} =$	-0,854 MN
Síla v tlacené horní pásnici		$F_a = b_{fh} \cdot (t_{fh} - z + t_p + t_m) \cdot f_{yd} =$	-2,357 MN
Síla v tažené horní pásnici		$F_a = b_{fh} \cdot (t_{fh} - z + t_p + t_m) \cdot f_{yd} =$	1,783 MN
Síla ve stojině		$F_a = t_w \cdot h_w \cdot f_{yd} =$	6,808 MN
Síla v dolní pásnici		$F_a = b_{fd} \cdot t_{fd} \cdot f_{yd} =$	21,070 MN
Ověření rovnováhy sil:		$\Sigma F =$	0,000



Obrázek 31 - Stav napětí na spřaženém nosníku při plastické únosnosti v ohybu

Plastický moment únosnosti v ohybu:

$$M_{pl,Rd} = \Sigma(F_i \cdot x_i) = 10,593 \cdot 237,08 + 3,005 \cdot 279,08 + 12,852 \cdot 77,083 + 0,854 \cdot 87,083 + 2,357 \cdot 8,541 + 1,783 \cdot 6,459 + 6,808 \cdot 382,917 + 21,070 \cdot 787,917 = 23654,92 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = \beta \cdot M_{pl,Rd}$$

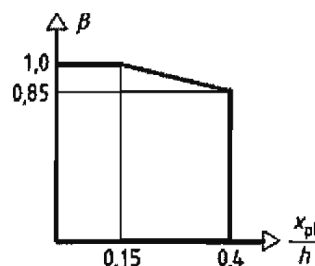
Redukční součinitel β dle obrázku, kde $x_{pl} = z$.

h je celková výška spřaženého nosníku.

$$z/h = 0,291$$

$$\beta = + 0,91565$$

$$M_{Rd} = 21659,55 \text{ kNm}$$



Obrázek 32 - Redukční souč. β [13]



KRAJNÍ NOSNÍK - Průřezové a materiálové charakteristiky

Tloušťka ŽB desky monolit.	t_m	200	mm	Beton C30/37
Šířka ŽB desky monolit.	b_{eff}	2900	mm	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$
Výztuž monolit. desky	A_{sm}	6911,5038	mm ²	
Plocha monolit. desky	A_{cm}	623088,5	mm ²	(Plocha výztuže odečtena)
Tloušťka ŽB desky prefa	t_p	120	mm	Beton C60/75
Šířka ŽB desky prefa	b_{eff}	2900	mm	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 60/1,5 = 40 \text{ MPa}$
Výztuž prefa desky	A_{sp}	1963,4954	mm ²	
Plocha prefa desky	A_{cp}	376036,5	mm ²	(Plocha výztuže odečtena)
Výška ocelového průřezu	h	840	mm	Výztuž B500B
Šířka horní pásnice	b_{fh}	300	mm	$f_{sd} = f_{sk}/\gamma_{Ms} = 500/1,15 = 435 \text{ MPa}$
Šířka dolní pásnice	b_{fd}	700	mm	Ocel S460 pro $t \leq 40 \text{ mm}$
Tloušťka stojiny	t_w	20	mm	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 460/1,0 = 460 \text{ MPa}$
Tloušťka horní pásnice	t_{fh}	30	mm	pro $t > 40 \text{ mm}$
Tloušťka dolní pásnice	t_{fd}	70	mm	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 430/1,0 = 430 \text{ MPa}$

Dle kap. 2.2 je nosník třídy 1, proto můžeme použít plastickou únosnost.

Pro plastickou únosnost můžeme zanedbat postup výstavby. [13]

PLASTICKÁ ÚNOSNOST SPŘAŽENÉHO NOSNÍKU: [13]

Vyšetření polohy neutrální osy - iterační metoda:

Předpoklad - neutrální osa v horní pásnici - $z > 320 \text{ mm}$

$$z = 340,778 \text{ mm (shora)}$$

$$z_d = 819,22174 \text{ mm (zdola)}$$

Síla betonu v monolitické desce: $F_c = 0,85 \cdot A_{cm} \cdot f_{cd} = -10,593 \text{ MN}$

Síla výztuže v monolitické desce: $F_s = A_{sm} \cdot f_{sd} = -3,005 \text{ MN}$

Síla betonu v prefa desce: $F_c = 0,85 \cdot A_{cp} \cdot f_{cd} = -11,832 \text{ MN}$

Síla výztuže v prefa desce: $F_s = A_{sp} \cdot f_{sd} = -0,854 \text{ MN}$

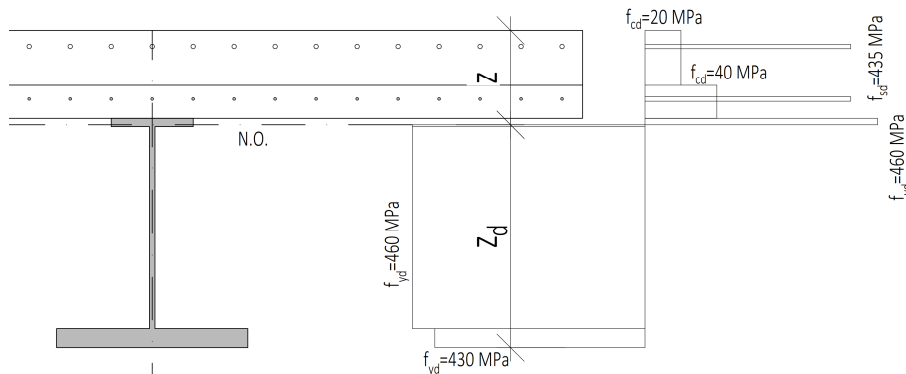
Síla v tlačené horní pásnici $F_a = b_{fh} \cdot (t_{fh} - z + t_p + t_m) \cdot f_{yd} = -2,867 \text{ MN}$

Síla v tažené horní pásnici $F_a = b_{fh} \cdot (t_{fh} - z + t_p + t_m) \cdot f_{yd} = 1,273 \text{ MN}$

Síla ve stojině $F_a = t_w \cdot h_w \cdot f_{yd} = 6,808 \text{ MN}$

Síla v dolní pásnici $F_a = b_{fd} \cdot t_{fd} \cdot f_{yd} = 21,070 \text{ MN}$

Ověření rovnováhy sil: $\Sigma F = 0,000$



Obrázek 31 - Stav napětí na spřaženém nosníku při plastické únosnosti v ohybu



Plastický moment únosnosti v ohybu:

$$M_{pl,Rd} = \Sigma(F_i \cdot x_i) = 10,593 \cdot 240,78 + 3,005 \cdot 310,78 + 11,832 \cdot 80,778 + 0,854 \cdot -63,372 + 2,867 \cdot 10,389 + 1,273 \cdot 4,611 + 6,808 \cdot 379,222 + 21,070 \cdot 784,222 = 23526,95 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = \beta \cdot M_{pl,Rd}$$

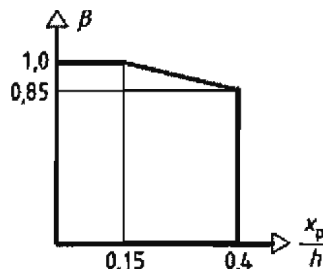
Redukční součinitel β dle obrázku, kde $x_{pl} = z$.

h je celková výška spřaženého nosníku.

$$z/h = 0,294$$

$$\beta = 0,91374$$

$$M_{Rd} = 21497,41 \text{ kNm}$$



Obrázek 32 - Redukční souč. β [13]

8.1.1.3 Posouzení na ohyb

STŘEDNÍ NOSNÍK	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
Zatížení - návrhové hodnoty	6.10a	6.10b
FÁZE VÝSTAVBY - STÁLÉ	11932,07	10142,26
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV4 - STÁLÉ	1427,99	1213,79
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV5 - PROMĚNNÉ	5947,12	8084,83
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV6 - PROMĚNNÉ	6675,27	7950,16
ROZHODUJÍCÍ KOMBINACE	20035,33	19440,88

ÚNOSNOST V OHYBU	$M_{Rd} = 21659,55 \text{ kNm}$
VYUŽITÍ PRŮŘEZU	$\eta = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,93 \leq 1,0$

KRAJNÍ NOSNÍK	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
Zatížení - návrhové hodnoty	6.10a	6.10b
FÁZE VÝSTAVBY - STÁLÉ	11161,75	9487,48
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV4 - STÁLÉ	1560,49	1326,42
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV5 - PROMĚNNÉ	5529,32	7337,78
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV6 - PROMĚNNÉ	6160,81	7713,45
ROZHODUJÍCÍ KOMBINACE	18883,05	18527,35

ÚNOSNOST V OHYBU	$M_{Rd} = 21497,41 \text{ kNm}$
VYUŽITÍ PRŮŘEZU	$\eta = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,88 \leq 1,0$

NÁVRH VYHOVÍ NA OHYB V MSÚ.



8.2 Interakce ohybu a smyku v MSÚ

V průřezu nad podporou očekáváme nejvyšší hodnotu posouvající síly, a proto musíme v tomto bodě posoudit interakci s ohybem. Ocelový průřez je nad podporou třídy 3, takže použijeme čisté pružnostní ověření dle [2]:

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

V MSÚ nebudeme uvažovat beton v tahu, proto pro konečný stav konstrukce musíme spočítat průřezové charakteristiky ideálního průřezu bez uvážení betonu.

8.2.1 Smykové napětí při fázi výstavby

FÁZE VÝSTAVBY - Posouvající síly - Návrhové hodnoty		V _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]
Zatížení vlastní tíhou spráženého nosníku.		6.10a	6.10b
Pro střední nosník		1001,92	851,64
Pro krajní nosník		935,84	795,47

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I t} \quad \begin{array}{l} S \text{ statický moment v místě posuzovaného bodu k těžišťové ose průřezu;} \\ I \text{ moment setrvačnosti celého průřezu;} \end{array}$$

t = 20 mm t tloušťka v posuzovaném bodu.

Smykové napětí má maximum v těžišti průřezu, které je ve stojině. V těžišti průřezu a v jeho blízkosti jsou při pružném působení nízká normálová napětí. Proto vyšetříme interakci napětí v nejvyšším a nejnižším bodě stojiny.

Smykové napětí na ideálním průřezu:

Průřezové charakteristiky pro průřez nad podporou během výstavby

Bod	Výška zdola [mm]	Název bodu	S _{v,i} [mm ³]	I _{v,i} [mm ⁴]	τ _{Ed} 6.10a [MPa]	τ _{Ed} 6.10b [MPa]
Střední nosník (viz tab.7-3 - DDZ)						
w _h	1630	H vlákna stojiny	3,970E+07	7,284E+10	27,31	23,21
C ₀	847,1	Těžiště výstavba	4,583E+07	7,284E+10	31,52	26,79
w _d	70	D vlákna stojiny	3,979E+07	7,284E+10	27,37	23,26
Krajní nosník (viz tab.7-6 - DDZ)						
w _h	1630	H vlákna stojiny	3,797E+07	7,045E+10	25,22	21,44
C ₀	825,5	Těžiště výstavba	4,444E+07	7,045E+10	29,52	25,09
w _d	70	D vlákna stojiny	3,873E+07	7,045E+10	25,73	21,87



8.2.2 Posouvající síly při konečném stavu

Posouvající síly - Stálé zatížení:

	V _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]
KV4 DLOUHODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota	6.10a	6.10b
Střední nosník	1048,66	891,36
Krajní nosník	1362,52	1158,14

Posouvající síly - Proměnné zatížení:

KV5 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota	6.10a	6.10b
Střední nosník	2577,95	3267,04
Krajní nosník	3502,55	4782,34
KV6 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota	6.10a	6.10b
Střední nosník	3109,13	3902,52
Krajní nosník	3907,89	4943,70

KV6 má větší účinky zatížení.

KV4 + KV6 Návrhové hodnoty	6.10a	6.10b
Střední nosník	4157,79	4793,88
Krajní nosník	5270,41	6101,84

8.2.2 Ideální průřez bez betonu

Neuvažujeme beton, proto není třeba řešit dlouhodobé či krátkodobé účinky.

STŘEDNÍ NOSNÍK

Výztuž monolit. desky - Ø16 á 150 mm

n _L	1,0500	-
A _s	6283	mm ²
A _i	5983,986	mm ²
d _d	1922	mm

Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm

n _L	1,0500	-
A _s	1571	mm ²
A _i	1495,997	mm ²
d _d	1680	mm

Ocel

b _{fh}	300	mm
t _{fh}	30	mm
t _w	20	mm
h _w	1560	mm
b _{fd}	700	mm
t _{fd}	70	mm
h _s	1660	mm

Ideální průřez

h _i	1930	mm
A _i	96679,983	mm ²
S _{yd}	5,705E+07	mm ²
e _h	1339,9	mm
e _d	590,1	mm
I _{i,y}	4,596E+10	mm ⁴

KRAJNÍ NOSNÍK

Výztuž monolit. desky - Ø16 á 150 mm

n _L	1,0500	-
A _s	5969	mm ²
A _i	5684,787	mm ²
d _d	1922	mm

Výztuž prefa desky - Ø10 á 130 mm

n _L	1,0500	-
A _s	1492	mm ²
A _i	1421,197	mm ²
d _d	1680	mm

Ocel

b _{fh}	300	mm
t _{fh}	30	mm
t _w	20	mm
h _w	1560	mm
b _{fd}	700	mm
t _{fd}	70	mm
h _s	1660	mm

Ideální průřez

h _i	1930	mm
A _i	96305,983	mm ²
S _{yd}	5,635E+07	mm ²
e _h	1344,8	mm
e _d	585,2	mm
I _{i,y}	4,534E+10	mm ⁴



8.2.3 Smykové napětí na ideálním průřezu

Bod	Výška zdola [mm]	Název bodu	$S_{v,i}$ [mm ³]	$I_{v,i}$ [mm ⁴]	τ_{Ed} 6.10a [MPa]	τ_{Ed} 6.10b [MPa]
Střední nosník						
w_h	1630	H vlákna stojiny	1,909E+07	4,596E+10	86,36	99,58
C_0	847,1	Těžiště výstavba	2,925E+07	4,596E+10	132,29	152,52
C_1	590,1	Těžiště konečné	2,991E+07	4,596E+10	135,27	155,97
w_d	70	D vlákna stojiny	2,720E+07	4,596E+10	123,04	141,86
Krajní nosník						
w_h	1630	H vlákna stojiny	1,869E+07	4,534E+10	108,65	125,79
C_0	825,5	Těžiště výstavba	2,903E+07	4,534E+10	168,75	195,37
C_1	585,2	Těžiště konečné	2,961E+07	4,534E+10	172,10	199,25
w_d	70	D vlákna stojiny	2,696E+07	4,534E+10	156,68	181,40

SMYKOVÉ NAPĚTÍ CELKEM			τ_{Ed} 6.10a	τ_{Ed} 6.10b
			[MPa]	[MPa]
Střední nosník				
w_h	1630	H vlákna stojiny	113,67	122,79
w_d	70	D vlákna stojiny	150,40	165,12
Krajní nosník				
w_h	1630	H vlákna stojiny	133,87	147,23
w_d	70	D vlákna stojiny	182,41	203,26

8.2.4 Normálové napětí při konečném stavu

Moment v průřezu nad podporou ve fázi výstavby je nulový, proto zde nevzniká normálové napětí.

Ohybové momenty - Stálé zatížení:

	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]
	6.10a	6.10b
KV4 DLOUHODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota		
Střední nosník	-1643,42	-1396,91
Krajní nosník	-1904,47	-1618,80

Posouvající síly - Proměnné zatížení:

KV5 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota			6.10a	6.10b
Střední nosník			-4859,23	-5946,05
Krajní nosník			-7239,75	-9686,00
KV6 KRÁTKODOBÉ ÚČINKY - Návrhová hodnota			6.10a	6.10b
Střední nosník			-6006,71	-7748,70
Krajní nosník			-8275,19	-10825,66

KV6 má větší účinky zatížení.

KV4 + KV6 Návrhové hodnoty			6.10a	6.10b
Střední nosník			-7650,13	-9145,61
Krajní nosník			-10179,65	-12444,46



Normálové napětí na ideálním průřezu:

Bod	Výška zdola [mm]	Název bodu	e [mm]	$I_{y,i}$ [mm ⁴]	$\sigma_{x,Ed}$ 6.10a [MPa]	$\sigma_{x,Ed}$ 6.10b [MPa]
Střední nosník						
e_h	1930	H vlákna-výztuž	-1339,9	4,596E+10	223,01	266,61
w_h	1630	H vlákna stojiny	-1039,9	4,596E+10	173,08	206,91
C_0	847,1	Těžiště výstavba	-257,0	4,596E+10	42,77	51,13
C_1	590,1	Těžiště konečné	0,0	4,596E+10	0,00	0,00
w_d	70	D vlákna stojiny	520,1	4,596E+10	-86,57	-103,50
e_d	0	D vlákna průřezu	590,1	4,596E+10	-98,23	-117,43
Krajní nosník						
e_h	1930	H vlákna-výztuž	-1344,8	4,534E+10	301,94	271,27
w_h	1630	H vlákna stojiny	-1044,8	4,534E+10	234,59	210,76
C_0	825,5	Těžiště výstavba	-240,4	4,534E+10	53,96	48,48
C_1	585,2	Těžiště konečné	0,0	4,534E+10	0,00	0,00
w_d	70	D vlákna stojiny	515,2	4,534E+10	-115,66	-103,91
e_d	0	D vlákna průřezu	585,2	4,534E+10	-131,38	-118,03

8.2.4 Posouzení interakce

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad \frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} \leq 1,0$$

$$\gamma_{M0} = 1,0 \quad \sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

PRO 6.10a

Výztuž B500B

$$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_{Ms} = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$$

Ocel S460

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 460 / 1,0 = 460 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 430 / 1,0 = 430 \text{ MPa}$$

Bod	Výška zdola [mm]	Název bodu	$\sigma_{x,Ed}$ 6.10a [MPa]	σ_{Ed}/f_y $\leq 1,0$	τ_{Ed} 6.10a [MPa]	$\sqrt{3} \cdot \tau_{Ed}/f_y$ $\leq 1,0$	Interakce $\leq 1,0$
Střední nosník							
e_h	1930	H vlákna-výztuž	212,39	0,49	0,00	0,00	0,24
w_h	1630	H vlákna stojiny	173,08	0,38	86,36	0,33	0,25
C_0	847,1	Těžiště výstavba	42,77	0,09	132,29	0,50	0,26
C_1	590,1	Těžiště konečné	0,00	0,00	135,27	0,51	0,26
w_d	70	D vlákna stojiny	-86,57	0,19	123,04	0,46	0,25
e_d	0	D vlákna průřezu	-98,23	0,23	0,00	0,00	0,05
Krajní nosník							
e_h	1930	H vlákna-výztuž	287,56	0,66	0,00	0,00	0,44
w_h	1630	H vlákna stojiny	234,59	0,51	108,65	0,41	0,43
C_0	825,5	Těžiště výstavba	53,96	0,12	168,75	0,64	0,42
C_1	585,2	Těžiště konečné	0,00	0,00	172,10	0,65	0,42
w_d	70	D vlákna stojiny	-115,66	0,25	156,68	0,59	0,41
e_d	0	D vlákna průřezu	-131,38	0,31	0,00	0,00	0,09



PRO 6.10b

Bod	Výška zdola [mm]	Název bodu	$\sigma_{x,Ed}$ 6.10b [MPa]	σ_{Ed}/f_y $\leq 1,0$	τ_{Ed} 6.10b [MPa]	$\sqrt{3} \cdot \tau_{Ed}/f_y$ $\leq 1,0$	Interakce $\leq 1,0$
Střední nosník							
e_h	1930	H vlákna-výztuž	266,61	0,61	0,00	0,00	0,38
w_h	1630	H vlákna stojiny	206,91	0,45	99,58	0,37	0,34
C_0	847,1	Těžiště výstavba	51,13	0,11	152,52	0,57	0,34
C_1	590,1	Těžiště konečné	0,00	0,00	155,97	0,59	0,34
w_d	70	D vlákna stojiny	-103,50	0,22	141,86	0,53	0,34
e_d	0	D vlákna průřezu	-117,43	0,27	0,00	0,00	0,07
Krajní nosník							
e_h	1930	H vlákna-výztuž	271,27	0,62	0,00	0,00	0,39
w_h	1630	H vlákna stojiny	210,76	0,46	125,79	0,47	0,43
C_0	825,5	Těžiště výstavba	48,48	0,11	195,37	0,74	0,55
C_1	585,2	Těžiště konečné	0,00	0,00	199,25	0,75	0,56
w_d	70	D vlákna stojiny	-103,91	0,23	181,40	0,68	0,52
e_d	0	D vlákna průřezu	-118,03	0,27	0,00	0,00	0,08

NÁVRH VYHOVÍ NA INTERAKCI OHYBU A SMYKU NAD PODPOROU

8.3 Spřažení v MSÚ

8.3.1 Spřahovací trny

Spřahovací trny: průměr $d = 20$ mm $h_{sc}/d = 11,5 > 4$
 délka trnu $h_{sc} = 230$ mm a 100 mm $\rightarrow \alpha = 1,0$
 Ocel S355 - $f_u = 490$ MPa $\gamma_V = 1,25$

$$P_{Rk} = \min (0,8 f_u \pi d^2 / 4 ; 0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}) = \min(123150,43 ; 177445,879)$$

$$P_{Rk} = 123,15 \text{ kN} \quad P_{Rd} = P_{Rk} / \gamma_V = 98,52 \text{ kN}$$

\rightarrow Únosnost spřažení nezávisí na betonu.

8.3.2 Posouzení spřažení ve fázi výstavby

FÁZE VÝSTAVBY - Posouvající síly - Návrhové hodnoty	V_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]
Zatížení vlastní tíhou spřaženého nosníku.	6.10a	6.10b
Pro střední nosník	1001,92	851,64
Pro krajní nosník	935,84	795,47

Smykový tok $v_{Ed} = V_{Ed} * S_i / I_i$		v_{Ed} [N/mm]	v_{Ed} [N/mm]
(ideální průřez viz tab. 7-3 a 7-6)		6.10a	6.10b
	S_i [mm ³]	I_i [mm ⁴]	
Pro střední nosník	3,252E+07	7,284E+10	447,34
Pro krajní nosník	3,067E+07	7,045E+10	407,44

NÁVRH SPŘAŽENÍ pro fázi výstavby - do spodní desky

Podélná rozteč: $s_L = 130$ mm Počet v příč. řezu: $n = 2$

$$\text{Pak maximální smykový tok: } v_{Rd} = P_{rd} * n / s_L = \underline{\underline{1515,70 \text{ N/mm}}} \quad \text{VYHOVÍ}$$



8.3.3 Posouzení spřažení v konečné fázi

STŘEDNÍ NOSNÍK	V_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]
Zatížení - návrhové hodnoty (kap. 8.1.1.1)	6.10a	6.10b
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV4 - STÁLÉ	1048,66	891,36
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV5 - PROMĚNNÉ	2577,95	3267,04
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV6 - PROMĚNNÉ	3109,13	3902,52

Smykový tok $v_{Ed} = V_{Ed} * S_i/I_i$ mezi ŽB deskami			v_{Ed} [N/mm]	v_{Ed} [N/mm]
(ideální průřez viz tab. 7-10)	S_i [mm ³]	I_i [mm ⁴]	6.10a	6.10b
Pro střední nosník - dlouhodobé	2,891E+07	1,005E+11	301,84	256,56
Pro střední nosník - krátkodobé	4,922E+07	1,320E+11	1159,23	1455,05
		CELKEM	1461,07	1711,61

KRAJNÍ NOSNÍK	V_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]
Zatížení - návrhové hodnoty (kap. 8.1.1.1)	6.10a	6.10b
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV4 - STÁLÉ	1362,52	1158,14
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV5 - PROMĚNNÉ	3502,55	4782,34
KONEČNÝ STAV KOMBINACE KV6 - PROMĚNNÉ	3907,89	4943,70

Smykový tok $v_{Ed} = V_{Ed} * S_i/I_i$ mezi ŽB deskami			v_{Ed} [N/mm]	v_{Ed} [N/mm]
(ideální průřez viz tab. 7-14)	S_i [mm ³]	I_i [mm ⁴]	6.10a	6.10b
Pro krajní nosník - dlouhodobé	2,793E+07	9,833E+10	386,94	328,90
Pro krajní nosník - krátkodobé	4,777E+07	1,298E+11	1437,97	1819,11
		CELKEM	1824,91	2148,01

Maximální hodnota pro všechny nosníky $v_{Ed,max} = 2148,01$ N/mm

Trny do horní desky

V ÚSEKU NAD PODPOROU - pro konečný stav

Podélná rozteč: $s_L = 110$ mm

Počet v příč. řezu: $n = 3$

Pak maximální smykový tok: $v_{Rd} = P_{rd} * n/s_L = 2686,9185$ N/mm $\geq v_{Ed,max}$

8.3.4 Konstrukční zásady spřažení [13]

Minimální výška trnu - $3d - h_{sc,min} = 60$ mm $> h_{sc} = 100$ mm **OK**

Hlava trnu nemá mít průměr menší než $1,5d$ a výšku menší než $0,4d$.

Minimální vzdálenost trnů ve směru smykové síly nemá být menší než $5d$.

$s_{Lmin} = 100$ mm $\geq s_L = 110$ mm **OK**

Rozteč ve směru napříč ke smykovesile nemá být menší než $2.5d = 50$ mm v plné desce.

Navržená příčná rozteč: 60 mm **OK**



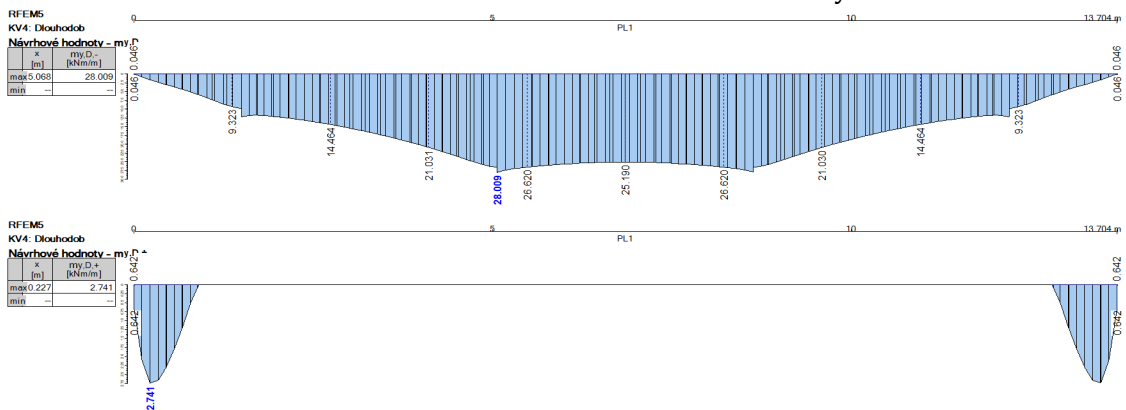
8.4 Posouzení desky v příčném ohybu [5]

Z výpočetního modelu zjistíme návrhové momenty na desce mostovky.

Velikost prvků síť zmenšena na 0,1 m

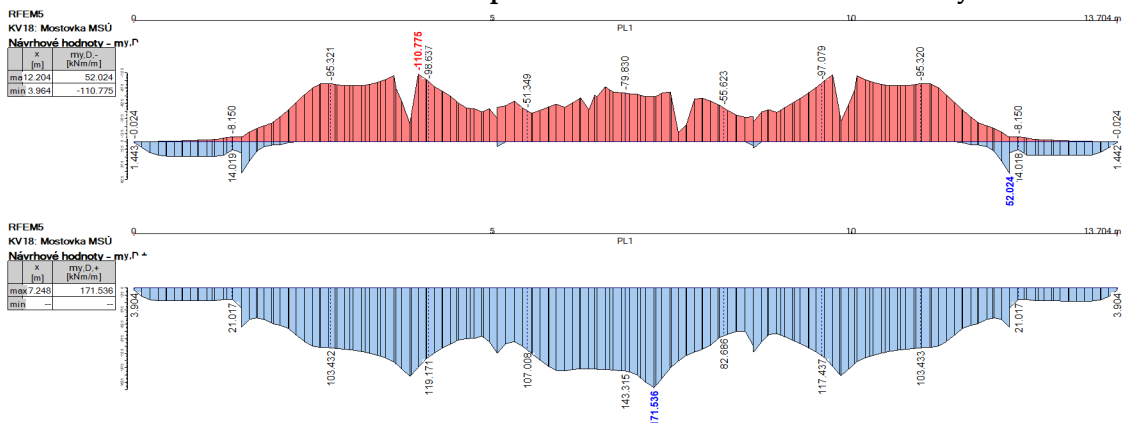
Osa z je kladná směrem dolů tj. $m_{y,D+}$ slouží k návrhu spodní výztuže a $m_{y,D-}$ slouží k návrhu horní výztuže. Záporné momenty jsou bezvýznamné, protože značí tlak u daného povrchu.

NÁVRHOVÉ MOMENTY - Stálé zatížení - Charakteristické hodnoty

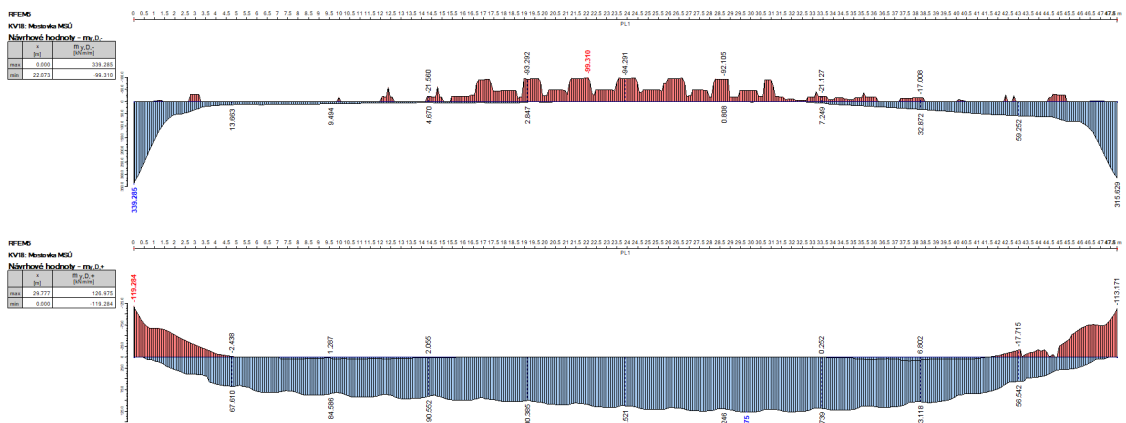


Obrázek 33 - Průběh návrhových momentů od stálých zatížení - příčný řez ve středu rozpětí

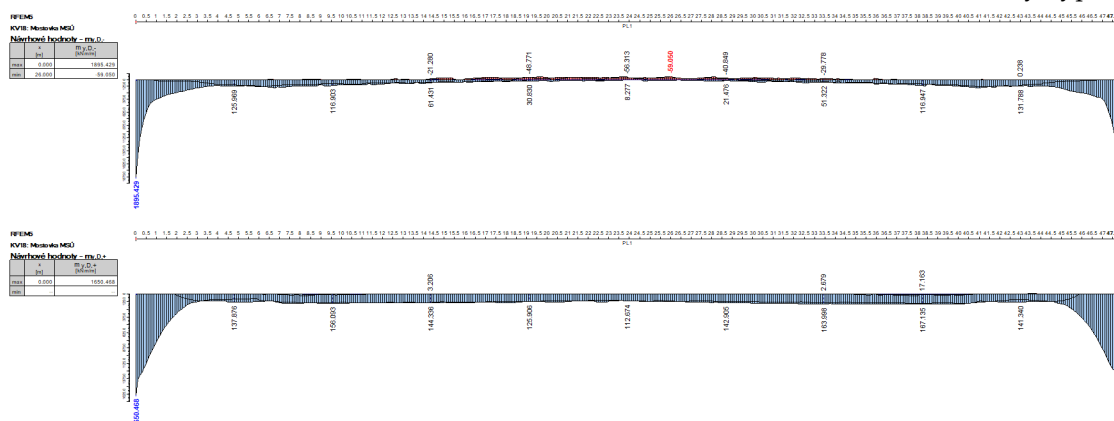
NÁVRHOVÉ MOMENTY - Zatížení dopravou LM1 - Charakteristické hodnoty



Obrázek 34 - Průběh návrhových momentů od zatížení dopravou LM1 - příčný řez ve středu rozpětí



Obrázek 35 - Průběh návrhových momentů od zatížení dopravou LM1 - podélný řez mezi nosníky



Obrázek 36 - Průběh návrhových momentů od zatížení dopravou LM1 - podélný řez nad nosníky

Pozn.: Extrémy u podpory jsou způsobeny integrací do linie bez tloušťky. Do výpočty bude použita hodnota ve vzdálenosti 1m od podpory.

SHRNUTÍ NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ:

Návrhové momenty			Stálé zatížení		Proměnná	Celkem
[kNm/m]			$m_{Ek,g}$	$m_{Ed,g}$	$m_{Ed,q}$	m_{Ed}
Střed rozpětí	nad nosníkem	Horní	28,009	37,812	110,775	148,587
	mezi nosníky	Dolní	0	0,000	171,536	171,536
U podpory	nad nosníkem	Horní	38,900	52,515	178,144	230,659
	mezi nosníky	Dolní	55,786	75,311	175,313	250,624

VZOROVÝ NÁVRH A POSOUZENÍ:

Ve středu rozpětí: pro horní výztuž $m_{Ed} = 148,587$ kNm/m

pro dolní výztuž $m_{Ed} = 171,536$ kNm/m

Tloušťka desky: pro horní výztuž 320 mm

pro dolní výztuž 200 mm

Krycí vrstva zhora $c_h = 50$ mm; zdola $c_d = 40$ mm

→ Účinná výška průřez: pro horní výztuž $d_h = 264$ mm

pro dolní výztuž $d_d = 155$ mm

PRO HORNÍ VÝZTUŽ V POLI:

$b = 1$ m $m_{Ed} = 148,587$ kNm/m

$$\mu = \frac{m_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,11 \quad \rightarrow \quad \zeta = 0,942$$

$$a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1374,21 \text{ mm}^2/\text{m}$$

NÁVRH: $\text{Ø}20$ mm á 180 mm

$$a_{s,prov} = 1745 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Tlačená oblast: } x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 47,4 \text{ mm}$$

$$\text{Rameno sil: } z = d - 0,4x = 245,0 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z = \underline{\underline{185,905 \text{ kNm/m}}} \geq$$

Beton C30/37
$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 30/1,5 = 20$ MPa
Výztuž B500B
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{Ms} = 500/1,15 = 435$ MPa

Minimální výztuž:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d \quad \text{a současně} \\ A_{s,min} > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$a_{s,min} = 398,112 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Relat. výška tlačené oblasti:

$$\xi = x/d = 0,928 \text{ mm} \leq 0,45 \quad \text{OK}$$

148,587 kNm/m **NÁVRH VYHOVÍ**



Ostatní posudky v tabulce:

ŘEZ	m_{Ed}	d	μ	ζ	$a_{s,req}$	$a_{s,min}$
V POLI	[kNm/m]	[mm]	[-]	[-]	[mm ² /m]	[mm ² /m]
DOLNÍ VÝZTUŽ	171,54	155	0,36	0,765	3325,6	233,74
NÁVRH	$a_{s,prov}$	x	z	ξ	m_{Rd}	$m_{Rd} \geq m_{ed}$
VÝZTUŽE	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	[-]	[kNm/m]	
Ø20 á 90mm	3491	94,9	117,0	0,61	177,64	OK

ŘEZ	m_{Ed}	d	μ	ζ	$a_{s,req}$	$a_{s,min}$
U PODPORY	[kNm/m]	[mm]	[-]	[-]	[mm ² /m]	[mm ² /m]
HORNÍ VÝZTUŽ	230,66	320	0,12	0,936	1770,3	482,56
NÁVRH	$a_{s,prov}$	x	z	ξ	m_{Rd}	$m_{Rd} \geq m_{ed}$
VÝZTUŽE	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	[-]	[kNm/m]	
Ø20 á 150mm	2094	56,9	297,2	0,18	270,61	OK

ŘEZ	m_{Ed}	d	μ	ζ	$a_{s,req}$	$a_{s,min}$
U PODPORY	[kNm/m]	[mm]	[-]	[-]	[mm ² /m]	[mm ² /m]
DOLNÍ VÝZTUŽ	250,62	233	0,24	0,861	2876,6	350,797143
NÁVRH	$a_{s,prov}$	x	z	ξ	m_{Rd}	$m_{Rd} \geq m_{ed}$
VÝZTUŽE	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	[-]	[kNm/m]	
2xØ20 á 150mm	4188	113,9	187,1	0,49	340,65	OK

2 vrstvy s proloženou podélnou výztuží - změna d

8.5 Posouzení desky v příčném smyku [5]

Únosnost betonu pouze s ohybovou výztuží.

Průřez

b	1000	mm	d	264	mm	Beton C30/37 $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$
h	320	mm	z	237,6	mm	
c_{nom}	50	mm	θ	45	°	

ÚNOSNOST TLAČENÉ DIAGONÁLY

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\cot\theta + \cot\alpha)}{(1 + \cot^2\theta)}$$

$$v_1 = 0,6$$

$$\alpha_{cw} = 1,00$$

$$\cot\alpha = 0,0$$

$$V_{Rd,max} = 1425,6 \text{ kN/m}$$

ÚNOSNOST BETONU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

Výztuž při obou površích: (viz výše)

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$A_{s,min} = 4865,2 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 225,7 \text{ kN/m}$$

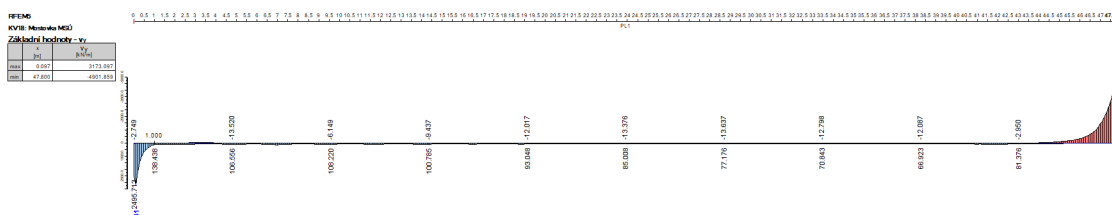
$$\sigma_{cp} = 0$$

$$k = 1,87$$

$$q = 0,0184$$



POSOUVAJÍCÍ SÍLY:



Obrázek 37 - Průběh posouvajících sil od zatížení dopravou LM1 - podélný řez nad koncem pásnice

Pozn.: Extrémy u podpor jsou způsobeny integrací do linie bez tloušťky. Do výpočty bude použita hodnota ve vzdálenosti 1m od podpory.

	Stálé zatížení	Proměnná	Celkem
Posouvající síly	$V_{Ek,g}$	$V_{Ed,g}$	$V_{Ed,q}$
na desce [kN/m]	29,267	39,510	138,438
			177,948

POSOUZENÍ

	V_{Ed}	\leq	V_{Rd}	
[kN/m]	177,948	\leq	225,73	OK

8.6 Návrh a posouzení svaru hlavních nosníků [20]

Na koutový svar stojiny k pásnici I nosníku je rozhodující smykové napětí způsobené posouvající silou. Ta je extrémní v průřezu nad podporou.

SMYKOVÉ NAPĚTÍ ve stojině

		τ_{Ed} 6.10a	τ_{Ed} 6.10b
Střední nosník		[MPa]	[MPa]
w_h	H vlákna stojiny	113,67	122,79
w_d	D vlákna stojiny	150,40	165,12
Krajní nosník		τ_{Ed} 6.10a	τ_{Ed} 6.10b
w_h	H vlákna stojiny	133,87	147,23
w_d	D vlákna stojiny	182,41	203,26

Smykové napětí ve svaru:

Smykové napětí ve stojině bylo spočteno pro tloušťku stojiny a pro svar musí být převedeno na tloušťku oboustranného svaru.

Svar s dolní pásnicí:

$$a_w = 9 \text{ mm}$$

$$\tau_{\parallel} = \tau_{w,Ed} * t_w / (2 * a_w) = 225,848 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2})$$

$$\sigma_{\perp} = 0 \quad \tau_{\perp} = 0$$

Svar s horní pásnicí:

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

$$\tau_{\parallel} = 245,38191 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 1,0 \quad \gamma_{M2} = 1,25$$

$$\text{Pro ocel S460 } f_u = 540 \text{ MPa}$$

Podmínka:

$$391,18 \leq 432,00 \quad 425,01 \leq 432,00$$

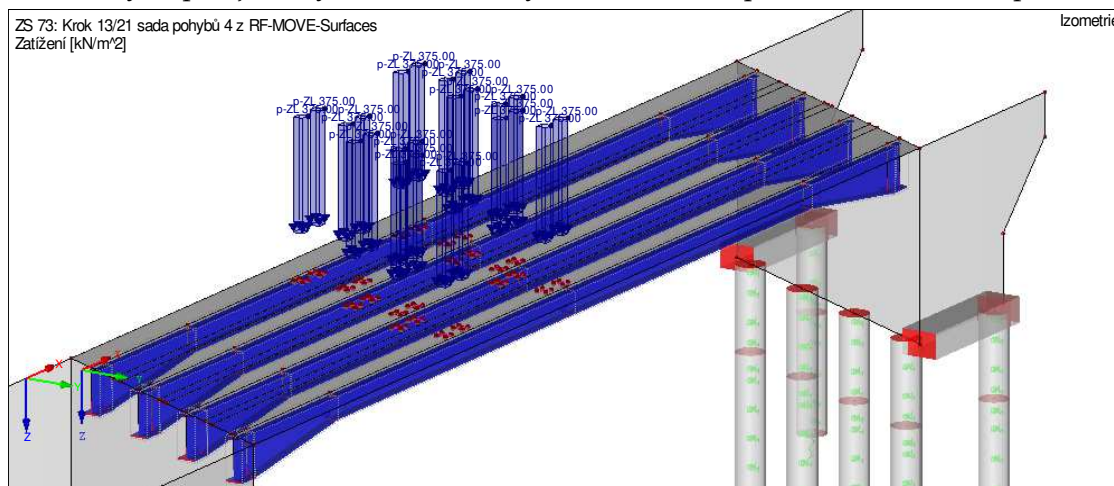
NÁVRH VYHOVÍ

8.7 Mezní stav únavy [9,21]

Pro mezní stav únavy je třeba posoudit rozkmit napětí v rozhodujících detailech nosných prvků.

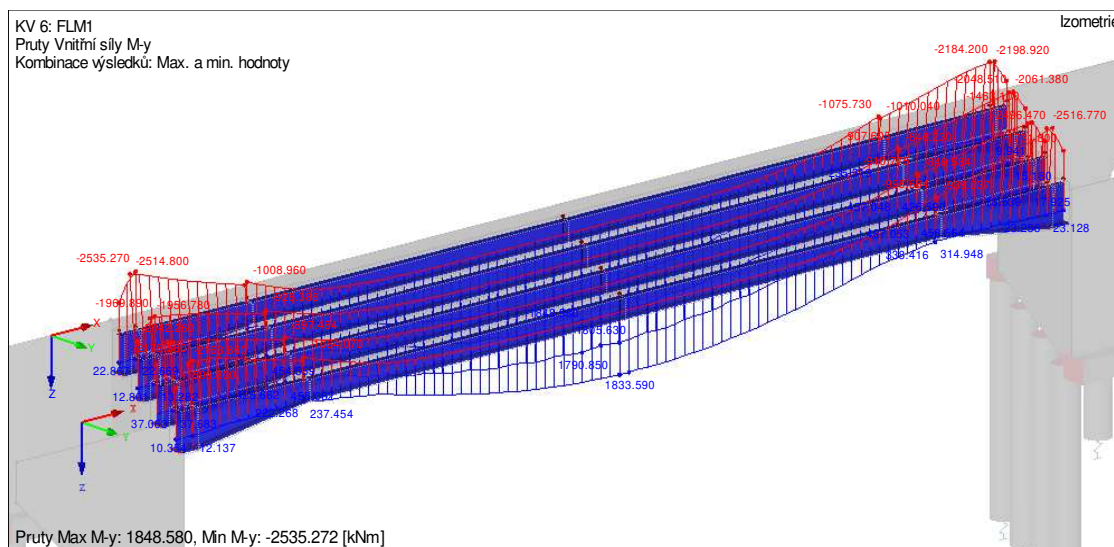
Pro ocelobetonovou spřaženou konstrukci se jedná o detail koutového svaru pásnice a stojiny nosníku a také detail spřahovacího trnu k ocelové pásnici.

Rozkmit napětí jsou vyvolané únavovým zatížením dopravou dle [9] viz kap. 4.2.1.



Obrázek 38 - Ukázka zatížení na únavu FLM3 na modelu

VNITŘNÍ SÍLY:



Obrázek 39 - Obálka momentů od zatížení FLM1 - Charakteristické hodnoty

Největší momenty jsou na krajním nosníku, který je měkčí tj. vznikou větší napětí.

ZATÍŽENÍ FLM1	V_{Ek} [kN]	M_{Ek} [kNm]
Průřez v poli	0,00	1848,58
Průřez nad podporou	956,38	-2535,27
ZATÍŽENÍ FLM3	V_{Ek} [kN]	M_{Ek} [kNm]
Průřez v poli	0,00	1585,24
Průřez nad podporou	1013,79	-1993,75



PRŮŘEZ NAD PODPOROU:

Normálové napětí na ideálním průřezu krajního nosníku pro krátkodobá zatížení.

$$\Delta\sigma = M/W/n$$

z tab. 7-14

	M_{Ed} [kNm]		$W_{i,y}$ [mm ³]	$\Delta\sigma_i$ [MPa]	n_L [-]	$\Delta\sigma_E$ [MPa]
FLM1	-2535,27	výztuž H desky	-1,09E+08	23,215	1,05	22,110
		výztuž D desky	-1,39E+08	18,265	1,05	17,395
		horní vlákna oceli	-1,54E+08	16,460	1	16,460
		dolní vlákna oceli	9,63E+07	-26,339	1	-26,339
FLM3	-1993,75	výztuž H desky	-1,09E+08	18,257	1,05	17,387
		výztuž D desky	-1,39E+08	14,364	1,05	13,680
		horní vlákna oceli	-1,54E+08	12,944	1	12,944
		dolní vlákna oceli	9,63E+07	-20,713	1	-20,713

Pro posouzení svaru trnu je rozhodující rozkmit smykového napětí:

Smykový tok $v_{Ek} = V_{Ek} \cdot S_i / I_i$ mezi ŽB deskami (KDZ tab. 7-14)

	V_{Ek} [kN]	S_i [mm ³]	I_i [mm ⁴]	v_{Ek} [N/mm]
FLM1	956,38	6,71E+07	1,30E+11	493,96
FLM3	1013,79	6,71E+07	1,30E+11	523,61

Počet trnů $n = 4$; průměr trnu $d = 20$ mm; podélná rozteč trnů $e = 130$ mm

Síla na jeden trn: $\Delta F = v_{Ek} \cdot e / n = 17,02$ kN

$\Delta\tau_{max} = \Delta F \cdot 4 / (d^2 \cdot \pi) = 54,2$ MPa

PRŮŘEZ V POLI: viz tab. 7-12

	M_{Ed} [kNm]		$W_{i,y}$ [mm ³]	$\Delta\sigma_i$ [MPa]
FLM1	1848,58	horní vlákna oceli	-1,26E+08	-14,682
		dolní vlákna oceli	4,89E+07	37,811
FLM3	1585,24	horní vlákna oceli	-1,26E+08	-12,591
		dolní vlákna oceli	4,89E+07	32,425

Ekvivalentní součinitel: [9,16,17,18]

$$\lambda = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4$$

uvažujeme: povrch vozovky dobré kvality;

0,5*10⁶ těžkých vozidel průměrné hmotnosti 20 t za rok (střední podíl nákl. dopravy),

životnost 100 let, jeden pruh těžkých vozidel; doprava na střední vzdálenost.

	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ	λ_{max}
Pro svar nosníku	2,17	0,58	1,00	1,00	1,26	2,00
Pro svar trnu	1,55	0,58	1,00	1,00	0,90	2,12

Pro výztuž	φ_{fat}	$\lambda_{s,1}$	$\lambda_{s,2}$	$\lambda_{s,3}$	$\lambda_{s,4}$	λ_s
$\lambda_s = \varphi_{fat} \cdot \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4}$	1,20	0,70	0,81	1,00	1,00	0,68



DETAIL 1 - SVAR STOJINY A PÁSNICE OCELOVÉHO NOSNÍKU:

$$\frac{\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{Ef}}{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}} \leq 1,0$$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

$$\Delta\sigma_{Ef} = \lambda * \Delta\sigma_{E,max} = 1,26 * 37,811 = 47,541 \text{ MPa}$$

Kategorie detailu	Konstrukční detail	Popis	Požadavky
125	 ① ②	<u>Nepřerušované podélné svary:</u> 1) Automatové oboustranné tupé svary. 2) Automatové koutové svary. Konce krycích desek se kontrolují jako detail 8) nebo 7) v tabulce 8.5.	<u>Detaily 1) a 2):</u> Nejsou povolena žádná přerušení svařování s výjimkou oprav provedených specialistou, u kterých kontrola potvrdí správnost provedení opravy.

$$\Delta\sigma_c = 125 \text{ MPa}$$

$$\text{Posouzení: } \frac{\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{Ef}}{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}} = 0,513 \leq 1,0$$

NÁVRH VYHOVÍ

DETAIL 2 - SVAR TRNU K PÁSNICI OCELOVÉHO NOSNÍKU:

$$\frac{\gamma_{Ff} * \Delta\tau_{Ef}}{\Delta\tau_c / \gamma_{Mf}} \leq 1,0$$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

$$\Delta\tau_{Ef} = \lambda * \Delta\tau_{E,max} = 0,90 * 54,168 = 48,603 \text{ MPa}$$

90 m = 8 viz EN 1994-2	 ⑩	<u>Přivařený smykový spřáhovací tm:</u> 10) Pro spřažené konstrukce	10) $\Delta\tau$ se vypočte pro jmenovitý průřez spřáhovacího trnu.
---------------------------------	-------	--	---

$$\Delta\tau_c = 90 \text{ MPa}$$

$$\text{Posouzení: } \frac{\gamma_{Ff} * \Delta\tau_{Ef}}{\Delta\tau_c / \gamma_{Mf}} = 0,729 \leq 1,0$$

NÁVRH VYHOVÍ

DETAIL 4 - PŘÍČNÝ MONTÁŽNÍ SVAR NOSNÍKU:

$$\frac{\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{Ef}}{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}} \leq 1,0$$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

$$\Delta\sigma_{Ef} = \lambda * \Delta\sigma_{E,max} = 1,26 * 37,811 = 47,541 \text{ MPa}$$

90 součinitel velikosti pro $t > 25\text{mm}$: $k_s = (25/t)^{0,2}$	 ⑧	8) Jako detail 3), ale s výřezy ve svaru. 3) Tupé svary ve styku celého řezu válcovaného průřezu bez výřezů ve svarech.	Všechny svary zabrousit do roviny plechu rovnoběžně se směrem šipky. Je potřebné použít a odborně odstranit příložky pro začátek a výběh svaru, hrany plechu se obrousí ve směru namáhání. Svařovat z obou stran, kontrola NDT. Válcované průřezy stejné velikosti a se stejnými tolerancemi.
--	-------	--	--

$$\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa}$$

Redukce pro dolní pásnici $t_f = 70 \text{ mm}$

$$\Delta\sigma_{c,red} = k_s * \Delta\sigma_c = 0,814 * 90 = 73,25 \text{ MPa}$$



Rekonstrukce mostu v Mochově

Posouzení: $\frac{\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{Ef}}{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}} = 0,876 \leq 1,0$

NÁVRH VYHOVÍ

DETAIL 4 - VÝZTUŽ DO BETONU

$$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s, equ} (N^*) \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk} (N^*)}{\gamma_{S,fat}}$$

$$\gamma_{Ffat} = 1,0$$

$$\gamma_{S,fat} = 1,15$$

$$\Delta\sigma_{s, equ} = \lambda_s * \Delta\sigma_{s, max} = 0,68$$

$$* 22,110$$

$$= 14,966 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{Rsk} = 162,5 \text{ MPa}$$

Posouzení: $14,97 \leq 141,304$

NÁVRH VYHOVÍ



8.8 Posouzení opěr

8.8.1 Přetížení svahu od zatížení dopravou LM1

Roznesení dvojnápravy a rovnoměrného zatížení na vodorovný tlak na opěru.

Spočteme svislý tlak v zemině od zatížení LM1 a přenásobením koeficientem pro tlak v klidu ho převedeme na vodorovný tlak na opěru.

b = délka pro roznos dvojnáprav.

Koef. pro zemní tlak v klidu:

L_{pr} = délka přechodové desky

$$K_0 = (1 - \sin\varphi) = 0,500$$

	w [m]	Q_{ik} [kN]	$2Q/w$	q_{ik} [kN/m ²]	L_{pr} [m]	q^*L_{pr}	Σq_z [kN/m]	Σq_x [kN/m]
Pruh 1	3,0	300	200	9,0	5,5	49,50	249,50	124,75
Pruh 2	3,0	200	133,3	2,5	5,5	13,75	147,08	73,54
Pruh 3	3,0	100	66,67	2,5	5,5	13,75	80,42	40,21

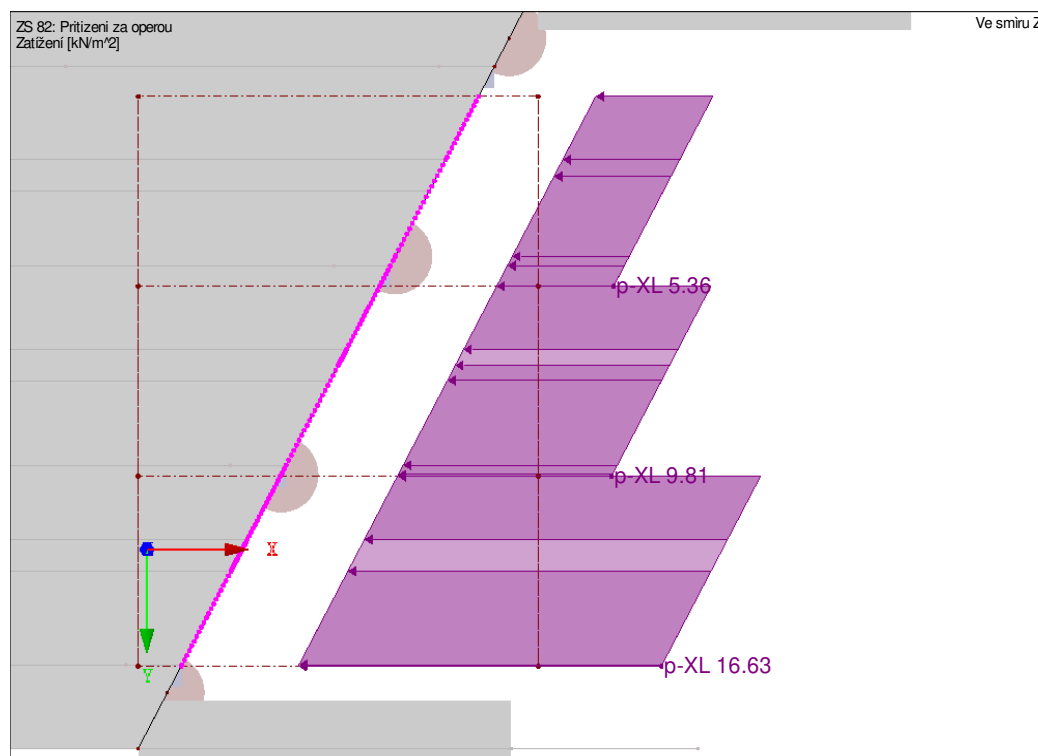
Výška opěry: 7,5 m

	$\Sigma q_x/h$ [kN/m ²]
Pruh 1	16,63
Pruh 2	9,81
Pruh 3	5,36

Bez dvojnáprav:

	$\Sigma q_x/h$ [kN/m ²]
Pruh 1	3,30
Pruh 2	0,92
Pruh 3	0,92

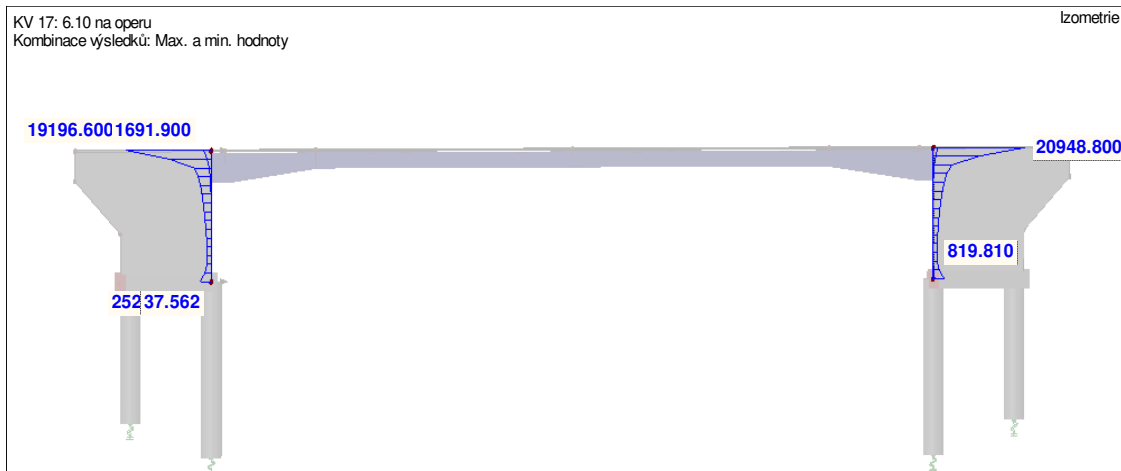
Deformace opěry nepřesáhne 1 mm, proto se neaktivuje aktivní zemní tlak.



Obrázek 40 - Přetížení svahu za opěrou od LM1 na modelu

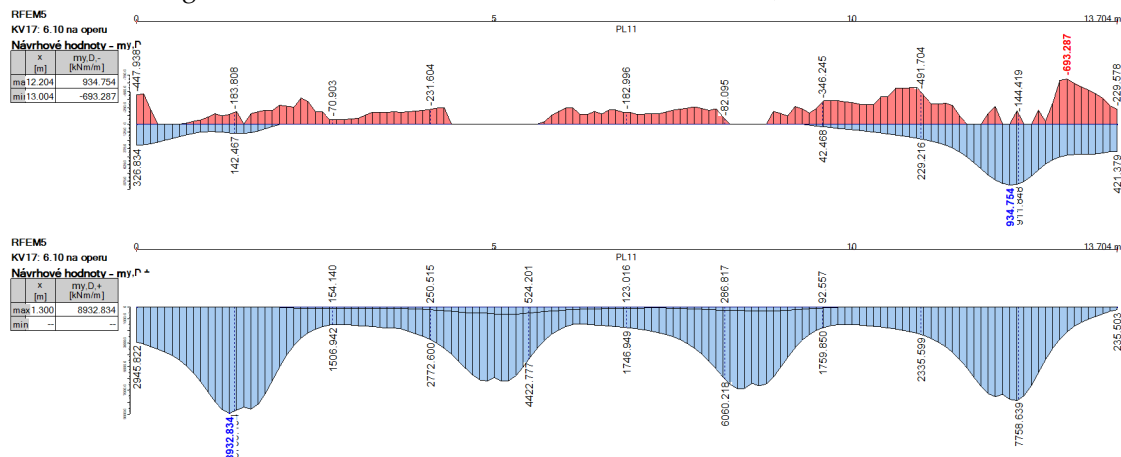
8.8.2 Návrhové vnitřní síly na opěře

Byla vytvořena Kombinace výsledků dle vzorce 6.10. s hlavním účinkem dopravou a teplotou.



Obrázek 41 - Průběh momentu po výšce opěry pro čelní svislou výztuž

Zkresleno integrací do linie. Maximální hodnota bude uvážena 0,75 m od vrcholu. Viz obr. 36.



Obrázek 42 - Průběh návrhových momentu ve vrcholu opěry po její šířce

"kladný" povrch opěry je její rub.

SHRNUTÍ VNITŘNÍCH SIL

	n_{Ed} [kN/m]	m_{Ed} [kNm/m]	
		rub opěry	čelo opěry
Vrchol opěry:	0,00	8932,83	934,754
Základ opěry	-8113,09	3560,90	1845,16



Rekonstrukce mostu v Mochově

8.8.2 Únosnost opěry

KRYCÍ VRSTVA: [5]

Mostní opěra - pruty Ø25 mm

beton C30/37 - XC4, XD3, XF4 - Cl 0,20 - D_{max} 22 - S3

Třída konstrukce S5

$$c_{\min} = \max \{c_{\min, b}; c_{\min, \text{dur}} + \Delta c_{\text{dur}, \gamma} - \Delta c_{\text{dur}, \text{st}} - \Delta c_{\text{dur}, \text{add}}; 10 \text{ mm}\} = \max (16; 40 + 0 - 0; 10) =$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + c_{\Delta \text{dev}} = 50 + 10 = 60 \text{ mm}$$

Únosnost v ohybu - vrchol opěry. [5]

TAH NA RUBU OPĚRY:

$$d = 1713 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} \quad m_{\text{Ed}} = 8932,83 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = \frac{m_{\text{Ed}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = 0,15 \quad \rightarrow \quad \zeta = 0,912$$

$$a_{s, \text{req}} = \frac{m_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = 13155 \text{ mm}^2/\text{m}$$

NÁVRH: 3 x Ø25 mm á 100 mm

$$a_{s, \text{prov}} = 14727 \text{ mm}^2/\text{m}$$

3 vrstvy svislé výztuže Ø25

proloženy 2 vrstvami vodorovné výztuže Ø20

$$\text{Tlačená oblast: } x = \frac{a_{s, \text{prov}} \cdot f_{\text{yd}}}{0,8 \cdot b \cdot f_{\text{cd}}} = 400,2 \text{ mm}$$

$$\text{Rameno sil: } z = d - 0,4x = 1552,4 \text{ mm}$$

$$m_{\text{Rd}} = a_{s, \text{prov}} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z = \underline{\underline{9940,24 \text{ kNm/m} \geq m_{\text{Ed}} = 8933 \text{ kNm/m}}}$$

TAH NA ČELE OPĚRY:

$$d = 1760 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} \quad m_{\text{Ed}} = 934,75 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = \frac{m_{\text{Ed}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = 0,02 \quad \rightarrow \quad \zeta = 0,99$$

$$a_{s, \text{req}} = \frac{m_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = 1233,89 \text{ mm}^2/\text{m}$$

NÁVRH: Ø20 mm á 110 mm

$$a_{s, \text{prov}} = 2856 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Tlačená oblast: } x = \frac{a_{s, \text{prov}} \cdot f_{\text{yd}}}{0,8 \cdot b \cdot f_{\text{cd}}} = 77,6 \text{ mm}$$

$$\text{Rameno sil: } z = d - 0,4x = 1729,0 \text{ mm}$$

$$m_{\text{Rd}} = a_{s, \text{prov}} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z = \underline{\underline{2146,9 \text{ kNm/m} \geq m_{\text{Ed}} = 935 \text{ kNm/m}}}$$

VODOROVNÁ VÝZTUŽ:

$$d = 1713 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} \quad m_{x, \text{Ed}} = 3452,67 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = \frac{m_{x, \text{Ed}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = 0,06 \quad \rightarrow \quad \zeta = 0,969$$

$$a_{s, \text{req}} = \frac{m_{x, \text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = 4785,51 \text{ mm}^2/\text{m}$$

NÁVRH: 2 x Ø20 mm á 130 mm

$$a_{s, \text{prov}} = 4834 \text{ mm}^2/\text{m}$$

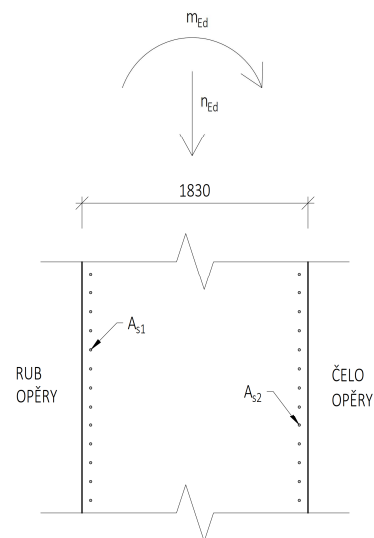
$$m_{\text{Rd}} = a_{s, \text{prov}} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z = \underline{\underline{3454 \text{ kNm/m} \geq m_{\text{Ed}} = 3453 \text{ kNm/m}}}$$

Beton C30/37

$$f_{\text{cd}} = f_{\text{ck}} / \gamma_{\text{C}} = 30 / 1,5 = 20 \text{ MPa}$$

Výztuž B500B

$$f_{\text{yd}} = f_{\text{yk}} / \gamma_{\text{Ms}} = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$$



Obrázek 43 - Opěra při působení M+N

Minimální výztuž:

$$A_{s, \text{min}} = 0,26 \cdot (f_{\text{ctm}} / f_{\text{yk}}) \cdot b_t \cdot d \text{ a současně}$$

$$A_{s, \text{min}} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$a_{s, \text{min}} = 2654,08 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s, \text{min}} = 0,26 \cdot (f_{\text{ctm}} / f_{\text{yk}}) \cdot b_t \cdot d \text{ a současně}$$

$$A_{s, \text{min}} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$a_{s, \text{min}} = 2582,45 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Tlačená oblast: } x = \frac{a_{s, \text{prov}} \cdot f_{\text{yd}}}{0,8 \cdot b \cdot f_{\text{cd}}} = 131,4 \text{ mm}$$

$$\text{Rameno sil: } z = d - 0,4x = 1660,0 \text{ mm}$$



Únosnost v tlaku a ohybu - základ opěry

INTERAKČNÍ DIAGRAM:

Ø25 á 120 mm při obou površích

$$h = 1830,0 \text{ mm} \quad b = 1000,0 \text{ mm} \quad A_{s1} = A_{s2} = 4091,0 \text{ mm}^2$$

$$d = 1757,5 \text{ mm} \quad d_1 = d_2 = 72,5 \text{ mm}$$

$$z_{s1} = z_{s2} = 843 \text{ mm}$$

Bod 0 - Dostředný tlak:

$$N_{Rd,0} = A_c \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot f_{yd} = -40157,39 \text{ kN}$$

V bodech 1 až 4 uvažujeme pouze výztuž u protějších povrchů (A_{s1}).

Bod 1 - Nulové přetvoření tahové výztuže

$$N_{Rd,1} = 0,8 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = -29898,7 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = 0,8 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot (h/2 - 0,4 \cdot d) + A_{s2} \cdot z_{s2} \cdot f_{yd} = 7459,991 \text{ kNm}$$

Bod 2 - Tahová výztuž na mezi kluzu

$$x_{bal,1} = \xi_{bal} \cdot d = 0,617 \cdot d = 1084 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{s2} = \epsilon_{cd} \cdot (1 - d_2/x_{bal,1}) = 3,27E-03 \quad \epsilon_{cd} = 3,5\text{‰}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 2,2E-03 \quad \epsilon_{s2} > \epsilon_{yd} \rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$N_{Rd,2} = 0,8 \cdot b \cdot x_{bal,1} \cdot f_{cd} = -17350,04 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,2} = 0,8 \cdot b \cdot x_{bal,1} \cdot f_{cd} \cdot (h/2 - 0,4 \cdot x_{bal,1}) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_{s2} + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_{s1} = 11346,792 \text{ kNm}$$

Bod 3 - Prostý ohyb

$$x_{bal,1} = \xi_{bal} \cdot d = 0,617 \cdot d = 1084 \text{ mm}$$

$$x = 84,9 \text{ mm} \leq x_{bal,1}$$

$$F_c = 1359,129 \text{ kN} \quad F_{s1} = 419,56679 \text{ kN} \quad F_{s2} = 1778,696 \text{ kN} \rightarrow \Sigma F = 0$$

$$\sigma_{s1} = 102,56 \text{ MPa} \quad \sigma_{s2} = 434,7826 \text{ MPa}$$

$$M_{Rd} = 3037,9 \text{ kNm}$$

Bod 4 - Nulové přetvoření tlačené výztuže

$$N_{Rd,4} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 1778,696 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,4} = A_{s1} \cdot z_{s1} \cdot f_{yd} = 1498,551 \text{ kNm}$$

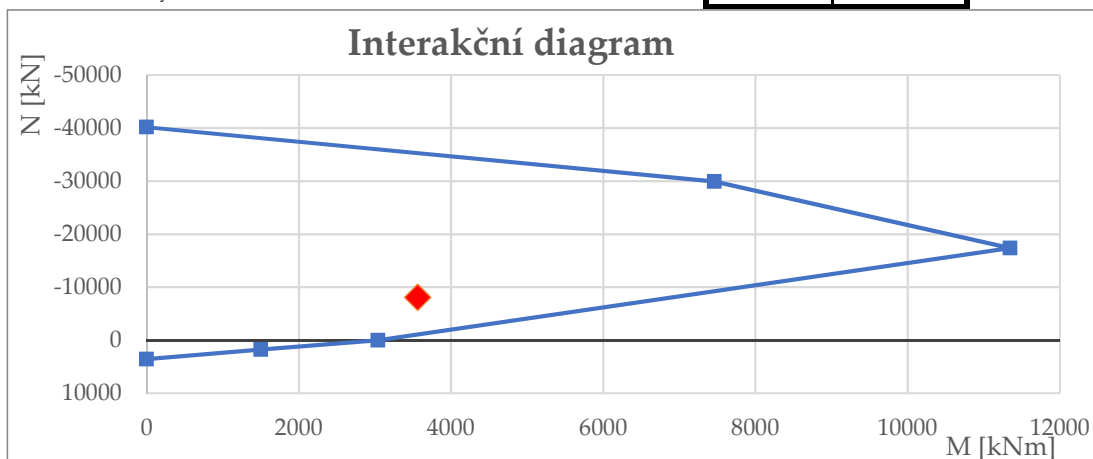
Bod 5 - Prostý tah

$$N_{Rd,4} = \Sigma A_s \cdot f_{yd} = 3557,391 \text{ kN} \quad M_{Rd,5} = 0$$

Beton C30/37
$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$
Výztuž B500B
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S = 500/1,15 = 435 \text{ MPa}$

Návrhové síly na základ

N	M
[kN]	[kNm]
-8113,09	3560,90





8.8.3 Shrnutí výztuže na opěře

SVISLÁ VÝZTUŽ

Při rubu opěry - horní polovina:	3 vrstvy $\text{Ø}25$ á 100 mm
Při rubu opěry - dolní polovina:	2 vrstvy $\text{Ø}25$ á 120 mm
Při čele opěry - horní polovina	$\text{Ø}20$ á 110 mm
Při čele opěry - dolní polovina	2 vrstvy $\text{Ø}25$ á 120 mm

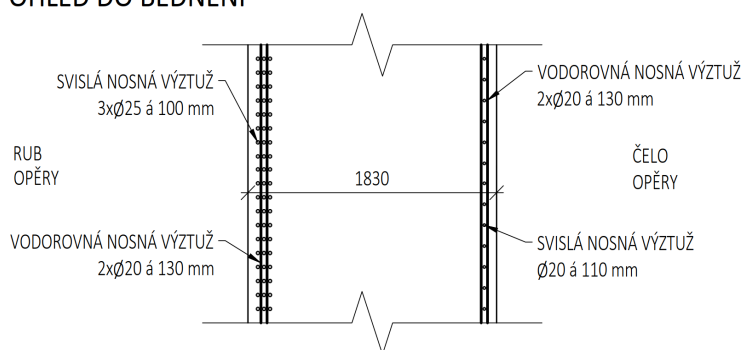
VODOROVNÁ VÝZTUŽ

Při obou površích - po celé výšce	2 vrstvy $\text{Ø}20$ á 130 mm
-----------------------------------	--------------------------------

SCHÉMATICKÉ VÝKRESY:

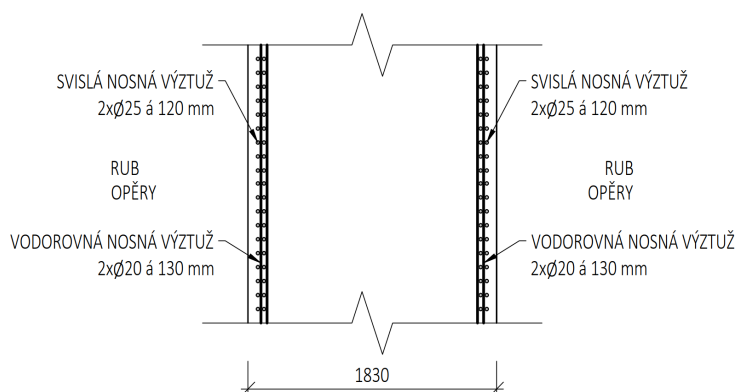
HORNÍ POLOVINA OPĚRY

POHLED DO BEDNĚNÍ



DOLNÍ POLOVINA OPĚRY

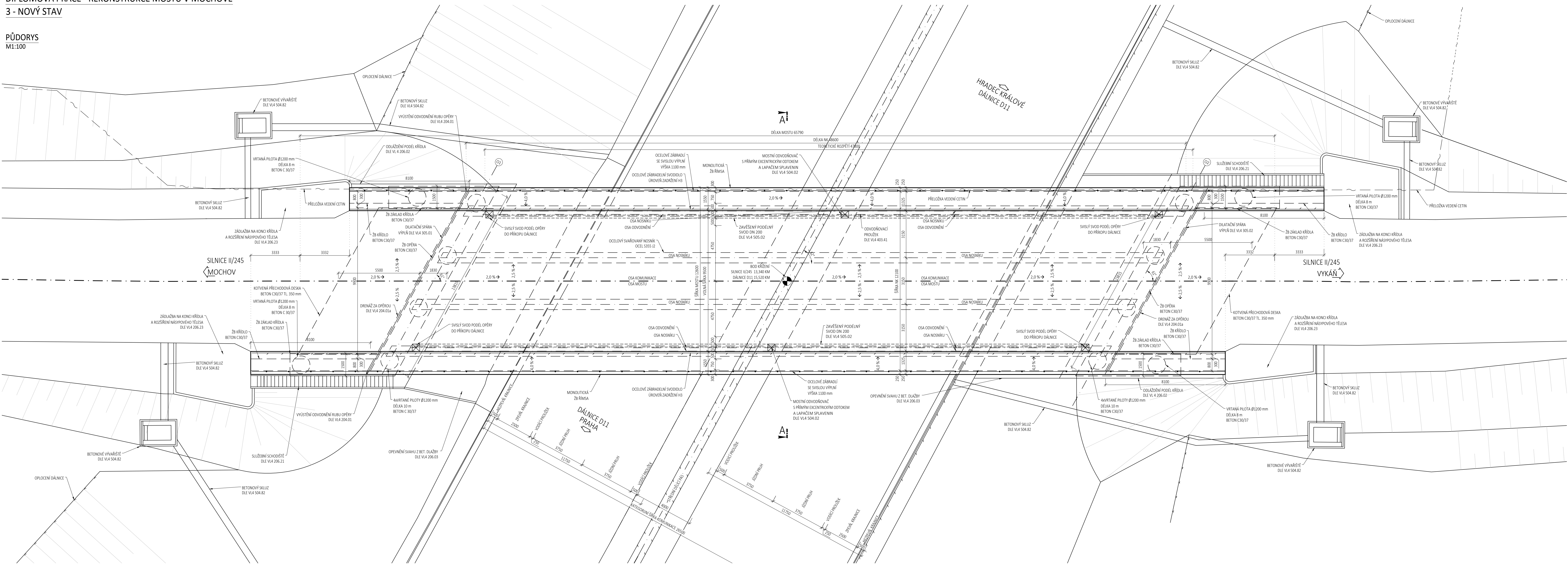
POHLED DO BEDNĚNÍ



9 Závěr

Návrh konstrukce vyhověl na všechny požadované mezní stavy použitelnosti a únosnosti dle Eurokódů při započítání fáze výstavby.

Uvažovaná zatížení silniční dopravou odpovídají ČSN EN 1991-2. [9]



KONSTRUKČNÍ OCEL

OCELOVÉ SVÁROVÁNÍ I NOSNÍKY
SPRÁHOVACÍ TRNÝ

OCEL S460 I2 NL
OCEL S355 I2

BETON DLE ČSN EN 206-1

PREFABRIKOVANÁ DESKA NK C50/75-XC3,XD1,XF3-CI 0,2-D_{max} 16-53
MONOLITICKÁ BETONOVOSTAVBA SPONDI STAVBA A ZÁKLADY C30/37-XC4,XD3,XF4-CI 0,2-D_{max} 22-53
VRTANÉ PILOTY C30/37-XF1-CI 0,2-D_{max} 22-53
PŘECHODOVÉ DESKY C35/45-XC4,XD3,XF4-CI 0,2-D_{max} 22-53
ŘÍMSY C30/37-XF4-CI 0,2-D_{max} 22-53
REVIZNÍ SCHODIŠTĚ C30/37-XF4-CI 0,2-D_{max} 22-53
PODKLADNÍ BETON C8/10-XX2-CI 0,4-D_{max} 22-53

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

B 5008 (ČSN EN 10 027-1)

DLAŽBA V OKOLÍ MOSTU DLE VL4 206.03

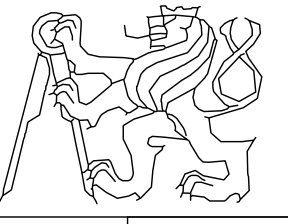
- BETONOVÁ DLAŽBA TL. MIN. 60mm DO PROSTŘEDÍ XF4
- SPÁROVÁNÍ DLAŽBY CEMENTOVOU MALTOU DLE ČSN EN 998-2 DO PROSTŘEDÍ XF4
- BETONOVÉ LOŽE C30/37-XF3 TL. MIN. 100mm
- UKONČOVACÍ PŘÁH (V PÁTĚ SVAHU) Z BETONU C25/30 XF3

POZNÁMKY

- PROVEDENÍ NEJEDNÝCH DETALŮ JE DLE VL4
- VŠECHNY HRANÝ MONOLITICKÝCH ČÁSTÍ BUDOU ZCOZENY 15/15 mm
- VŠECHNY ČÁSTI KONSTRUKCE V TRVALÉM STYKU SE ZEMNOU BUDOU OPATŘENY IZOLAČÍ PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI
- ÚPRAVA POVRCHU PRO POLOŽENOU IZOLACI MUSÍ ODPOVÍDAT POŽADAVKŮM ČSN 73 6242
- LETOPŮČET VÝSTAVBY MOSTNÍ KONSTRUKCE SE VYZNAČÍ NA VNĚŠÍ ČELO KŘÍDEL
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-ITSK

TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠŘOVÁN

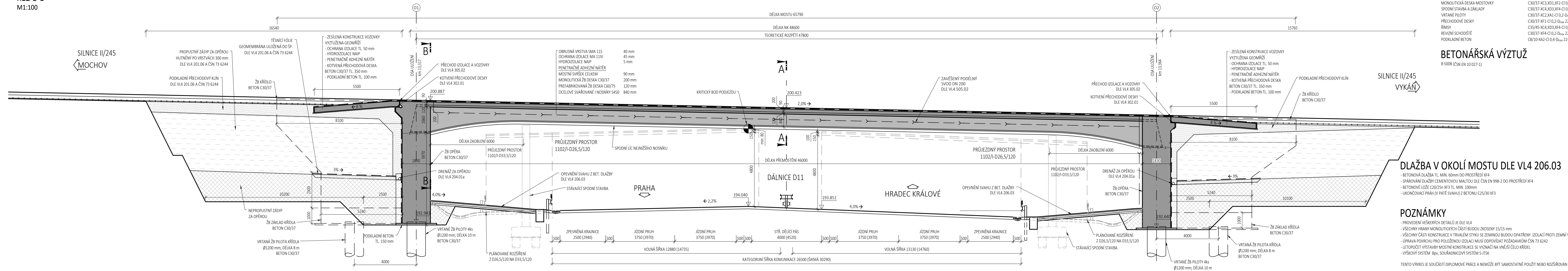
OBOR K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	KATEDRA K - 134	JMÉNO STUDENTA BC. JAN FIŠER
ROČNÍK 6.	VYUČUJÍCÍ DOC. ING. PAVEL RYJÁČEK, PH.D.	
AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ		
OBSAH: NOVÝ STAV - PŮDORYS	FORMÁT 9xA4	MĚŘÍTKO 1:100
	DATUM 15.05.2019	Č. VÝKRESU 3.4



DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ

3 - NOVÝ STAV

PODÉLNÝ ŘEZ
ŘEZ C-C
M1:100



KONSTRUKČNÍ OCEL

OCELOVÉ SVÁŘOVANÉ I NOSNÍKY
SPRÁHOVACÍ TRNY

OCEL S460 J2 NL
OCEL S355 J2

BETON DLE ČSN EN 206-1

PREFABRIKOVANÁ DESKA NK
MONOLITICKÁ DESKA MOSTOVKY
SPODNÍ STAVBA A ZÁKLADY
VRTANÉ PILOTY
PŘECHODOVÉ DESKY
ŘÍMSY
REVIZNÍ SCHODIŠTĚ
PODKLADNÍ BETON

C60/75- χ C3, XD1, XF2- χ CI 0,2- D_{max} 16-53
C30/37- χ C3, XD1, XF2- χ CI 0,2- D_{max} 22-53
C30/37- χ C4, XD3, XF4- χ CI 0,2- D_{max} 22-53
C30/37- χ C2, XA1- χ CI 0,2- D_{max} 22-53
C30/37- χ F1- χ CI 0,2- D_{max} 22-53
C35/45- χ C4, XD3, XF4- χ CI 0,2- D_{max} 22-53
C30/37- χ F4- χ CI 0,2- D_{max} 22-53
C8/10-XA2- χ CI 0,4- D_{max} 22-53

BETONÁŘSKÁ VÝTUŽ

B 500B (ČSN EN 10 027-1)

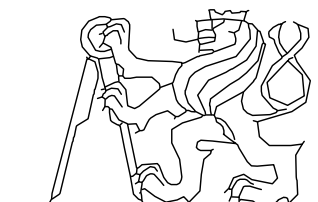
DLAŽBA V OKOLÍ MOSTU DLE VL4 206.03

- BETONOVÁ DLAŽBA TL. MIN. 60mm DO PROSTŘEDÍ XF4
- SPÁROVÁNÍ DLAŽBY CEMENTOVOU MALTOU DLE ČSN EN 998-2 DO PROSTŘEDÍ XF4
- BETONOVÉ LOŽE C20/25 χ F3 TL. MIN. 100mm
- UKONČOVACÍ PŘÁH (V PATĚ SVAHU) Z BETONU C25/30 XF3

POZNÁMKY

- PROVEDENÍ VEŠKERÝCH DETAILŮ JE DLE VL4
- VŠECHNY HRANY MONOLITICKÝCH ČÁSTÍ BUDOU ZKOSENY 15/15 mm
- VŠECHNY ČÁSTI KONSTRUKCE V TRVALEM STYKU SE ZEMINOU BUDOU OPATŘENY IZOLACÍ PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI
- ÚPRAVA POVRCHU PRO POLOŽENOU IZOLACI MUSÍ ODPOVÍDAT POŽADAVKŮM ČSN 73 6242
- LETOPOČET VÝSTAVBY MOSTNÍ KONSTRUKCE SE VYZNAČÍ NA VNĚJŠÍ ČELO KRÍDEL
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

OBOR K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	KATEDRA K - 134	JMÉNO STUDENTA BC. JAN FIŠER	
ROČNÍK 6.	VYUČUJÍCÍ DOC. ING. PAVEL RYJÁČEK, PH. D.		
AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ			FORMÁT 5x44
OBSAH: NOVÝ STAV - PODÉLNÝ ŘEZ			MĚŘITKO 1:100
			DATUM 15.05.2019
			Č. VÝKRESU 3.5

DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ

3 - NOVÝ STAV

PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI

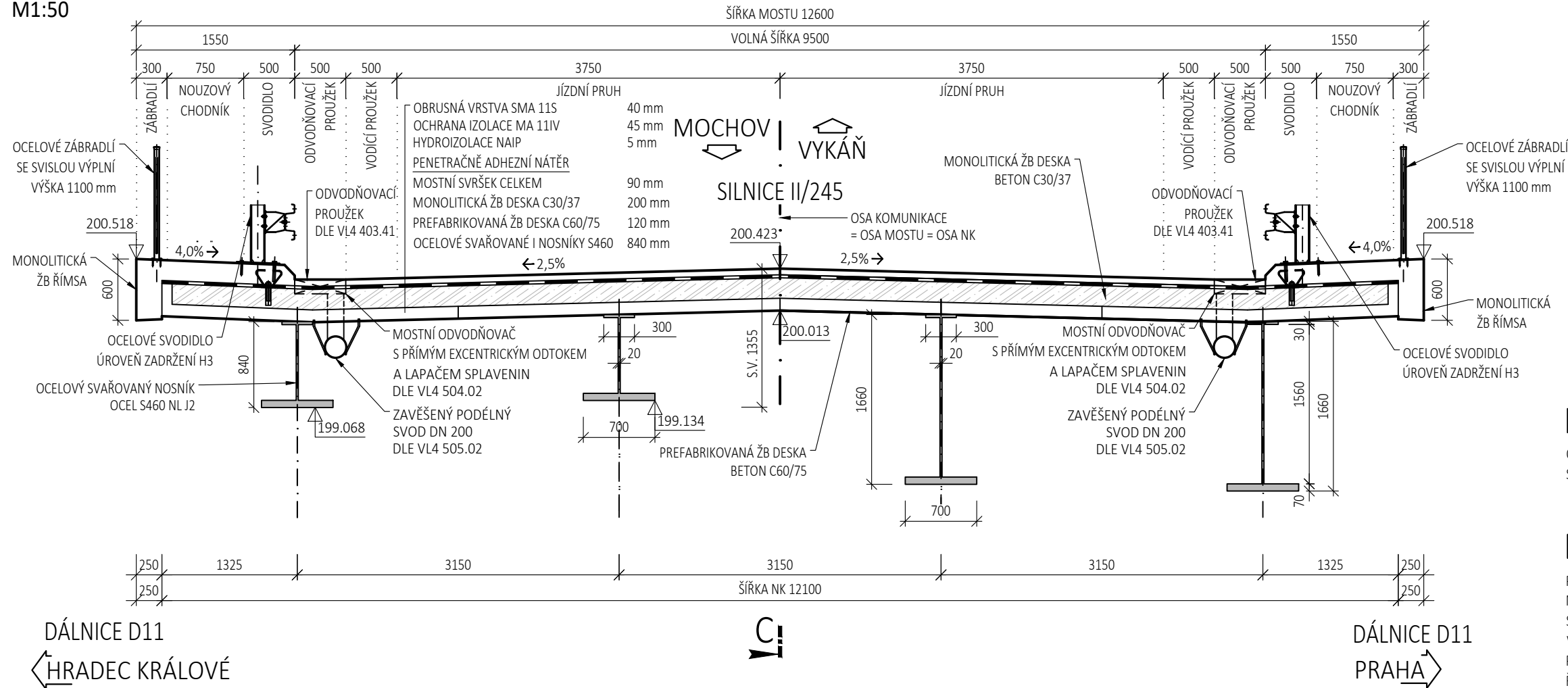
ŘEZ A-A

M1:50

PŘÍČNÝ ŘEZ NAD PODPOROU

ŘEZ B-B

M1:50



KONSTRUKČNÍ OCEL

OCELOVÉ SVAŘOVANÉ I NOSNÍKY
SPŘAHOVACÍ TRNY

OCEL S460 J2 NL
OCEL S355 J2

BETON DLE ČSN EN 206-1

PREFABRIKOVANÁ DESKA NK
MONOLITICKÁ DESKA MOSTOVKY
SPODNÍ STAVBA A ZÁKLADY
VRTANÉ PILOTY
PŘECHODOVÉ DESKY
ŘÍMSY
REVIZNÍ SCHODIŠTĚ
PODKLADNÍ BETON

C60/75-XC3, XD1, XF2-Cl 0,2-D_{max} 16-S3
C30/37-XC3, XD1, XF2-Cl 0,2-D_{max} 22-S3
C30/37-XC4, XD3, XF4-Cl 0,2-D_{max} 22-S3
C30/37-XC2, XA1-Cl 0,2-D_{max} 22-S3
C30/37-XF1-Cl 0,2-D_{max} 22-S3
C35/45-XC4, XD3, XF4-Cl 0,2-D_{max} 22-S3
C30/37-XF4-Cl 0,2-D_{max} 22-S3
C8/10-XA2-Cl 0,4-D_{max} 22-S3

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

B 500B (ČSN EN 10 027-1)

POZNÁMKY

- PROVEDENÍ VEŠKERÝCH DETAILŮ JE DLE VL4
- VŠECHNY HRANY MONOLITICKÝCH ČÁSTÍ BUDOU ZKOSENY 15/15 mm
- VŠECHNY ČÁSTI KONSTRUKCE V TRVALÉM STYKU SE ZEMINOU BUDOU OPATŘENY IZOLACÍ PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI
- ÚPRAVA POVRCHU PRO POLOŽENOU IZOLACI MUSÍ ODPOVÍDAT POŽADAVKŮM ČSN 73 6242
- LETOPOČET VÝSTAVBY MOSTNÍ KONSTRUKCE SE VYZNAČÍ NA VNĚJŠÍ ČELO KŘÍDEL
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM B_{pv}, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

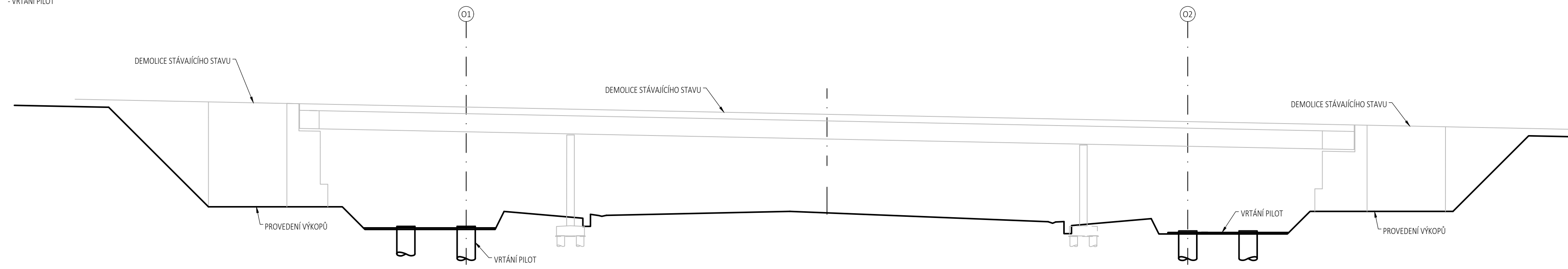
TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	K - 134	BC. JAN FÍŠER		
ROČNÍK	vyučující			
6.	DOC. ING. PAVEL RYJÁČEK, PH. D			
AKCE:			FORMÁT	A3
DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ			MĚŘÍTKO	1:50
OBSAH:			DATUM	15.05.2019
NOVÝ STAV - PŘÍČNÝ ŘEZ			Č. VÝKRESU	2.6

SCHÉMA POSTUPU VÝSTAVBY
M1:200

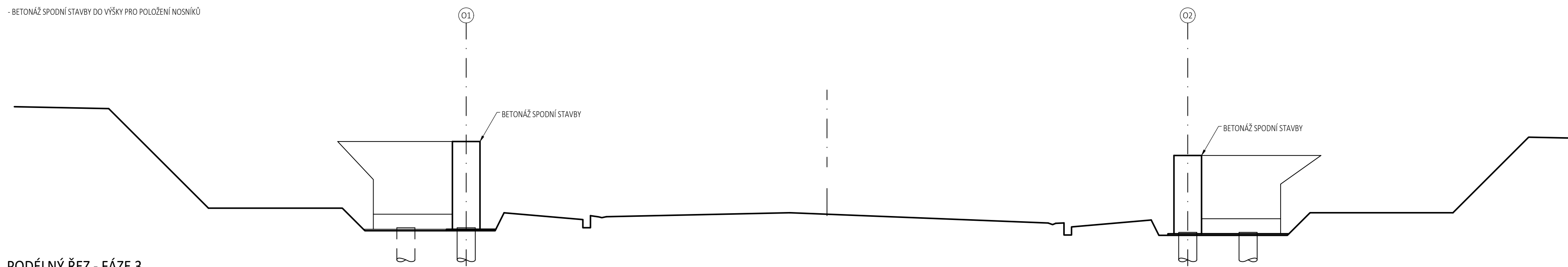
PODÉLNÝ ŘEZ - FÁZE 1

- DEMOLICE STÁVAJÍCÍHO STAVU
- VÝKOPY NA ÚROVNI ZALOŽENÍ NOVÝHO STAVU
- VRTÁNÍ PILOT



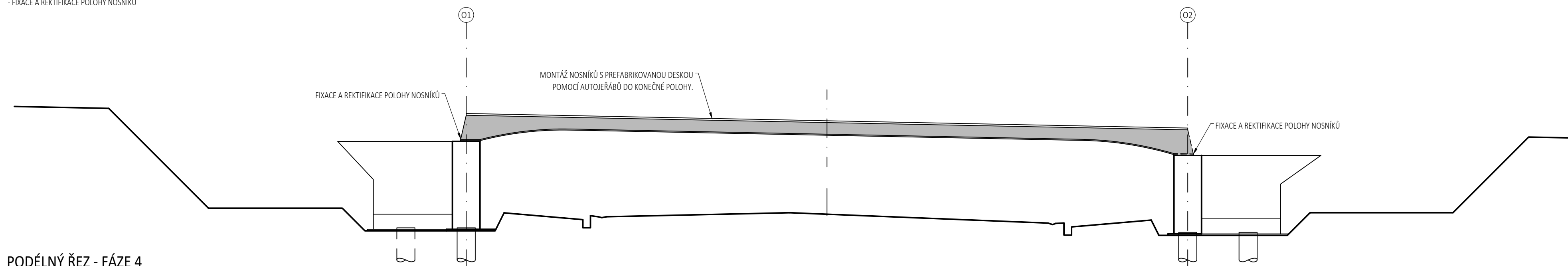
PODÉLNÝ ŘEZ - FÁZE 2

- BETONÁŽ SPODNÍ STAVBY DO VÝŠKY PRO POLOŽENÍ NOSNÍKŮ



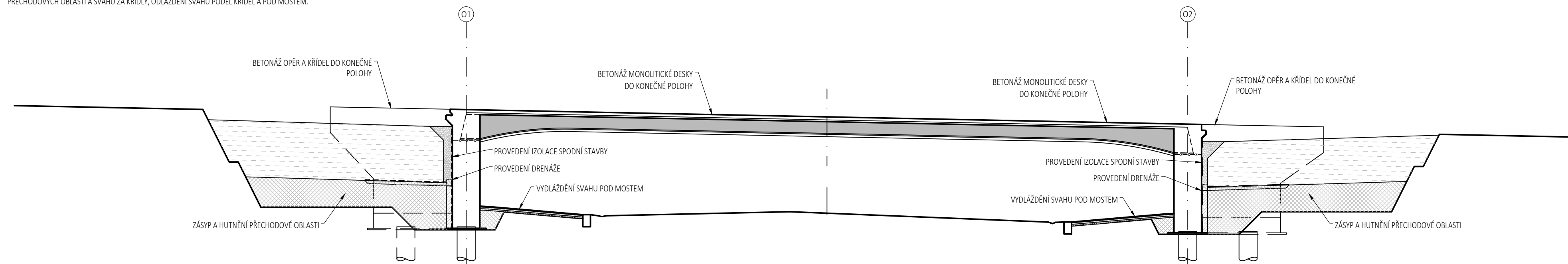
PODÉLNÝ ŘEZ - FÁZE 3

- MONTÁŽ NOSNÍKŮ S PREFABRIKOVANOU DESKOU POMOCÍ AUTOJEŘÁBŮ DO KONEČNÉ POLOHY.
- FIXACE A REKTIKACE POLOHY NOSNÍKŮ



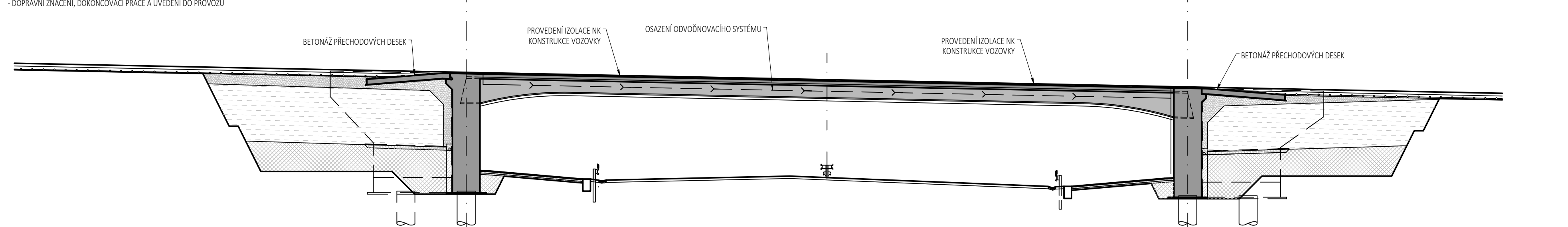
PODÉLNÝ ŘEZ - FÁZE 4

- BETONÁŽ OPĚR, MONOLITICKÉ DESKY A KŘÍDEL DO KONEČNÉ POLOHY
- PROVEDENÍ DRENÁŽÍ ZA OPĚROU, PROVEDENÍ IZOLACE SPODNÍ STAVBY, ZÁŠYP A HUTNĚNÍ PŘECHODOVÝCH OBLASTÍ A SVAHŮ ZA KŘÍDELY, ODLÁŽDĚNÍ SVAHŮ PODÉL KŘÍDEL A POD MOSTEM.



PODÉLNÝ ŘEZ - FÁZE 5

- BETONÁŽ PŘECHODOVÝCH DESEK, POLOŽENÍ IZOLACE NK, OSAZENÍ SYSTÉMU ODVODĚNÍ
- BETONÁŽ ŘÍMS A REVIZNÍCH SCHODIŠŤ
- KONSTRUKCE VOZOVKY, OSAZENÍ ZÁBRADLÍ A SVODIDEL
- DOPRAVNÍ ZNAČENÍ, DOKONČOVACÍ PRÁCE A UVEDENÍ DO PROVOZU



KONSTRUKČNÍ OCEL

OCELOVÉ SVAŘOVANÉ I NOSNÍKY
SPRÁHOVACÍ TRNY OCEL S460 12 NL
OCEL S355 12

BETON DLE ČSN EN 206-1

PREFABRIKOVANÁ DESKA NK C60/75-XC3, XD1, XF2-Cl 0,2-D_{max} 16-53
MONOLITICKÁ DESKA MOSTOVKY C30/37-XC3, XD1, XF2-Cl 0,2-D_{max} 22-53
SPODNÍ STAVBA A ZÁKLADY C30/37-XC4, XD3, XF4-Cl 0,2-D_{max} 22-53
VRTANÉ PILOTY C30/37-XC2, XA1-Cl 0,2-D_{max} 22-53
PŘECHODOVÉ DESKY C30/37-XF1-Cl 0,2-D_{max} 22-53
ŘÍMSY C35/45-XC4, XD3, XF4-Cl 0,2-D_{max} 22-53
REVIZNÍ SCHODIŠŤ C30/37-XF4-Cl 0,2-D_{max} 22-53
PODKLADNÍ BETON C8/10-XA2-Cl 0,4-D_{max} 22-53

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

B 500B (ČSN EN 10 027-1)

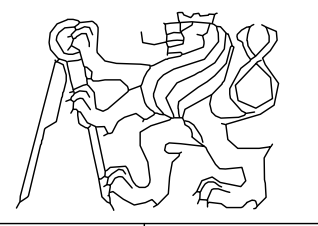
DLAŽBA V OKOLÍ MOSTU DLE VL4 206.03

- BETONOVÁ DLAŽBA TL. MIN. 60mm DO PROSTŘEDÍ XF4
- SPÁROVÁNÍ DLAŽBY CEMENTOVOU MALTOU DLE ČSN EN 998-2 DO PROSTŘEDÍ XF4
- BETONOVÉ LOŽE C20/25n XF3 TL. MIN. 100mm
- UKONČOVACÍ PRAH (V PATĚ SVAHU) Z BETONU C25/30 XF3

POZNÁMKY

- PROVEDENÍ VEŠKERÝCH DETAILŮ JE DLE VL4
- VŠECHNY HRANY MONOLITICKÝCH ČÁSTÍ BUDOU ZKOSENY 15/15 mm
- VŠECHNY ČÁSTI KONSTRUKCE V TRVALEM STYKU SE ZEMINOU BUDOU OPATŘENY IZOLACÍ PROTI ZEMNÍ VLHKOŠTI
- ÚPRAVA PLOCHY PRO POLOŽENOU IZOLACI MUSÍ ODPOVÍDAT POŽADAVKŮM ČSN 73 6242
- LETOPOČET VÝSTAVBY MOSTNÍ KONSTRUKCE SE VYZNAČÍ NA VNĚŠNÍ ČELO KŘÍDEL
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV, SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-ITSK

TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	K - 134	BC. JAN FIŠER	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
6.	DOC. ING. PAVEL RVIÁČEK, PH. D.		
AKCE:			
DIPLOMOVÁ PRÁCE -			
REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ			
OBSAH:	SCHÉMA POSTUPU VÝSTAVBY		
FORMÁT	8xA4		
MĚŘÍTKO	1:200		
DATUM	15.05.2019		
Č. VÝKRESU	3.7		

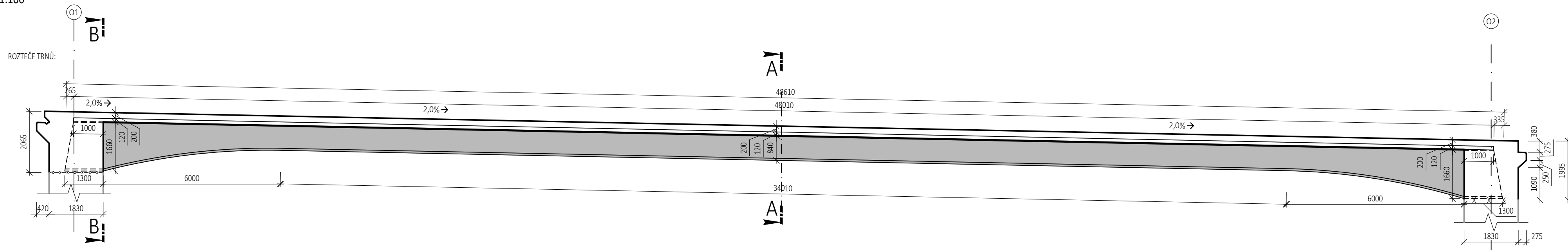
DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ

3 - NOVÝ STAV

VÝKRES TVARU NOSNÉ KONSTRUKCE

NOSNÁ KONSTRUKCE - PODÉLNÝ ŘEZ

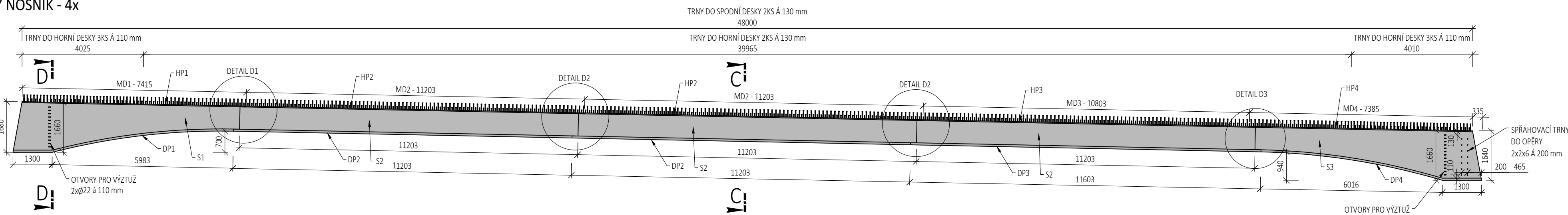
M1:100



OCELOVÝ NOSNÍK - 4x

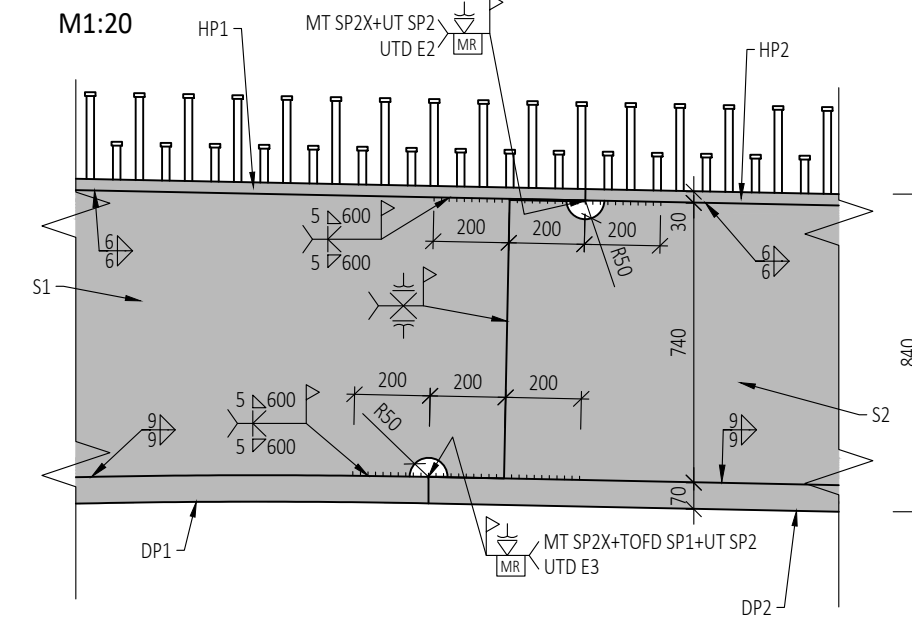
POHLED

M1:100



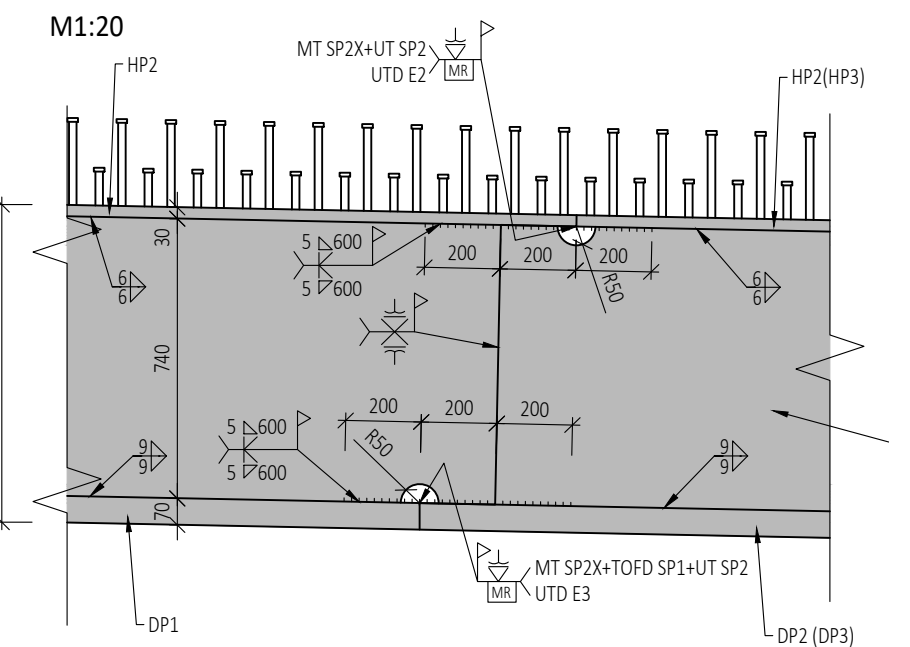
DETAIL D1

M1:20



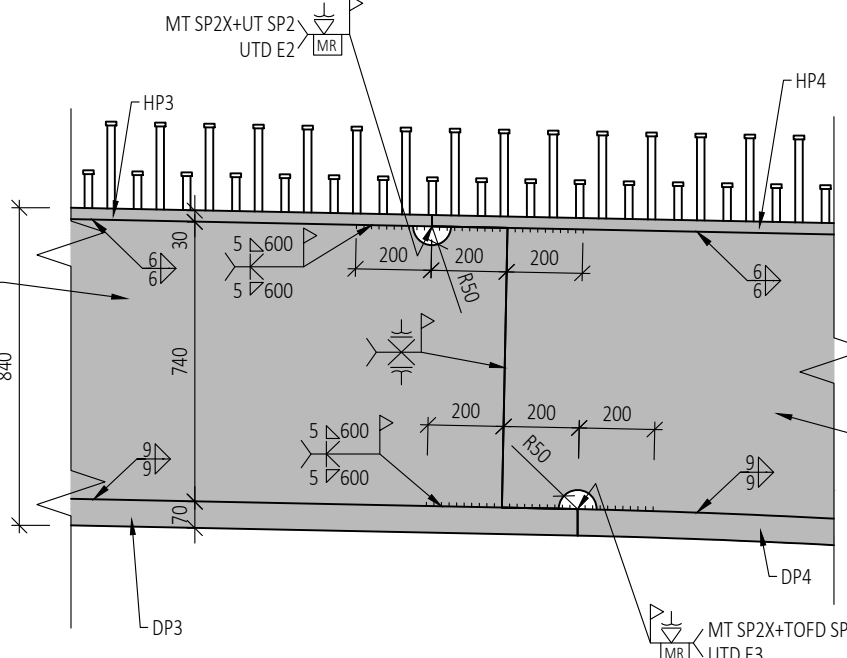
DETAIL D2

M1:20



DETAIL D3

M1:20

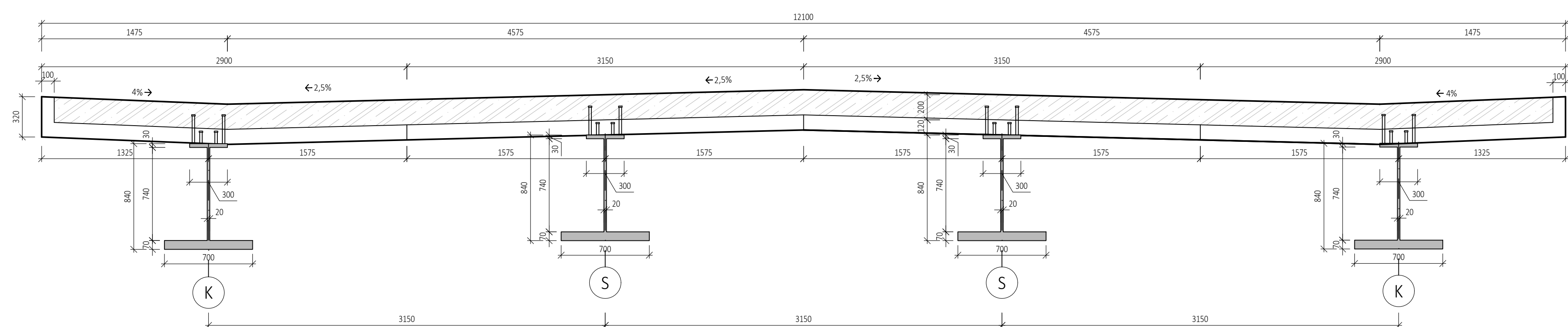


NOSNÁ KONSTRUKCE

PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI

ŘEZ A-A

M1:25

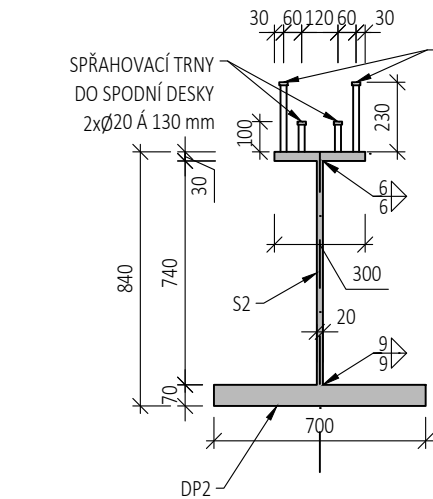


OCELOVÝ NOSNÍK

PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI

PŘÍČNÝ ŘEZ C-C

M1:25

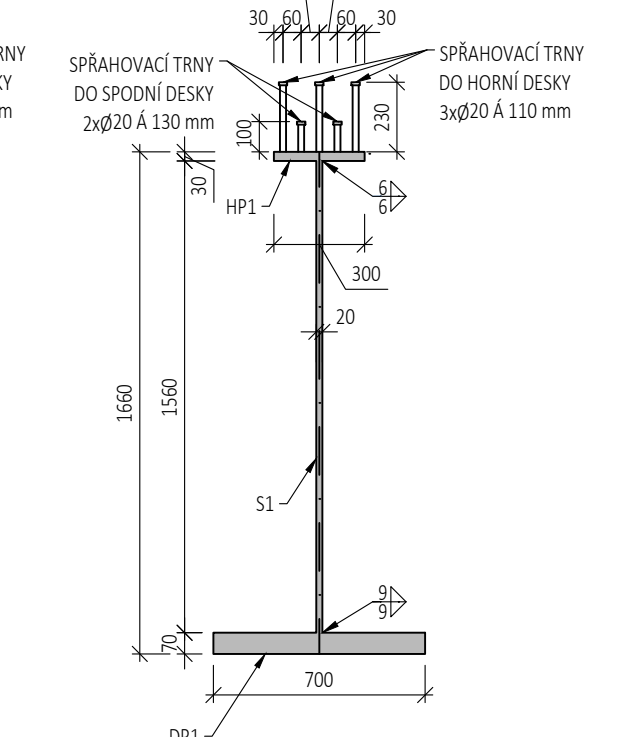


OCELOVÝ NOSNÍK

PŘÍČNÝ ŘEZ NAD PODPOROU

PŘÍČNÝ ŘEZ D-D

M1:25



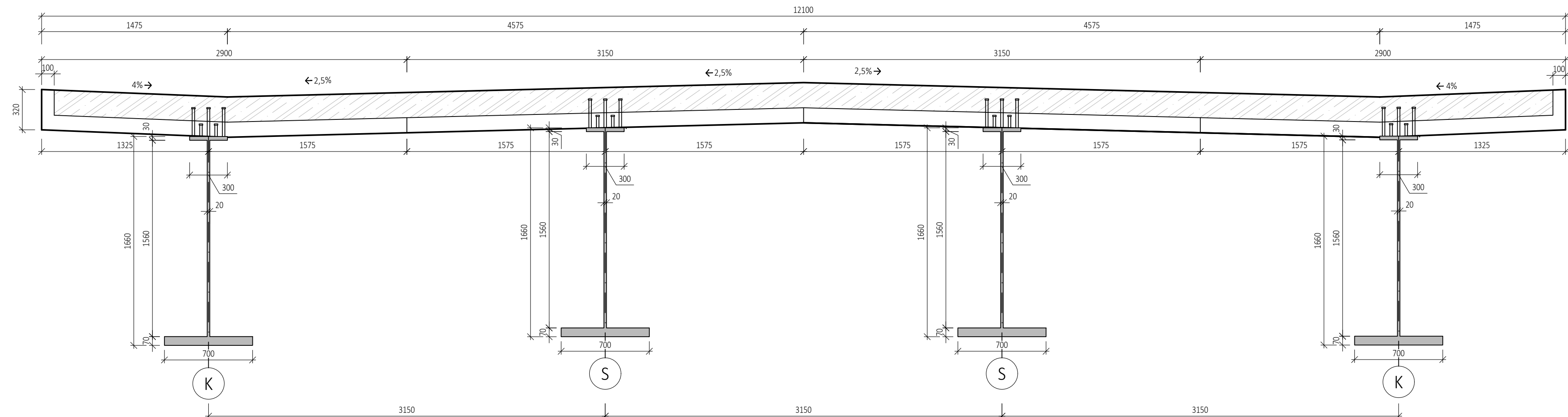
- NOSNÍK "K" A NOSNÍK "S" SE LIŠÍ POUZE ŠÍŘKOU PREFABRIKOVANÉ DESKY.
- TRNY PŘIVAŘENÉ AUTOMATICKOU PISTOLÍ DLE ČSN EN ISO 13918.

NOSNÁ KONSTRUKCE

PŘÍČNÝ ŘEZ NAD PODPOROU

ŘEZ B-B

M1:25



KONSTRUKČNÍ OCEL

OCELOVÉ SVÁROVANÉ I NOSNÍKY
OCEL S460 I2 NL
SPRÁHOVACÍ TRNY
OCEL S355 I2
VÝROBNÍ TŘÍDA EXC3

BETON DLE ČSN EN 206-1

PREFABRIKOVANÁ DESKA NK C60/75-XC3, XD1, XF2-CI 0,2-D_{max} 16-S3
MONOLITICKÁ DESKA MOSTOVKY C30/37-XC3, XD1, XF2-CI 0,2-D_{max} 22-S3

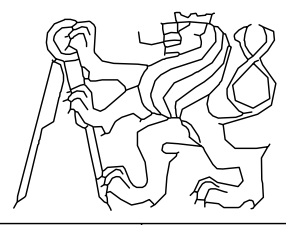
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

B 500B (ČSN EN 10 027-1)

POZNÁMKY

- VŠECHNY HRANY MONOLITICKÝCH ČÁSTÍ BUDOU ZKOSENY 15/15 mm
- VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpř. SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-ITSK

TENTO VÝKRES JE SOUČÁSTÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A NEMŮŽE BÝT SAMOSTATNĚ POUŽIT NEBO ROZŠÍŘOVÁN

OBOR K - INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE	KATEDRA K - 134	JMÉNO STUDENTA BC. JAN FIŠER	
ROČNÍK 6.	VYUČUJÍCÍ DOC. ING. PAVEL RVIÁČEK, PH. D		
AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE - REKONSTRUKCE MOSTU V MOCHOVĚ			FORMÁT 8xA4
OBSAH: VÝKRES TVARU NOSNÉ KONSTRUKCE			MĚŘÍTKO 1:100; 1:25; 1:20
			DATUM 15.05.2019
			Č. VÝKRESU 3.8