

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh rekonstrukce mostu ev.č. 32-001 přes řeku Cidlinu

Diplomová práce

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Robin Kurel**  
Osobní číslo: **D19430**  
Studijní program: **N0732A260017 Dopravní stavitelství**  
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**  
Téma práce: **Návrh rekonstrukce mostu ev.č. 32-001 přes řeku Cidlinu**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

### Zásady pro vypracování

Navrhnete rekonstrukci mostu 32-001 na komunikaci I/32 přes řeku Cidlinu. Předmětem práce je zjištění stávajícího stavu mostní konstrukce, srovnání několika alternativ možných oprav a návrhu vhodné rekonstrukce mostu včetně vybraných výkresových příloh a statického výpočtu.

Součástí práce bude rešerše a srovnání několika variant případných oprav; výběr jedné varianty a její zdůvodnění; zpracování přehledných výkresů a podrobného statického výpočtu dle doporučení vedoucího práce.

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

#### Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 6200. Mosty &#x2013; Terminologie a třídění&#x200b;. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 48 s. Třídící znak 73 6200

ČSN 73 6201. Projektování mostních objektů&#x200b;. Praha: Český normalizační institut, 2008, 76 s. Třídící znak 73 6201

ČSN EN 1990

ČSN EN 1991

ČSN EN 1992

ČSN EN 1993

ČSN EN 1994

A další dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.**

Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání diplomové práce: **26. října 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2021**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. října 2020

Prohlašuji:

Práci s názvem Návrh rekonstrukce mostu ev.č. 32-001 přes řeku Cidlinu jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Liberci dne 12.7.2021

Robin Kurel v. r.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlovi Jiříčkovi, PhD. za pomoc, cenné rady a čas, který mi při řešení této diplomové práce věnoval.

Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě podporovali po dobu mého studia a také rodině za motivaci a podporu při studiu.

## **ANOTACE**

Diplomová práce je zaměřena na návrh rekonstrukce mostu ev.č. 32-001 o třech polích, který přemostňuje řeku Cidlinu. V teoretické části je popsán stávající stav mostní konstrukce, srovnání několika možných oprav a výběr jedné varianty. Praktická část práce se věnuje projektové dokumentaci odpovídající vybrané variantě opravy mostu a statickému výpočtu, který proběhl za pomoci specializovaného programu Midas Civil.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*rekonstrukce, porovnání, prefabrikát, ocelový nosník, spřažení*

## **TITLE**

Proposal for the reconstruction of the bridge with identification No 32-001 over the river Cidlina

## **ANNOTATION**

The scope of this diploma thesis is a proposal of a reconstruction of the identification No 32-001 bridge of 3 spans, which crosses the river Cidlina. The current state of the bridge structure is described in the theoretical part of the thesis with comparisons of a number of possible repairs of the bridge in question with a single repair being chosen. Practical part of the thesis deals with project documents corresponding with the chosen proposal of reconstruction and a structural analysis which was compiled by modeling the bridge structure in a specialized programme called Midas Civil.

## **KEYWORDS**

*reconstruction, comparison, prefabricated, steel beam, composite*

# OBSAH

Seznam obrázků a tabulek.....	8
Seznam zkratk .....	10
ÚVOD .....	11
1 Rozvoj prefabrikace v ČR.....	12
2 Stávající stav mostu .....	14
2.1 Poloha mostu .....	14
2.2 Charakteristika stávajícího mostu.....	14
2.3 Popis stávající konstrukce .....	17
2.4 Popis závad.....	19
2.4.1 Spodní stavba .....	19
2.4.2 Nosná konstrukce .....	23
2.4.3 Mostní svršek .....	24
2.4.4 Vybavení mostu .....	25
3 Varianty rekonstrukce mostu .....	25
3.1 Sanace.....	25
3.1.1 Předpokládaná technologie sanací .....	26
3.2 Prefabrikáty MSI .....	27
3.3 Spřažená ocelobetonová konstrukce.....	31
3.4 Porovnání variant.....	34
3.4.1 Sanace .....	34
3.4.2 Prefabrikáty MSI.....	34
3.4.3 Spřažená ocelobetonová konstrukce .....	35
3.4.4 Rozhodující kritérium .....	35
4 Závěr .....	37
Zdroje .....	38
Přílohy .....	39

## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 – Pohled proti proudu řeky Cidliny na most ev.č. 32-001 .....	11
Obrázek 2 - Prefabrikované nosníky KA a I v příčném směru .....	12
Obrázek 3 – Situace širších vztahů .....	14
Obrázek 4 – Mostní list mostu ev.č. 32-001 .....	16
Obrázek 5 - Pohled z opěry O1 na podpěru P2, první pole .....	17
Obrázek 6 - Pohled na P3 – vlevo pevné ložisko .....	18
Obrázek 7 - Detail válcového ložiska .....	18
Obrázek 8 - Pohled na mostní závěr .....	18
Obrázek 9 - Pohled na mostní závěr v římse .....	18
Obrázek 10 - Pohled na podélný svod, pravá římsa .....	19
Obrázek 11 - Napojení podélného na svislý svod .....	19
Obrázek 12 - Detail konce nosníku N1 u O4L .....	20
Obrázek 13 - Mostní závěr v římse u O1L .....	20
Obrázek 14 - Ukončení nosníku u O1L, patrné svislé výluhy a trhlina v nosníku, vysprávka závěrné zídky .....	21
Obrázek 15 – Odpadlý beton na úložném prahu z ochranných obetonávek závěrné zídky O1L .....	21
Obrázek 16 – Svislé výluhy na stavivu u P2L .....	21
Obrázek 17 – Svislé výluhy a korodující výztuž bez krycí vrstvy u P2L .....	21
Obrázek 18 - Trhlina v závěrné zídce u O1P .....	22
Obrázek 19 - Nedostatečné krytí výztuže u O1P .....	22
Obrázek 20 - Výluhy na P3L .....	22
Obrázek 21 - Vápenné výluhy na stavivu P2P a odpadající beton .....	22
Obrázek 22 - Svahový kužel u O4P, nefunkční odvodňovací žlábek a opevněním prorůstající vegetace .....	23
Obrázek 23 - Nefunkční izolace mostu, masivní průsaky .....	23
Obrázek 24 – Masivní trhlina v prefabrikátu, lokálně odpadlý beton a odhalení výztuže .....	23
Obrázek 25 - Detail korodujícího ložiska .....	24
Obrázek 26 - Uchycující přípravky odvodňovačů .....	24



Obrázek 27 – Vyrůstající vegetace z asfaltové zálivky .....	24
Obrázek 28 - Detail kotvení zábradlí .....	25
Obrázek 29 - Pohled na revizní schodiště u O4L.....	25
Obrázek 30 - Typový podklad VSTI 2000, předchůdce prefabrikátu MSI.....	28
Obrázek 31 - Příčný řez s prefabrikáty .....	29
Obrázek 32 - Podélný řez s prefabrikáty .....	30
Obrázek 33 - Příčný řez s I nosníky .....	32
Obrázek 34 - Podélný řez s I nosníky .....	33
Tabulka 1 - Předpokládaný rozsah plošných sanací .....	27

## **Seznam zkratek**

**ALN** – asfaltový lak nátěrový

**ALP** – asfaltový lak penetrační

**ev. č.** – evidenční číslo

**NAIP**– natavitelné asfaltové izolační pásy

**V<sub>n</sub>** – normální zatížitelnost

**V<sub>r</sub>** – výhradní zatížitelnost

**V<sub>e</sub>** – výjimečná zatížitelnost

**V<sub>aj</sub>** – maximální nápravový tlak

**CHRL** – chemické rozmrazovací látky používané zejména k ošetřování komunikací v zimě

## ÚVOD

Předmětem diplomové práce je návrh rekonstrukce mostu ev. č. 32-001, který slouží k převedení komunikace I/32 v místě křížení s vodním tokem Cidlina. Na základě hlavní mostní prohlídky je potřebná rekonstrukce stávajícího objektu s nutností řešit i nevyhovující stavebně technický stav.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Úvod teoretické části je zaměřen na počátky mostní prefabrikace v ČR. Ve zbývající části práce je popsán stávající stav mostní konstrukce a varianty možných oprav.

Praktická část práce se zabývá jednou vybranou variantou opravy a k ní zhotovenou projektovou dokumentací vč. statického výpočtu.



*Obrázek 1 – Pohled proti proudu řeky Cidliny na most ev.č. 32-001*

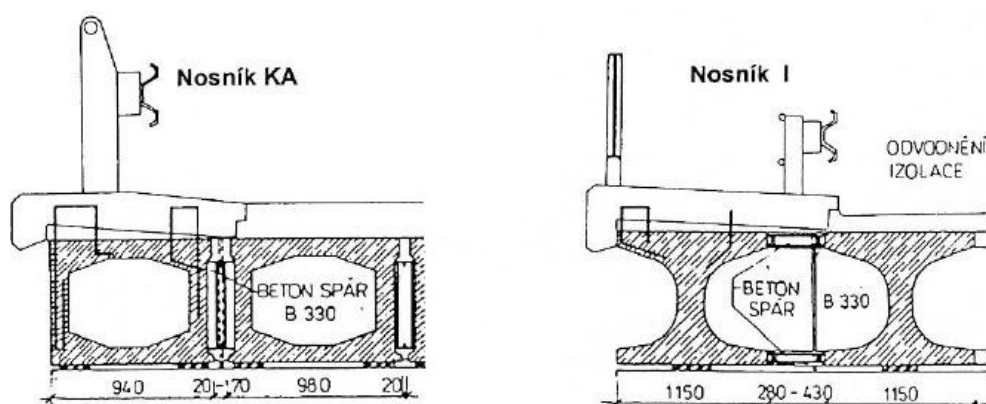
# 1 Rozvoj prefabrikace v ČR

Velkého rozvoje prefabrikace bylo dosaženo v druhé polovině 20. století s nástupem industrializace a potřeby v krátkém čase rozvíjet dopravní infrastrukturu na území Československa. Mostní prefabrikáty se jevily pro tuto příležitost jako vhodná varianta.

Při plánování nového systému hospodářství se dospělo k myšlence, která vedla k jednotnému uplatnění předem navrhovaných konstrukcí. Ta se v co nejvyšší míře snažila propagovat typizaci u všech opakujících se stavebních prvků i konstrukcí. Typizačnímu úřadu Dopravoprojekt bylo proto předloženo nejčastěji používané rozpětí nosníků od 9ti do 30ti metrů a dvě konstrukce prefabrikovaných mostních polí. Těmto rozměrovým unifikacím předcházela celá řada rozpětí, která postupovala po třech metrech s úpravou až v pozdějších 60. letech, kde bylo rozpětí v typizované řadě nahrazeno stanovenou délkou nosníku. Slovenský Dopravoprojekt, který dokumentaci zpracoval, zvolil komorové nosníky pro rozpětí 9, 12, 15 a 18 metrů. Pro rozpětí 21, 24, 27 a 30 metrů zvolil nosníky tvaru I v příčném řezu. Tyto dvě zvolené konstrukce byly na svou dobu na dobré technické úrovni. K typizaci došlo již počátkem 60. let. Dutinové nosníky byly označovány KA a nosníky tvaru I podle autora návrhu Šefčík. [1]

Typizace obecně zjednodušila navrhování tím, že nebylo nutné provádět statické výpočty nosné konstrukce u každého mostu zvlášť, což vedlo k časové úspoře. To přimělo projektanty navrhovat nosné konstrukce z typizovaných nosníků všude, kde to jen bylo možné. [1]

Na obrázku č. 2 jsou znázorněny nejčastěji používané prefabrikované nosníky v příčném směru.



Obrázek 2 - Prefabrikované nosníky KA a I v příčném směru

Zdroj:[2]

Nosníky KA a I tvořily nosnou konstrukci většiny mostů na rozpětí 8 - 30 metrů. Z těchto prvků bylo postaveno i mnoho mostů s nosnou konstrukcí spojitou a to zmonolitňováním pomocí předpětí na dálnicích, silnicích i na městských komunikacích. Mnoho takových mostů je dnes ve stavu, který neodpovídá potřebným kvalitám. [2] [3]

V mnoha případech se na těchto mostech vyměňuje nosná konstrukce a celkový stav je z různých příčin nevyhovující. Hlavní příčiny poruch bývají v nedokonalosti provedení některých detailů, v podceňování a ignorování určitých technologických postupů. Špatná izolace mostů způsobila zatékání vody do dutin nosníků, kde prosakování vody betonem poškozují předpínací i betonářskou výztuž vlivem koroze. Podélné spáry mezi nosníky vyžadovaly vysoké nároky na správné a kvalitní provedení, kterého často nebylo dosaženo. Beton spár měl jiné vlastnosti než beton prefabrikátu, spáry byly úzké a těžko se v nich beton zhutňoval. Toto se projevilo i u nosníků typu I, kde spáry byly v rozmezí 28 – 43 cm. Dalším velkým problémem těchto mostů tvoří přechodové konstrukce, které často neplnily své funkce. Šlo o špatné kotvení a prosakování vody, které způsobovalo škody na ložiskách a úložných prazích. [2]

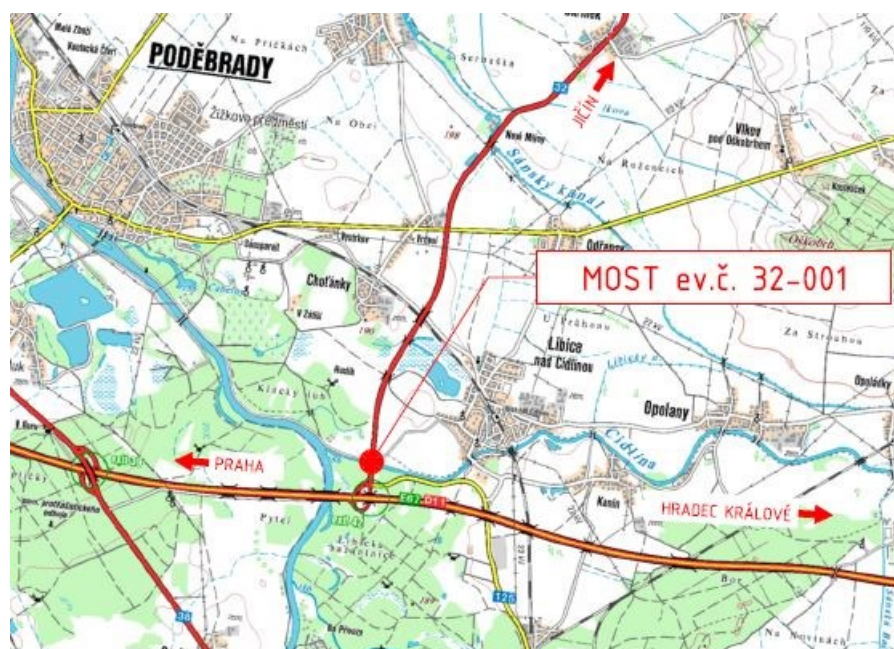
Platnost typových podkladů [4] pro navrhování těchto mostů skončila v roce 1990 [2], poté již realizace nosných konstrukcí z prefabrikátů byla hromadně odmítána právě pro závady a nedostatky, které vznikly již při výrobě nebo v důsledku technologické nekázně při vlastní realizaci.

Most ev.č. 32-001 je jedním z posledních mostů, na kterém byla realizována právě nosná konstrukce z prefabrikátů I-73 v roce 1990.

## 2 Stávající stav mostu

### 2.1 Poloha mostu

Stávající konstrukce mostu se nachází v extravilánu obce Libice nad Cidlinou ve Středočeském kraji, katastrálním území obce Libice nad Cidlinou. Most je lokalizován západně od obce, přibližně 600 m před soutokem Labe a Cidliny. Počáteční provozní staničení převáděné komunikace I/32 se nachází nedaleko u sjezdu z dálnice D11 ve směru na Prahu, kde komunikace dále pokračuje ve směru na Jičín a kříží řeku Cidlinu.



Obrázek 3 – Situace širších vztahů

Most se nachází ve dvou chráněných územích. První je evropsky významná lokalita Libické luhy a druhá je maloplošně zvláště chráněné území Libický luh.

### 2.2 Charakteristika stávajícího mostu

#### *Místo stavby*

Kraj:	Středočeský; CZ020
Okres:	Nymburk; CZ0208
Obec:	Libice nad Cidlinou; 537438
Katastrální území:	Libice nad Cidlinou; 682691

### ***Označení***

Název stavebního objektu: Most ev. č. 32-001  
Název mostu: Most přes řeku Cidlinu a cyklostezku  
Místní název: Přes Cidlinu a cyklostezku Poděbrady – Libice n/C  
Evidenční číslo mostu: 32-001  
Rok postavení: 1990

### ***Provozní staničení***

Mostní objekt: km 0,180 000

### ***Převáděná komunikace***

Komunikace: pozemní komunikace  
Typ pozemní komunikace: silnice  
Označení: I/32

### ***Přemost'ovaná překážka – vodní tok***

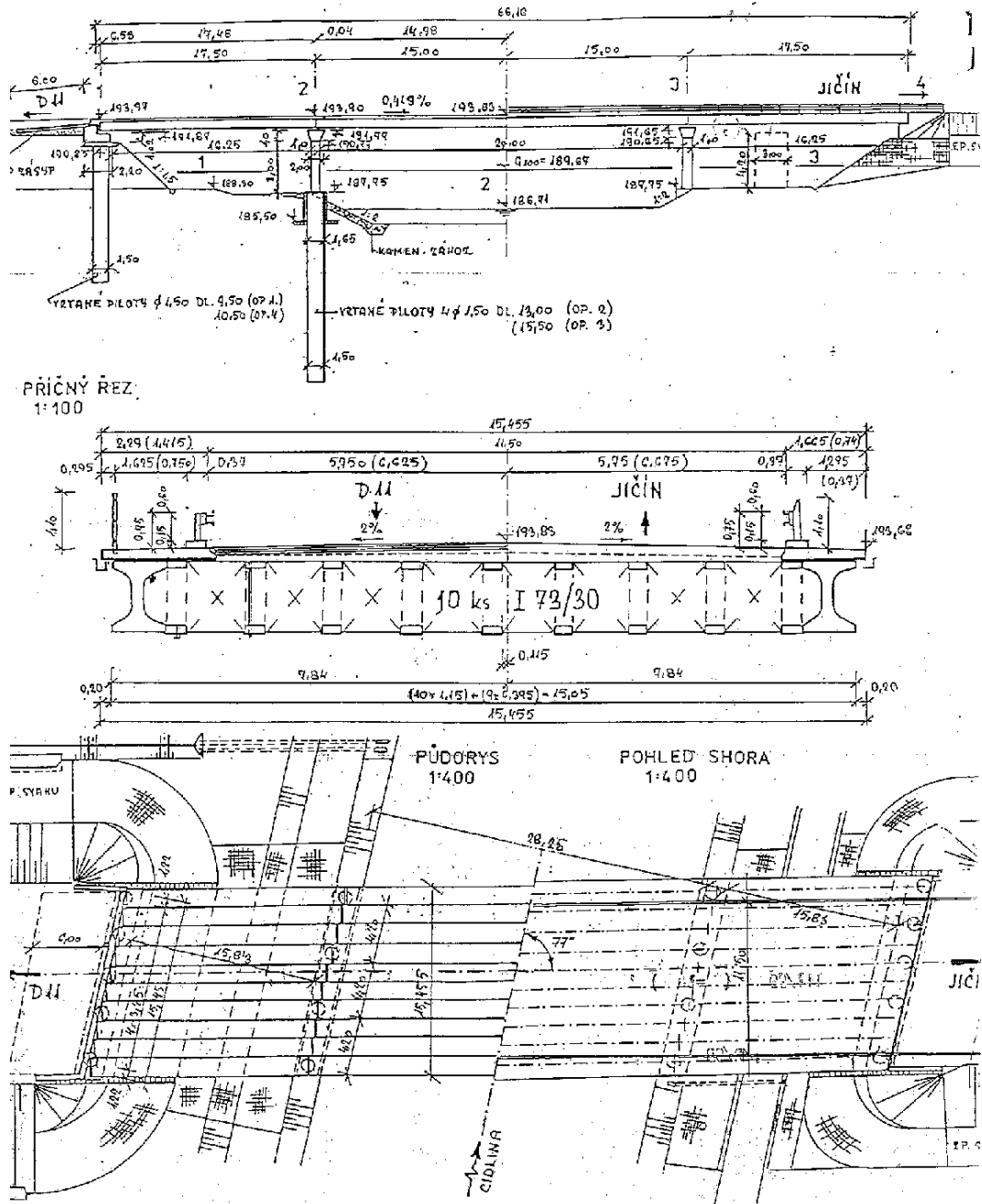
Staničení: -  
Pole: 2  
Úhel křížení: 77,00 °  
Název: Cidlina  
ID toku: 10100030  
Hydrologické pořadí: 1-04-04-0150-0-00  
Druh vodního toku: řeka  
Říční kilometr: km 0,63  
S-JTSK: Y: 689510; X: 1046209  
Šířka koryta: cca 28,0 m  
Správce: Povodí Labe

### ***Základní údaje***

Počet polí 3  
Délka přemostění: 63,50 m  
Délka rozpětí pole: 17,50 + 30,00 + 17,50 m  
Délka nosné konstrukce: 65,00 m  
Délka mostu 74,22 m  
Volná šířka mostu: 12,12 m  
Šířka mezi zábradlími 14,00 m  
Šířka nosné konstrukce: 15,10 m  
Šířka mostu: 15,53 m  
Šikmost: levá  
Stavební výška: 1,72 m (bez průhybu)  
Konstrukční výška: 1,40 m  
Volná výška na mostě: neomezená  
Výška mostu: 7,72 m  
Volná výška pod mostem 4,90 m  
Zatížení: zatížení dle ČSN EN 1991-2  
skupina pozemních komunikací 1

**Zatížitelnost stanovená na základě hlavní mostní prohlídky:**

Zatížitelnost: Způsob určení:	N – Neznámý způsob stanovení zatížitelnost
Klasifikační stupeň stavu mostu:	Nosná konstrukce: V – špatný stav ( $\alpha=0,6$ )
	Spodní stavba: III – dobrý stav ( $\alpha=1,0$ )
Normální:	$V_n$ 38 t
Výhradní:	$V_r$ 48 t
Výjimečná	$V_e$ 134 t
Maximální nápravový tlak:	$V_{aj}$ 16 t



Obrázek 4 – Mostní list mostu ev.č. 32-001

Zdroj: [5]



Základní informace vycházejí z informačního serveru Systém hospodaření s mosty (BMS) [5]. Poslední hlavní mostní prohlídku provedl Ing. Jan Rech, 23.10.2019 [5], která klasifikovala spodní stavbu do III. stupně a nosnou konstrukci do V. stupně. Hlavní mostní prohlídka posloužila jako první přiblížení mostu. Na mostě byla provedena i osobní prohlídka. Další podklady byly poskytnuty od firmy M-PROJEKCE [6], konkrétně geodetické zaměření stávajícího mostu, inženýrskogeologický průzkum a vyjádření správců sítí.

### 2.3 Popis stávající konstrukce

Stávající most je podle úhlu křížení šikmý, dle průběhu převáděné komunikace je most přímý a tvoří ho tři mostní pole. V prvním poli je provedeno opevnění ze zádlažby sloužící pro případný pojezd obslužných vozidel správce toku. Ve druhém poli teče řeka Cidlina v neregulovaném korytě. Ve třetím poli vede cyklostezka s živičným povrchem.

Mostní konstrukce má hlubinné založení, kde každý základ podpěry leží na čtyřech velkopřůměrových pilotách, které sahají dle podkladu až na pevné skalní podloží.

Opěry jsou masivní z monolitického železobetonu. Tvoří je dřík s úložným prahem a závěrnou zídkou s ozubem pro přechodovou desku dl. 6 m. Křídla jsou rovnoběžná, krátká a vetknutá do opěry.

Vnitřní podpěry tvoří členěná rámová stojka, která je vždy tvořena čtveřicí kruhových pilířů vetknutých jak do lichoběžníkového železobetonového pásu – stativa, tak do základového pásu.



Obrázek 5 - Pohled z opěry O1 na podpěru P2, první pole

Nosnou konstrukci tvoří montovaná ortotropní deska v příčném směru z 10 ks prefabrikátů typu I-73 s vyrovnávací deskou na horním povrchu. Délka nosníků v polích 1 a 3 je dle podkladu atypická, a to konkrétně 17,46 metrů. Střední pole tvoří již typická délka prefabrikátu 29,96 metrů [4]. Na podpěrách jsou provedeny bezdilatační styky polí. Statické schéma tvoří 3 prostá pole. Každý jednotlivý nosník je uložen na vlastní ocelolitinová ložiska. Na opěře P3 jsou v celé řadě osazena ložiska pevná, ostatní jsou ložiska válcová.



*Obrázek 6 - Pohled na P3 – vlevo pevné ložisko*

*Obrázek 7 - Detail válcového ložiska*

Nad opěrami O1 a O4 je osazen povrchový mostní závěr s jednoduchým těsněním dilatační spáry.



*Obrázek 8 - Pohled na mostní závěr*

*Obrázek 9 - Pohled na mostní závěr v římsce*

Mostní svršek je tvořen živičným krytem v proměnné tl. 150 mm se střechovitým spádem. Vlevo ve směru staničení je zřízen obslužný chodník, vpravo se nachází pouze pochozí

povrch římsy, který není nijak chráněn proti pádu z výšky. Železobetonové monolitické římsy jsou zasazeny do úrovně povrchu vozovky. Systém odvodnění mostu je řešen pomocí příčného sklonu, kde je díky zapuštěné římse do vozovky nulová hrana. Voda přetéká římsu do podélného plechového žlabu, který vodu odvádí k opěře O4, kde je umístěn svislý svod a skluzu na svahu násypového tělesa. Odvodnění izolace je provedeno odvodňovacími trubičkami vyústěnými skrz dobetonávku na podhledu nosné konstrukce.



*Obrázek 10 - Pohled na podélný svod, pravá římsa*

*Obrázek 11 - Napojení podélného na svislý svod*

Na levé římse ve směru staničení je osazeno trubkové zábradlí a svodidlo, jehož sloupky jsou zabetonovány do kruhových bloků. Na pravé římse se nachází zábradelní svodidlo.

## **2.4 Popis závad**

V rámci této práce byla provedena osobní prohlídka mostní konstrukce, při které bylo zjištěno několik závad jak na nosné konstrukci, tak na mostním svršku či spodní stavbě.

Opěry jsou značeny O1, P2, P3, O4 ve směru staničení, kde je ještě přidán index L nebo R pro specifikaci levé (L) nebo pravé (R) strany opěry ve směru staničení.

### **2.4.1 Spodní stavba**

Při obchůzce spodní stavby byla zjištěna již odhalená výztuž na závěrné zídce u O1L, zřejmě z důvodu porušení izolace pod římsami nebo v okolí mostního závěru, lokálně jsou již

patrné svislé výluhy, které značí již dlouhotrvající poruchu izolace. Jako následek neodstranění poruchy je zatékání, kde agresivní voda narušuje strukturu betonu a koroduje výztuž.

Na úložném prahu leží kusy odpadlého betonu z rozpadlých ochranných obetonávek čela nosné konstrukce. Při odstraňování této poruchy zřejmě došlo i k trhlině na konci prefabrikátu I-73 v místě závěrné zídky u O4L. Na obou opěrách O1 a O4 je lokálně obnažená výztuž na rohu, kde vychází až na povrch, což je dáno pravděpodobně technologickou nekázní při výrobě. V těchto detailech dochází ke korozi výztuže a může to být také důvodem průniku vlhkosti podél prutů výztuže a následného odtržení krycí vrstvy betonu.

Jako následek nefunkční izolace se objevuje zatékání na horním povrchu stativ obou podpěr, kde dochází k rozpadu betonu v důsledku nedostatečné odolnosti proti působení vody a CHRL. Na trhlinách v bocích stativ jsou patrné výluhy. Na stativech se lokálně vyskytují trhliny ukazující na odtržení krycí vrstvy horní výztuže.



*Obrázek 12 - Detail konce nosníku N1 u O4L*



*Obrázek 13 - Mostní závěr v římse u O1L*



Obrázek 14 - Ukončení nosníku u OIL, patrné svislé výluhy a trhliny v nosníku, vysprávka závěrné zidky



Obrázek 15 – Odpadlý beton na úložném prahu z ochranných obetonávek závěrné zidky OIL



Obrázek 16 – Svislé výluhy na stativu u P2L



Obrázek 17 – Svislé výluhy a korodující výztuž bez krycí vrstvy u P2L



Obrázek 18 - Trhlina v závěrné zídce u O1P



Obrázek 19 - Nedostatečné krytí výztuže u O1P



Obrázek 20 - Výluhy na P3L



Obrázek 21 - Vápenné výluhy na stativu P2P a odpadající beton

U O4P je přerušovaný odvodňovací žlábek, do kterého přivádí svislý podélný svod vodu z vodorovného podélného sběrného svodu. U ústí žlabu je absence horské vpusti či vývařiště.



*Obrázek 22 - Svahový kužel u O4P, nefunkční odvodňovací žlábek a opevněním prorůstající vegetace*

### **2.4.2 Nosná konstrukce**

Při prohlídce mostu bylo zjištěno, že v důsledku nefunkční izolace mostu dochází k zatékání na nosnou konstrukci v oblastech konců prefabrikátů, kde dochází pravděpodobně i ke korozi kotev předpínací výztuže. Tomu by odpovídala i skutečnost, že se na úložných prazích vyskytuje odpadlý beton, který vlivem CHRL degraduje a vzniká nulové krytí výztuže.

Při vizuální prohlídce podhledu nosné konstrukce byla objevena masivní trhlina na prefabrikátu přibližně v polovině rozpětí krajního pole. V místech P2L prochází prefabrikátem odvodňovací trubička, která neplní svojí funkci.



*Obrázek 23 - Nefunkční izolace mostu, masivní průsaky*



*Obrázek 24 – Masivní trhlina v prefabrikátu, lokálně odpadlý beton a odhalení výztuže*

Pod všemi krajními nosníky, na které má největší dopad nefunkční izolace, jsou povrchově korodující ložiska, kde se už neobjevuje ani funkční ochranný nátěr.



*Obrázek 25 - Detail korodujícího ložiska*

### **2.4.3 Mostní svršek**

Na živičném povrchu nebyly zjištěny poruchy, pouze se lokálně objevuje vyrůstající vegetace v asfaltových zálivkách mezi živičným krytem vozovky a římsou.

Odvodňovacím žlabům, které jsou zaneseny vegetací, korodují uchycovací přípravky, pomocí kterých jsou přichyceny k prefabrikovaným nosníkům.



*Obrázek 26 - Uchycující přípravky odvodňovačů*



*Obrázek 27 – Vyrůstající vegetace z asfaltové zálivky*



Při prohlídce mostního svršku nebyly objeveny další poruchy, pouze už jednou zmíněná nefunkční izolace pod římsami.

#### 2.4.4 Vybavení mostu

U zábradelního svodidla je již patrný dosluhující ochranný nátěr a objevuje se lokálně povrchová koroze. Sloupky zábradlí, které nejsou obetonovány jako zábradelní svodidlo či svodidlo, začínají vykazovat korozi v místech kotvení do monolitické římsy.

U O4L je svahový kužel násypového tělesa opevněn betonovými tvárnici, které zároveň slouží jako revizní schodiště. Opevnění nevykazuje větší známky poškození, pouze v temeni násypu se projevuje eroze betonu, do kterého je položen svahový skluz.



Obrázek 28 - Detail kotvení zábradlí



Obrázek 29 - Pohled na revizní schodiště u O4L

### 3 Varianty rekonstrukce mostu

Zjištěné poruchy a závady mostu odpovídají provedené mostní prohlídce v roce 2019. V této kapitole jsou navrženy varianty možných oprav.

#### 3.1 Sanace

Prvním návrhem rekonstrukce mostu je sanace. Při této variantě opravy by se sanovala celá pohledová plocha opěr, úložných prahů, křídel, pilířů a stativa. Zdemolovalo by se stávající vozovkové souvrství na mostě, odfrézovaly obrusné vrstvy vozovky na předpolích a kompletně zdemolovaly stávající římsy. Konceptní řešení této rekonstrukce by spočívalo i v obměně izolace mostní konstrukce, zhotovení nového mostního svršku a závěru.

### 3.1.1 Předpokládaná technologie sanací

Svislé a vodorovné povrchy spodní stavby budou celoplošně očištěny, otryskány a sanovány. Kromě plošného očištění bude spodní stavba rovněž zbavena vrstvy degradovaného betonu vysokotlakým vodním paprskem až na zdravý podklad. Na takto upravený a očištěný povrch bude provedena nová sanační vrstva z objemově stálé reprofilační hmoty. Aby nedošlo ke zbytečnému odbourávání betonu, musí být očištění betonu provedeno citlivě. Ve většině plochy se předpokládá použití tlaku vodního paprsku okolo 200 barů.

Pokud dojde na velké ploše k odstranění degradovaného betonu v hloubce větší než 20 mm, bude pro kotvení reprofilační hmoty provedena kotvená, tenká svařovaná síť 40/40/2. Kotvení sítě bude provedeno spřahujícími kotvicemi trny průměru 6 mm v rastru 250/250 mm (16ks/m<sup>2</sup>). Jestliže dojde lokálně k obnažení betonářské výztuže, tak bude tato výztuž očištěna na stupeň čistoty Sa 2, opatřena pasivačním nátěrem a provede se reprofilace betonu. Při sanacích se postupuje podle Vzorových listů oprav mostních objektů PK (VL-0), TKP31, VL4 a příslušných částí ČSN EN 1504. [5P] [6P] [8P] [9P]

#### ***Typ A – Sanace se sjednocující stěrkou,***

- očištění povrchu stávajících konstrukcí otryskáním vysokotlakým vodním paprskem o tlaku 200 bar,
- provedení celoplošné stěrky, vyrovnání nerovných ploch reprofilovaného povrchu,
- sjednocující a ochranný nátěr;

#### ***Typ B – Sanace s reprofilací do 10 mm;***

- otryskání celého povrchu konstrukce vysokotlakým vodním paprskem o tlaku 1000 bar,
- očištění zkorodované výztuže otryskáním ostrohranným abrazivem, případně ruční dočištění ocelovými kartáči,
- konzervace nátěrem výztuže antikorozi ochranou,
- provedení reprofilace otryskaného povrchu sanační maltou v ploše a tloušťce předchozího otryskání pohledové plochy (s předpokládanou maximální tloušťkou 30 mm ve 100 % pohledové plochy),
- provedení celoplošné stěrky, vyrovnání nerovných ploch reprofilovaného povrchu,
- sjednocující a ochranný nátěr;

### **Typ C – Sanace s reprofilací nad 10 mm,**

- otryskání celého povrchu konstrukce vysokotlakým vodním paprskem o tlaku 1000 bar,
- očištění zkorodované výztuže otryskáním ostrohranným abrazivem, případně ruční dočištění ocelovými kartáči,
- osazení kotvení výztuže pro uchycení kari sítě,
- konzervace nátěrem výztuže antikorozi ochranou,
- překrytí upravované plochy kari sítí 8/100/100,
- provedení reprofilace otryskaného povrchu sanační maltou v ploše a tloušťce předchozího otryskání pohledové plochy (s předpokládanou maximální tloušťkou 60 mm ve 100 % pohledové plochy),
- provedení celoplošné stěrky, vyrovnání nerovných ploch reprofilovaného povrchu,
- sjednocující a ochranný nátěr.

*Tabulka 1 - Předpokládaný rozsah plošných sanací*

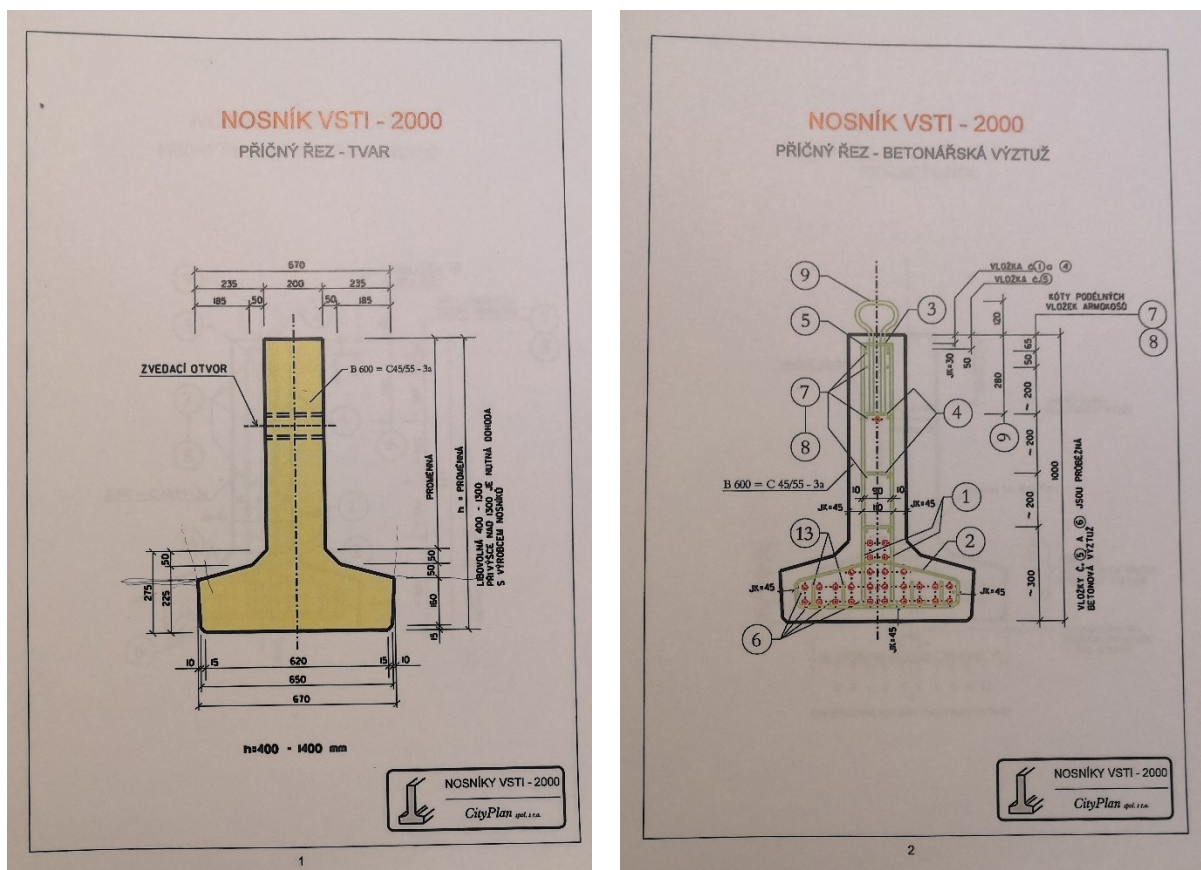
Obsah	Celkový rozsah
Očištění povrchu	100% plochy
Sjednocující stěrka	100% plochy
Ochranný nátěr	100% plochy
Spojovací můstek	30% plochy
Bez reprofilace	70% plochy
Reprofilace $\leq 10$ mm	15% plochy
Reprofilace $> 10$ mm	15% plochy

## **3.2 Prefabrikáty MSI**

Druhým návrhem rekonstrukce mostu je jeho demolice po půlkách z důvodu zachování provozu na komunikaci a následné zhotovení nové spodní stavby a nosné konstrukce.

U nového řešení by se zachovalo při prokázání dynamických penetračních sond pouze jeho původní hlubinné založení, na kterých by vznikly nové základy pro masivní opěry a pilíře. Koncepčně by se spodní stavba zhotovila v období stávajícího mostu.

Most je navržen o třech polích, ze statického hlediska spojitý nosník o třech polích s rozpětím 17,50 + 30,05 + 17,50 m. V příčném řezu tvoří nosnou konstrukci 10 ks předem předpjatých nosníků MSI, spřažené železobetonovou deskou. Horní povrch kopíruje podélný a příčný sklon vozovky. Nad novými opěrami a podpěrami budou konce nosníků zmonolitněny do příčníků, které jsou osazeny na čtveřici hrncových ložisek.



Obrázek 30 - Typový podklad VSTI 2000, předchůdce prefabrikátu MSI

Zdroj:[7]

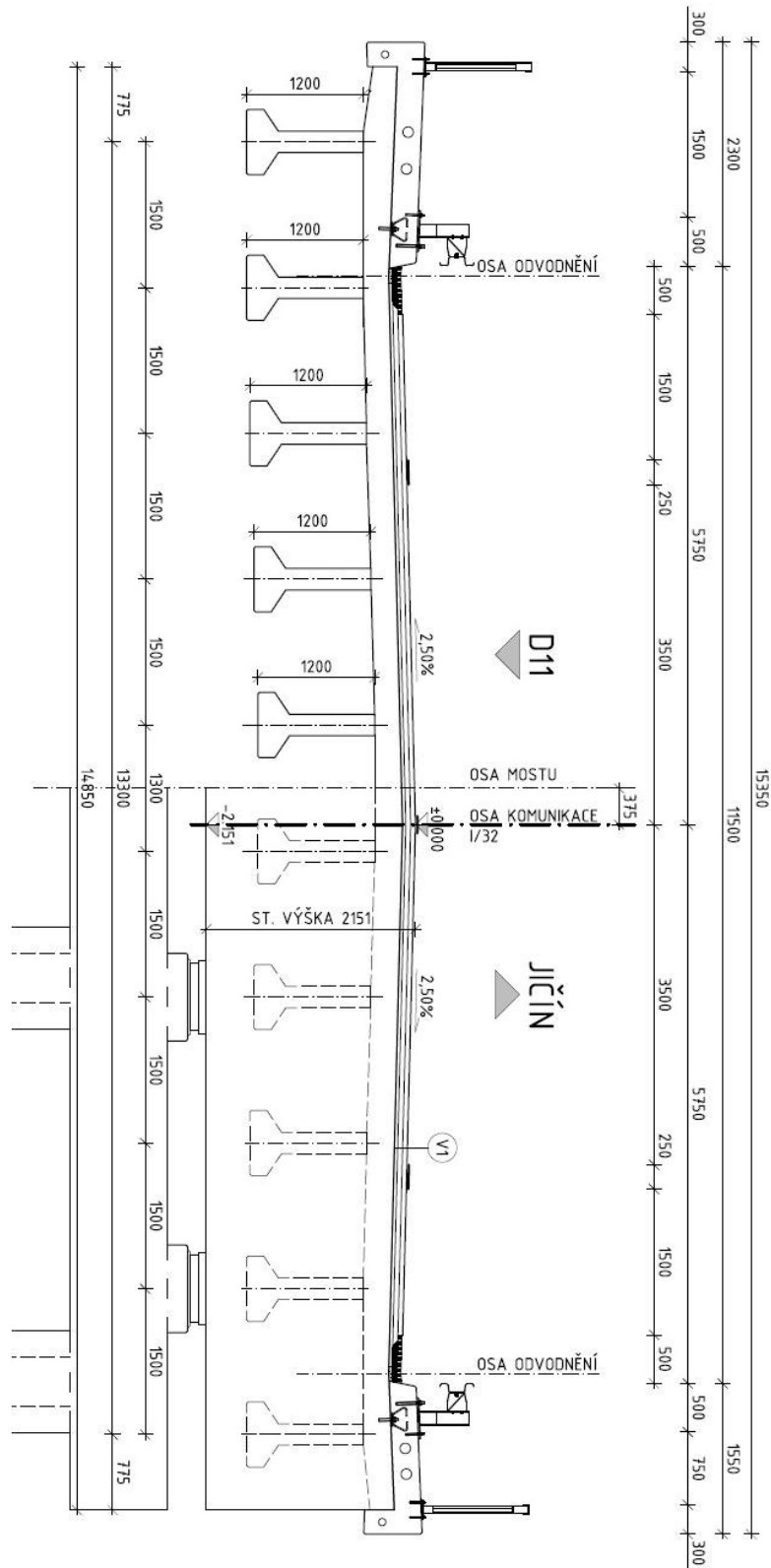
Osová vzdálenost prefabrikátů je v ose mostu 1,30 m, poté 1,50 m, celková šířka nosné konstrukce je 14,85 m. V prvním a třetím poli jsou délky prefabrikátů 16,50 m a ve druhém poli 29,00 m. Jejich výška je konstantní 1,20 m, tloušťka spřažené desky min. 0,26 m a celková konstrukční výška spřaženého průřezu 2,15 m.

Uložení nosné konstrukce je navrženo pomocí čtveřice hrcových ložisek na každé opěře. Střední ložisko na opěře P3 je pevné; střední ložiska na opěře O1, P2 a O4 ve stejné ose jsou příčně posuvná. V důsledku šikmosti jsou všechna ostatní ložiska na opěrách a podpěrách všesměrně posuvná.

Mostní svršek tvoří třívrstvá vozovka šířky 11,50 m s asfaltovým krytem celkové tloušťky 135 mm, včetně izolace a monolitické železobetonové římsy. Levá římsa je šířky 2,30 m, pravá 1,55 m. Příčný sklon horního povrchu desky je střechovitý 2,5% s protispádem v ose odvodnění 4,0%.

Mostní příslušenství tvoří na obou římsách ocelové mostní zábradlí se svislou výplní výšky 1,10 m a ocelové mostní svodidlo. V obou římsách mostu jsou vedeny rezervní chráničky.

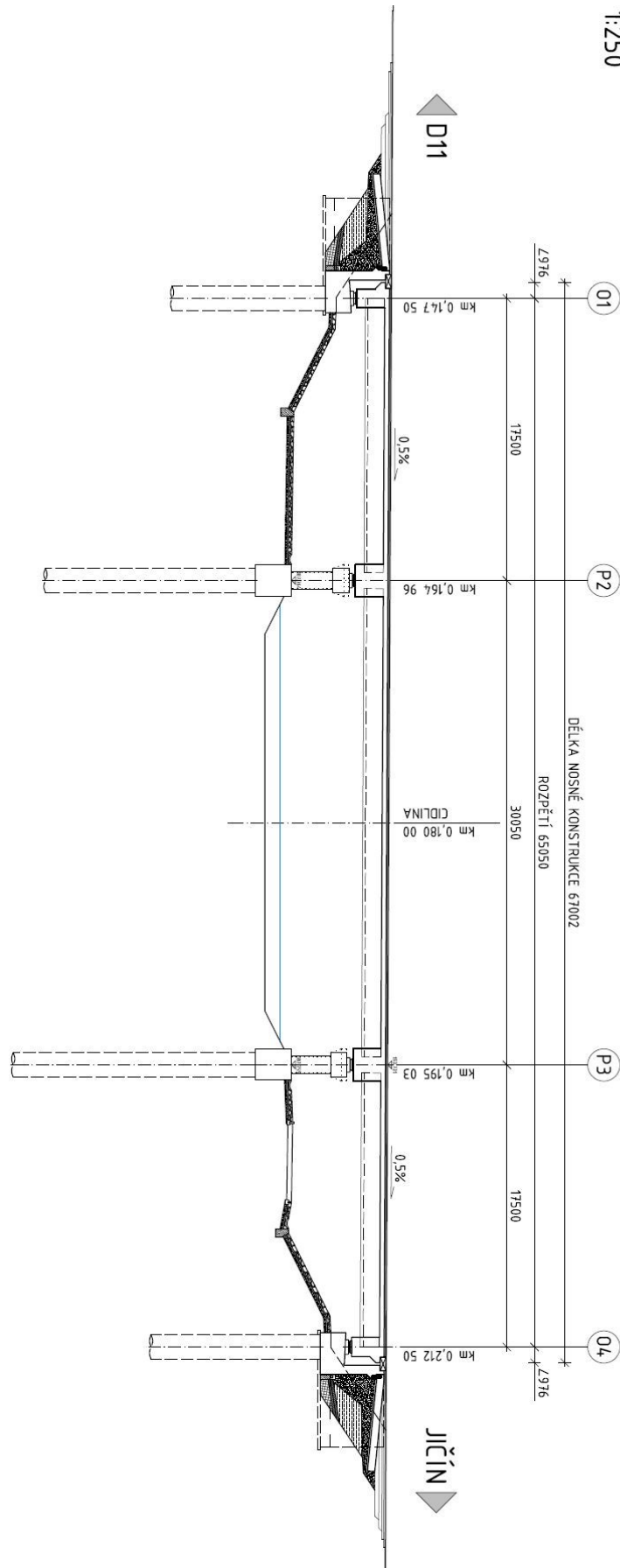
# PŘÍČNÝ ŘEZ 1:50



Obrázek 31 - Příčný řez s prefabrikáty

# PODÉLNÝ ŘEZ

1:250



Obrázek 32 - Podélný řez s prefabrikáty

### 3.3 Spřažená ocelobetonová konstrukce

Třetí návrh rekonstrukce mostu bere v úvahu částečné zachování spodní stavby a výměnu nosné konstrukce.

Při realizaci této varianty by se zdemoloval kompletní mostní svršek a snesly by se prefabrikované nosníky. Dále by bylo zapotřebí částečně zdemolovat i úložný práh vč. závěrné zídky. Na takto připravený povrch by se zhotovily nové úložné prahy, podložiskové bloky, závěrná zídka a přechodová oblast.

U tohoto řešení by se obdobně jednalo ze statického hlediska o spojitý nosník o třech polích s rozpětím 17,50 + 30,05 + 17,50 m. V příčném řezu tvoří nosnou konstrukci 8 ks svařovaných ocelových I nosníků spřažených monolitickou železobetonovou deskou. Na podpěrách a v kritických místech je navrženo příčné ztužení.

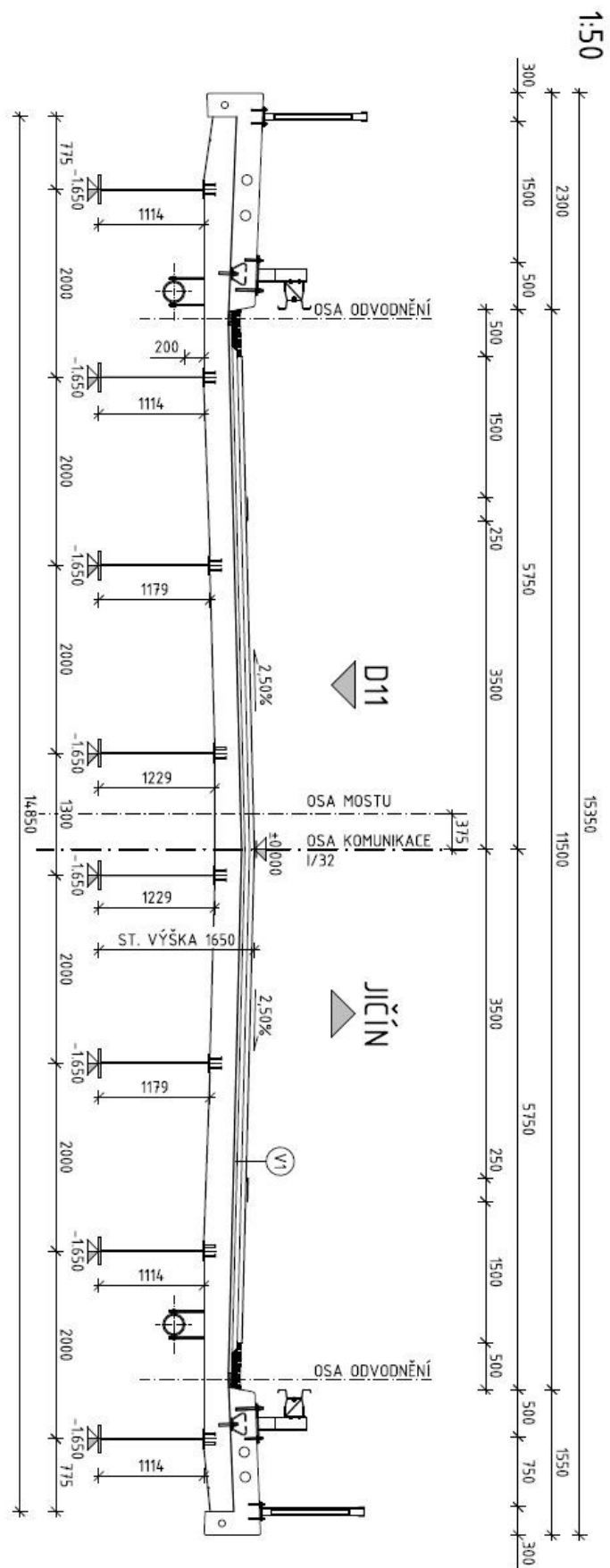
Osová vzdálenost nosníků je v ose mostu 1,30 m, poté 2,00 m, celková šířka nosné konstrukce je 14,85 m. Výška ocelových nosníků je proměnná 1,114 – 1,229 m, tloušťka spřažené desky min. 0,26 m, celková konstrukční výška spřaženého průřezu 1,515 m. Nosníky jsou svařované ze 7mi různých průřezů.

Uložení nosné konstrukce je navrženo pomocí osmice hrncových ložisek na každé podpěře. Střední ložisko na opěře P3 je pevné; střeni ložiska na opěře O1, P2 a O4 ve stejné ose jsou příčně posuvná. V důsledku šikmosti jsou všechna ostatní ložiska na opěrách a podpěrách všesměrně posuvná.

Mostní svršek tvoří třívrstvá vozovka šířky 11,50 m s asfaltovým krytem celkové tloušťky 135 mm, včetně izolace a monolitické železobetonové římsy. Levá římsa je šířky 2,30 m, pravá 1,55 m. Příčný sklon horního povrchu desky je střechovitý 2,5% s protispádem v ose odvodnění 4,0%.

Mostní příslušenství tvoří na obou římsách ocelové mostní zábradlí se svislou výplní výšky 1,10 m a ocelové mostní svodidlo. V obou římsách mostu jsou vedeny rezervní chráničky.

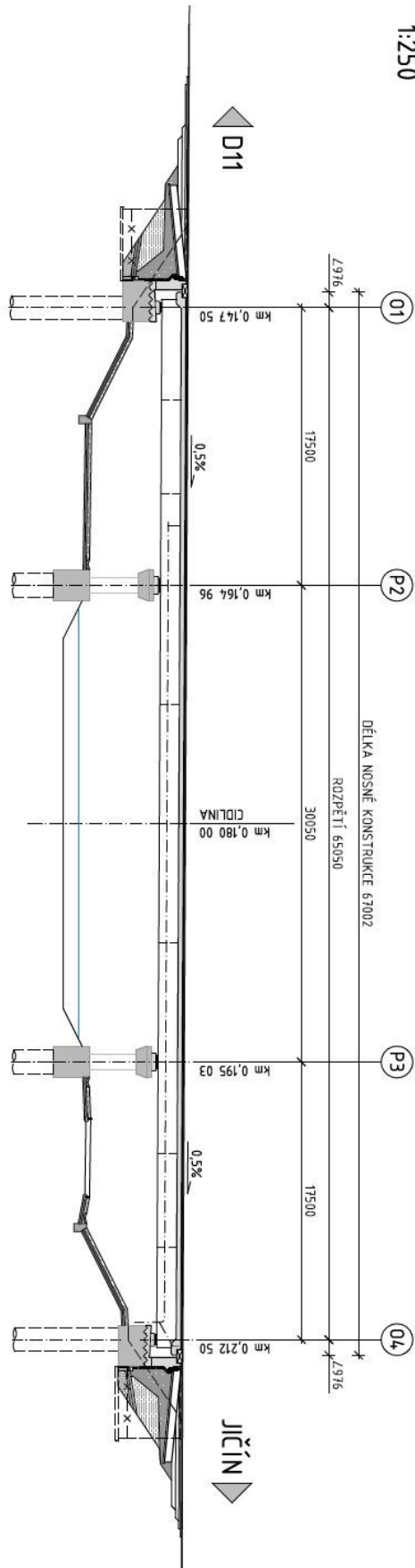
# PŘÍČNÝ ŘEZ



Obrázek 33 - Příčný řez s I nosníky



# PODÉLNÝ ŘEZ 1:250



Obrázek 34 - Podélný řez s I nosníky

### **3.4 Porovnání variant**

#### **3.4.1 Sanace**

Při rekonstrukci mostu formou sanace se musí brát v úvahu, že výsledná sanace spodní stavby a nosné konstrukce pouze prodlouží její životnost o pár let a plně nenahradí nový most s návrhovou životností 100 let. Nejdůležitějším aspektem této rekonstrukce je obnovení mostního svršku a hlavně izolace nosné konstrukce.

##### ***Výhody***

- Jednoduchý postup prací při sanaci
- Relativně rychle proveditelný
- V porovnání s novým mostem ekonomicky výhodný

##### ***Nevýhody***

- Pouze dočasné řešení

#### **3.4.2 Prefabrikáty MSI**

V této variantě by se jednalo o kompletně nový most. Při realizaci této varianty je potřeba brát v úvahu její ekonomickou i časovou náročnost, s přihlédnutím i na předpokládaný způsob výstavby, který by pravděpodobně proběhl za provozu.

##### ***Výhody***

- Životnost mostu 100 let
- Nízké nároky na údržbu
- Rychlost dodání při využití typových délek prefabrikátů
- Menší počet potřebných ložisek

##### ***Nevýhody***

- Ekonomická náročnost
- Časová náročnost
- Vysoká hmotnost
- Vyšší zatížení na spodní stavbu

### 3.4.3 Spřažená ocelobetonová konstrukce

Při správné kombinaci dvou různých materiálů dojde k vyzdvižení kladných vlastností obou materiálů a k potlačení jejich záporů. Spřažením betonu s ocelí získáme průřez odolný v tlačené oblasti díky betonu a v tažené oblasti díky oceli. V této variantě by došlo k významnému odlehčení stávající spodní stavby.

#### *Výhody*

- Vysoká únosnost
- Nízká hmotnost
- Rychlost výstavby
- Úspora materiálu

#### *Nevýhody*

- Náročnost na ochranu proti vnějšímu prostředí, údržbu
- Větší počet ložisek
- Nutnost svařovat různé profily nosníků

### 3.4.4 Rozhodující kritérium

Při výběru vhodného řešení rekonstrukce mostu bereme v úvahu, že sanace pouze oddálí celkovou rekonstrukci mostu.

Jako nevyhnutelné bereme v úvahu výměnu nosné konstrukce, z důvodu skrytých vad a poruch typových předpjatých prefabrikovaných nosníků I-73 v zadávacích typových podkladech, při výrobě i při samotné výstavbě.[8]

Níže uvádím několik příkladů závad v typové dokumentaci:

- Chybějící odvodnění dutiny nosné konstrukce v nejnižším místě
- Návrh nedostatečné tloušťky krycí vrstvy výztuže
- Návrh kotevního systému a systému předpětí, který není možno kvalitně zainjektovat
- Nevhodná vyrovnávací vrstva pod izolací – materiál, tloušťka a nekvalitní izolační vrstva
- Vanová hydroizolace

*Zdroj:[8]*

Dále vady během výstavby:

- Tvorba překážek v kabelových kanálcích, např. zateklý epoxidový tmel kontaktních spár
- Nedostatečná injektáž kabelových kanálků a její důsledná kontrola
- Nespolehlivé provedení vyrovnávky a izolace mostovky, vč. netěsného napojení na odvodňovače a mostní závěry
- Chybné obetonování kotev předpjetí
- Ponechání nečistot a stavebního odpadu v dutinách mezi nosníky

*Zdroj:[8]*

Z výše uvedeného vyplývá, že je potřebná výměna nosné konstrukce. V úvahu přichází tedy řešení s prefabrikáty MSI nebo spřažená ocelobetonová konstrukce.

Při výběru z těchto dvou zbylých variant je rozhodující časová i ekonomická náročnost. Vzhledem k hmotnosti prefabrikátů MSI, by nebylo vhodné je osazovat na stávající spodní stavbu, proto je pro ně potřebné zhotovit novou spodní stavbu. Proces demolice celého mostu a zhotovení nové spodní stavby značně prodlužuje dobu výstavby a posouvá ekonomickou povahu rekonstrukce do vyšší cenové relace.

Pro variantu ocelobetonové konstrukce je ekonomicky přijatelnější možnost využití stávající spodní stavby. Během rekonstrukce není potřeba většího demoličního rozsahu. Ocelové nosníky mají v porovnání s prefabrikáty I-73 výrazně nižší hmotnost a odlehčily by stávající spodní stavbu.

Z důvodu využití co nejkratšího časového intervalu pro potřebnou rekonstrukci a zároveň odstranění největšího úskalí stávající konstrukce, volím jako variantu rekonstrukce výměnu nosné konstrukce za spřaženou ocelobetonovou nosnou konstrukci.

## 4 Závěr

Předmětem této diplomové práce bylo zjištění stávajícího stavu mostu ev.č. 32-001 v obci Libice nad Cidlinou, v okrese Nymburk, kde most převádí silnici I/32 přes řeku Cidlinu. Při prohlídce mostu byly zjištěny značné vady a poruchy jak na nosné konstrukci, tak na spodní stavbě, alespoň ty viditelné. Po celkové prohlídce mostu byly zaznamenány všechny poruchy a bylo zjištěno, že největší poruchou je špatně provedená nebo již nefunkční izolace v místech mostních závěrů, díky které voda prosakuje na závěrnou zídku a z ní na ložiska a prefabrikáty, kde způsobuje korozi předpínací výztuže.

Na základě zjištěných poruch na mostní konstrukci byly vybrány tři různé způsoby provedení opravy mostu. První návrh opravy pomocí sanace by most jistě zachránil před demolicí, ale tím by mu pouze prodloužil životnost v řádech let, nikoli na nové návrhové období 100 let.

U druhé a třetí varianty přicházely v úvahu obě možnosti pro realizaci spřažené konstrukce s železobetonovou deskou, avšak každý návrh se lišil v typu použitých nosníků a rozsahu stavebních prací.

Ve druhé variantě se jednalo o předpjatý prefabrikovaný nosník, který vykazuje vyšší hmotnost a stávající spodní stavbu by neodlehčil. Tato skutečnost vede na novou spodní stavbu, která by časově i ekonomicky zatížila rekonstrukci mostu.

Z časových a ekonomických hledisek byla zvolena třetí varianta, a to použití ocelových nosníků spřažených s železobetonovou deskou. Tento typ konstrukce je výrazně lehčí než prefabrikované nosníky a odlehčí stávající spodní stavbu. Na stavbu se nemusí dodávat jako celek, takže umožňuje i lepší manipulaci jak při přepravě, tak při výstavbě.

V praktické části práce byla zhotovená projektová dokumentace na vybranou variantu opravy a posouzení silničního mostu o třech polí o celkovém rozpětí 65 m, kde hlavní nosnou konstrukci tvoří 8 ocelových I nosníků spřažených železobetonovou deskou tloušťky 260 mm. Z posouzení je patrné, že navržená konstrukce vyhoví všem požadavkům stanovených v aktuálně platných normách a vyhovuje jak v meznímu stavu únosnosti, tak meznímu stavu použitelnosti.

## Zdroje

- [1] J. Vítek, Historie předpjatého betonu, Praha 2016. ČKAIT. ISBN 978-80-87438-84-8
- [2] J. Pokorný a H. Šertler, „MOSTY, část první“, *Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera*. [online] [https://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty\\_-\\_cast\\_1.pdf](https://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty_-_cast_1.pdf)
- [3] J. Tomek a Z. Kleiser, *Betonové mosty II*, Druhé přepracované., roč. 1988. Vysoké učení technické v Brně.
- [4] ŠTÁTNY ÚSTAV PRE PROJEKTOVANIE DOPRAVNÝCH STAVIEB - DOPRAVOPROJEKT, „KONŠTRUKCIE CESTNÝCH A DIALNIČNÝCH MOSTOV Z PREFABRIKÁTOV I 73 DĹŽKY 21-24-27-30: TYPOVÝ PODKLAD, ČASŤ A“. Bratislava, lis. 1973.
- [5] „Systém hospodaření s mosty“. <http://bms.clevera.cz/> (viděno čer. 23, 2021).
- [6] „M - PROJEKCE s. r. o.“ <http://m-projekce.cz/> (viděno čer. 24, 2021).
- [7] M. Komínek, L. Dvořák, a M. Vejsada, „Zásady řešení nosníků VSTI 2000 a jejich použití na mostních konstrukcích pozemních komunikací“. CityPlan spol. s.r.o.
- [8] J. Hromádko, „Hlavní prohlídky mostů pozemních komunikací - systémové vady a poruchy předpjatých mostních prefabrikovaných nosníků a doporučení pro prohlídky a další průzkum“, in *Seminář mostních inženýrů*, roč. 2016, Žďár nad Sázavou: Divyp Brno, s.r.o., Hlavní 156/80, 624 00 Brno, s. 58–65.

## Použité předpisy


- |                    |   |
|--------------------|---|
| [1P] ČSN 73 6200   | Mosty – Terminologie a třídění  |
| [2P] ČSN 73 6201   | Projektování mostních objektů   |
| [3P] ČSN 73 6221   | Prohlídky mostů pozemních komunikací  |
| [4P] ČSN EN 1991-2 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou  |
| [5P] ČSN EN 1504-6 | Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 6: Kotvení výztužných ocelových prutů |
| [6P] TKP 31        | Opravy betonových konstrukcí  |
| [7P] TP 120        | Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů PK   |
| [8P] VL-0          | Vzorové listy oprav mostních objektů PK, Ministerstvo dopravy, 2010   |
| [9P] VL-4          | Mosty, Ministerstvo dopravy, 2021   |

## **Přílohy**

- D1. Technická zpráva
- D2. Půdorys
- D3. Podélný řez
- D4. Vzorový příčný řez
- D5. Příčné řezy
- D6. Tvar nosné konstrukce
- D7. Výkres ložisek
- D8. Výkres mostních závěrů
- D9. Statický výpočet

Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

 Univerzita Pardubice Dopravní fakulta Jana Pernera	TÉMA: <b>NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU</b>				
	STAVEBNÍ OBJEKT: <b>SO 201 - MOST EV.Č. 32-001</b>				
	PŘÍLOHA: <b>TECHNICKÁ ZPRÁVA</b>				
ČÁST:  <b>D</b>	VYPRACOVAL: Bc. Robin Kurel			PARÉ:	
	ZODP. PROJEKTANT: Bc. Robin Kurel				
	KONTROLA: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.				
	MĚŘÍTKO:	KÓD PŘEDMĚTU:	STUPEŇ:	DATUM:	PŘÍLOHA:
	-	KDS/PDPCK	DSP	7/2021	1



## Obsah

1	Identifikační údaje .....	3
1.1	Údaje o stavbě.....	3
1.2	Údaje o zpracovateli dokumentace.....	3
1.3	Údaje o objektu .....	3
2	Základní údaje .....	4
3	Zdůvodnění stavby a její umístění .....	4
3.1	Účel .....	4
3.2	Zdůvodnění stavby .....	4
3.3	Požadavky na jeho řešení .....	4
3.4	Předchozí dokumentace.....	5
3.5	Podklady .....	5
3.6	Územní podmínky .....	5
3.7	Geotechnické podmínky.....	5
3.8	Charakter přemostované překážky a převáděné komunikace .....	5
4	Technické řešení .....	6
4.1	Popis stávajícího stavu (převzato z HMP).....	6
4.2	Popis nového stavu .....	7
4.3	Řešení ochrany proti vnějším vlivům .....	13
4.4	Požadované podmínky a měření sedání a průhybu .....	13
4.5	Požadované zatěžovací zkoušky .....	13
4.6	Plán údržby.....	14
4.7	Doporučení pro další stupeň PD.....	14
5	Materiály pro stavbu.....	14
5.2	Beton .....	15
5.3	Hydroizolace.....	15
5.4	Materiály pro zásypy a obsypy .....	15
5.5	Betonové výrobky .....	15
5.6	Kamenivo.....	16
5.7	Malty .....	16
5.8	Tmely a výplně .....	16
5.9	Vozovka a výplňové materiály včetně zálivek .....	16
5.10	Potrubí.....	16
5.11	Výrobky .....	16
6	Výstavba.....	16
6.1	Postup a technologie stavby .....	16
6.2	Specifické požadavky pro předpokládanou technologii stavby.....	17
6.3	Související objekty stavby.....	17
6.4	Vztah k území .....	17
6.5	Omezení provozu .....	18
7	Přehled provedených výpočtů a konstatování rozhodujících dimenzí a průřezů .....	18
7.1	Vytyčovací údaje .....	18
7.2	Prostorové uspořádání a geometrie mostu .....	18
7.3	Statický výpočet .....	18
7.4	Hydrotechnický výpočet.....	18
	Použité předpisy .....	19

# 1 Identifikační údaje

## 1.1 Údaje o stavbě

Název akce: I/32 – Most 32-001 přes řeku Cidlinu, celková oprava

### Místo stavby

Kraj: Středočeský; CZ020  
Okres: Nymburk; CZ0208  
Obec: Libice nad Cidlinou; 537438  
Katastrální území: Libice nad Cidlinou; 682691  
Označení komunikace I/32

### Předmět projektové dokumentace

Stupeň dokumentace: DPS – Dokumentace pro stavební povolení  
Druh stavby: rekonstrukce  
Doba užívání: trvalá stavba  
Účel užívání: součást silniční a dálniční sítě ČR

## 1.2 Údaje o zpracovateli dokumentace

Název organizace: Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Sídlo: Studentská 95, 532 10 Pardubice

Vypracoval: Bc. Robin Kurel

Kontroloval: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.

## 1.3 Údaje o objektu

### 1.3.1 Označení

Číslo stavebního objektu: 201  
Název stavebního objektu: Most ev. č. 32-001

Název mostu: Most přes řeku Cidlinu a cyklostezku  
Místní název: Přes Cidlinu a cyklostezku Poděbrady – Libice n/C  
Evidenční číslo mostu: 32-001

### 1.3.2 Staničení

#### Provozní

Mostní objekt: km 0,180 000

#### Projektové

Opěra O1: km 0,147 475  
Pilíř P2: km 0,164 975  
Pilíř P3: km 0,195 025  
Opěra O4: km 0,212 525

### 1.3.3 Převáděná komunikace

Komunikace: pozemní komunikace  
Typ pozemní komunikace: silnice  
Označení: I/32  
Šířka komunikace: 11,50 m

### 1.3.4 Přemostovaná překážka

#### Vodní tok

Staničení:	-
Pole:	2
Úhel křížení:	77,00 °
Název:	Cidlina
ID toku:	10100030
Hydrologické pořadí:	1-04-04-0150-0-00
Druh vodního toku	řeka
Říční kilometr:	km 0,63
S-JTSK:	Y: 689510; X: 1046209
Šířka koryta:	cca 28,0 m
Správce:	Povodí Labe

## 2 Základní údaje

#### Návrhové a konstrukční charakteristiky dle kapitoly 5 ČSN 73 6200:

Počet polí	3
Délka přemostění:	63,26 m
Délka rozpětí pole:	17,50 + 30,05 + 17,50 m
Délka nosné konstrukce:	67,00 m
Délka mostu	77,51 m
Volná šířka mostu:	11,50 m
Šířka mezi zábradlími	14,75 m
Šířka nosné konstrukce:	14,85 m
Šířka mostu:	15,35 m
Šikmost:	levá 76,7 °
Stavební výška:	1,65 m (bez průhybu)
Konstrukční výška:	1,515 m
Volná výška na mostě:	neomezená
Výška mostu:	7,70 m
Volná výška pod mostem:	
Nad hladinou	5,10 m
Nad cyklostezkou	4,22 m
Zatížení:	zatížení dle ČSN EN 1991-2 skupina pozemních komunikací 1

## 3 Zdůvodnění stavby a její umístění

### 3.1 Účel

Účelem mostu je převedení silnice I/32 přes vodní tok Cidlina.

### 3.2 Zdůvodnění stavby

Výstavba nové nosné konstrukce byla vyvolána nutností řešit nevyhovující stavebně technický stav stávajícího mostního objektu.

### 3.3 Požadavky na jeho řešení

Požadavky na řešení mostu vyplývají ze směrového a výškového vedením hlavní trasy a uspořádáním přemostované překážky.

Požadavky na jeho řešení vyplývají z:

- » aktuálních opatření a požadavků uvedených v Systému hospodaření s mosty (BMS)
- » a platných norem České republiky.

### 3.4 Předchozí dokumentace

Tato dokumentace nenavazuje na žádný předchozí stupeň projektové dokumentace.

### 3.5 Podklady

Pro návrh stavebního objektu jsou využity následující podklady:

- » mapové podklady,
- » zaměření území,
  - podklad od firmy M-PROJEKCE s.r.o.
- » hlavní mostní prohlídka z 23.10.2019, provedl Ing. Jan Rech
- » systém hospodaření s mosty - BMS,
- » schématický náčrt mostu, převzatý z ML
- » typový podklad prefabrikátů I-73, Dopravoprojekt 1973,
- » hydrologické údaje,
- » fotodokumentace,
- » místní pochůzka,
- » orientační zákresy inženýrských sítí poskytnutých od jejich správců
  - podklad od firmy M-PROJEKCE s.r.o.

### 3.6 Územní podmínky

Mostní objekt se nachází v extravilánu obce Libice nad Cidlinou ve Středočeském kraji. Je lokalizován západně od obce.

Okolní území lze charakterizovat jako nezastavěné.

Terén je rovinatý, most se nachází na násypovém tělese, v okolí se nacházejí pole, přímo pod mostem teče vodní tok Cidlina.

### 3.7 Geotechnické podmínky

Vzhledem k navrženému řešení nového objektu, které nemění způsob založení, nebyly geologické podmínky detailně zjišťovány.

#### Přehled provedených sond

V místě mostu byl proveden následující archivní vrty (dle klíče báze GDO):

- » Chy-14 - Geofond ID 233383

### 3.8 Charakter přemostované překážky a převáděné komunikace

#### 3.8.1 Převáděná komunikace

##### Stávající stav

Převáděná komunikace je navržena v kategorii S11,5/90.

Komunikace v místě v mostu je v přímé, podélný sklon ve směru staničení je cca v 0,5 % a klesá. Vozovka je šířky cca 12,00 m.

##### Nový stav

Převáděná komunikace je navržena ve stejné kategorii.

Komunikace v místě mostu je v přímé, podélný sklon ve směru staničení klesá.

Příčný sklon je střechovitý po celé délce konstantní 2,5 %.

Šířka [m]	
zpevněná krajnice	2,00
vodící proužek	0,25
jízdní pruh	3,50
jízdní pruh	3,50
vodící proužek	0,25
zpevněná krajnice	2,00
Σ	11,5m

### 3.8.2 Přemostované překážky

#### Stávající stav

Vodoteč pod mostem vede v hlubším nezpevněném korytě.

#### Nový stav

Dno vodoteče se v místě mostu případně vyčistí od spadaneho materiálu.

## 4 Technické řešení

### 4.1 Popis stávajícího stavu (převzato z HMP)

#### Spodní stavba – základy mostních podpěr a křídel

Základy jsou nepřístupné, způsob založení nebyl ověřován. Mostní list uvádí u všech podpěr hlubinné založení.

#### Spodní stavba – mostní podpěry, křídla

Opěry i křídla jsou masivní z monolitického železobetonu. Opěry tvoří dřík s úložným prahem, závěrná zeď s přechodovou deskou dl. 6 m. Rovnoběžná křídla, krátká, vetknutá do závěrné zdi a prahu.

Vnitřní podpěry tvoří členěná rámová stojka z monolitického železobetonu, složená z obdélníkového stativa, 4 kruhových sloupů, základového pasu. Sloupy jsou ve vrcholu vetknuty do stativa, v patě do základového pasu.

#### Nosná konstrukce – nosná konstrukce

Jedná se o šikmý most o 3 prostých polích. NK tvoří montovaná komorová ortotropní deska z nosníků I73, v příčném řezu 10 ks, na horní přírubě vyrovnávací (spádová) vrstva. Nad pilíři jsou zřízeny bezdilatační styky polí PVD (vložená deska).

#### Nosná konstrukce – ložiska, klouby

Každý jednotlivý nosník uložen prostě na typová ocelolitínová ložiska. Na P3 jsou v jedné řadě osazena ložiska pevná - stolicová, ve všech ostatních řadách jsou ložiska válcová. Celý most je jediným dilatačním celkem.

#### Nosná konstrukce – mostní závěry

Na OP1 a OP4 je osazen povrchový mostní závěr s jednoduchým těsněním dilatační spáry gumovým profilem. Ústí do odvodňovacího žlabu. V povrchu obou říms je nad pilíři patrná dvojice dilatačních spár těsněná asfaltovou zálivkou.

#### Mostní svršek – vozovka

Živičná vozovka mezi římsami.

#### Mostní svršek – chodníky

Vlevo zřízen obslužný chodník v úrovni vozovky, vpravo pochozí povrch monolitické římsy

#### Mostní svršek – římsy, obrubníky, zálivky

Železobetonové monolitické římsy v úrovni vozovky.

#### Mostní svršek – izolační systém mostovky

Nejspíše celoplošná hydroizolace z NAIP.

#### Mostní svršek – odvodnění mostu

Vozovku odvodňuje příčný spád ke krajnicím, voda přetéká přes římsy do podélných ocelových žlabů, osazených vně. Žlaby vodu odvádí na O4, kde je umístěn svislý svod, skluzy po svahu násypového tělesa do zpevněného příkopu.

#### Vybavení mostu – svodidla/zábradelní svodidla

Na pravé straně mostu osazeno zábradelní svodidlo se svislou výplní.

Na levé osazeno ocelové svodidlo se svodnicí NHKG.

Sloupky jsou zabetonovány do kruhových bloků výšky cca 0,2 m.

#### Vybavení mostu – zábradlí

V levém okraji chodníku trubkové zábradlí se svislou výplní se zabetonovanými sloupky.

#### Vybavení mostu – dopravní značení, označení mostu

Na vozovce standardní vodorovné dopravní značení, na svodidle vodící sloupky.

Před a za mostem tabulka s ev.č. mostu a ve směru na D11 upravena rychlost na mostě na 70 km/h.

### **Vybavení mostu – území pod mostem a přístupové cesty**

V poli 2 v neregulovaném korytě řeka Cidlina, břeh u pilířů zpevněn kamenným záhozem. Otvorem v poli 3 prochází cyklostezka se živičným povrchem. Svahy zemního tělesa před opěrami jsou zpevněny betonovými dlaždicemi.

## **4.2 Popis nového stavu**

### **4.2.1 Přípravné práce**

#### **Odstranění náletových dřevin**

Před započítím stavebních prací dojde k vykácení náletových dřevin a křoví v zájmovém prostoru.

### **4.2.2 Bourací práce**

Během rekonstrukce mostu budou zapotřebí bourací práce. Konkrétně se jedná o demolici mostního vybavení, frézování vozovkového souvrství, demolice říms, vyrovnávací desky, přechodové desky a závěrné zídky. Dále bude zapotřebí snést prefabrikáty a ty pak následně recyklovat mimo půdorys mostu.

### **4.2.3 Zemní práce**

#### **Skrývka ornice**

Před započítím bouracích prací se sejme ornice o tloušťce 150 mm v potřebném rozsahu.

#### **Výkopové práce**

Stavební jámy se provedou jako otevřené se sklonem svahů 1:1, maximálně 2:1. Povrch svahů není nutné během výstavby objektu nijak chránit. Půdorysný rozměr jámy je minimálně o 0,60 m na každou stranu větší než je půdorysný rozměr základu.

Pro provádění výkopových prací platí TKP 4 a příslušné ČSN, na které se TKP odvolávají.

#### **Pažení**

Vzhledem k zachování dopravy na komunikaci je nutné mezi etapami provést pažení zachycující zemní těleso komunikace.

V rámci diplomové práce není podrobněji řešeno.

#### **Výkopový materiál**

Veškerý výkopový materiál ze stavebních jam a tělesa násypu se uskladní v prostoru staveniště. Vzhledem k předpokládanému charakteru zemin z výkopů je možné materiál částečně použít pro pozdější zásypy nebo obsypy. Přebytečný materiál se odveze na řízenou skládku a uloží se dle zásad hospodaření s odpady.

#### **Čerpání vody**

Vzhledem k umístění základové spáry nad úrovní hladiny vodoteče se nepředpokládá s čerpáním vody.

#### **Vnější obsyp**

Vnější zásyp (obsyp) opěr a křídel se provede vhodnou nebo podmíněčně vhodnou zeminou do násypu dle ČSN 73 6133 s hutněním na  $I_d = 0,80$ , resp.  $D=92$  % PS po vrstvách max. tl. 300 mm. Pro zásyp je možné použít výkopový materiál, pokud splňuje požadované parametry dle ČSN 73 6133.

### **4.2.4 Založení**

Do založení mostu není zasahováno, stávající piloty zůstanou zachovány.

### **4.2.5 Spodní stavba**

#### **Opěry O1 a O4**

V rámci diplomové práce se uvažuje zachování spodní stavby. V tomto případě by bylo vhodné spodní stavbu sanovat, tak jak je popsáno v praktické části práce. Na sanovaný úložný práh se zhotoví nové podložiskové bloky. V rámci rekonstrukce je potřeba zhotovit i nové závěrné zídky.

#### **Podpěry P2 a P3**

V rámci diplomové práce se uvažuje zachování spodní stavby. V tomto případě by bylo vhodné spodní stavbu sanovat, tak jak je popsáno v praktické části práce. Na sanovaný úložný práh stativa se zhotoví nové podložiskové bloky.

### **Přechodové oblasti**

Přechodová oblast je provedena s přechodovou deskou dle VL 4 201.01 .

Pro provádění záস্যů v přechodové oblasti je nutné dodržet zásady stanovené v ČSN 73 6244.

#### *Zásyp základu za opěrrou*

Pro záস্য základu za opěrami je použita vhodná nebo podmíněčně vhodná, případně upravená nevhodná zemina, dle ČSN 72 6133. Hutnění je navrženo po vrstvách maximální tloušťky 300 mm na index ulehlosti  $I_D = 0,75-0,80$  nebo na  $PS = 95 \%$ .

#### *Těsnící vrstva*

Těsnící vrstva je navržena z fólie, která je z obou stran ochráněna vrstvou štěrkopísku ŠP o tloušťce 150 mm s frakcí 0/16.

Fólie se přetáhne cca 150 mm nad drenážní trubku, roh se mezi podkladním betonem a rubem zdi opatří fabionem.

#### *Odvodnění rubu opěr*

Odvodnění rubu opěr je navrženo dle VL 4 204.01a pomocí drenážní trubky s DN 150 mm.

Drenážní trubka je obetonována drenážním betonem o rozměrech 300×300 mm umístěném na podkladním betonu šířky 300 mm, sklon trubky je min. 3,0 %.

Vyvedení drenáže je okolo stávajícího křídla do svahového kužele, kde je vyústěn přes betonový bloček do skluzu. Mimo rub opěry je drenáž bez perforace, uložení trubky je navrženo volně do rýhy.

#### *Zásyp za opěrrou*

Pro záস্য za opěrrou se použije velmi vhodná nenamrzavá zemina, dle ČSN 73 6244.

#### *Ochranný obsyp*

Ochranný obsyp se provede ze štěrkorrti Š<sub>DA</sub> o frakci 0/32. Hutnění je navrženo po vrstvách maximální tloušťky 300 mm na index ulehlosti  $I_D = 0,8$ .

#### *Podkladní přechodový klín*

Podkladní přechodový klín se provede ze štěrkorrti Š<sub>DA</sub> o frakci 0/32. Hutnění je navrženo po vrstvách maximální tloušťky 300 mm na index ulehlosti  $I_D = 0,85$ .

#### *Přechodová deska*

Přechodová oblast je navržena s přechodovou deskou dle VL4 302.01. Na závěrnou zídku je uložena přes vrubový kloub tvořený z betonářské výztuže  $\varnothing 25$  mm délky 500 mm.

### **Izolace spodní stavby**

Všechny zasypané plochy betonových konstrukcí, které přijdou do styku se zemní vlhkostí, se izolují 1× nátěrem penetračním (ALP) a 2× nátěrem asfaltovým (ALN). Nátěry se ukončí cca 150 mm pod předpokládaným upraveným okolním terénem. Izolační souvrství se na povrchu ochrání geotextilií v jedné vrstvě o minimální plošné hmotnosti 600 g/m<sup>2</sup>.

### **4.2.6 Nosná konstrukce**

#### **Nosná konstrukce**

##### *Statický systém*

Statický systém mostní konstrukce je koncipován jako spojitý nosník o třech polích.

##### *Popis nosné konstrukce*

Hlavní nosná konstrukce je ocelobetonová spřažená nosná konstrukce, která se skládá z 8 nosníků, na kterých je pomocí spřahovacích trnů uložena mostovka tl. 0,26 m.

Výška nosníků je proměnná, v rozmezí 1,114 – 1,229 m; osová vzdálenost nosníků 2,0 m a ve středu mostu 1,3 m.

Na podporách a v kritických místech je navrženo příčné ztužení.

Deska s nosníky kopíruje příčný a podélný sklon vozovky. V příčném řezu je navrženo střechovitý sklon o velikosti 2,5 % a kopíruje průběh vozovky. Ve vzdálenosti 100 mm od říms je navrženo úžlabí s protispádem o velikosti 6,00 %.

Na okrajích nosné konstrukce jsou provedeny okapničky 30×15 mm dle VL4 306.01.

##### *Montáž nosníků*

Montáž nosníků v 1. a 3. poli bude prováděna jeřábem z předpolí mostu, montáž nosníků ve 2. poli bude prováděna jeřábem z břehu, následně vyvěšené části smontovány.

**!!! Po celou dobu montáže musí být zajištěna stabilita jednotlivých nosníků pomocí nadpodporových ztužidel, zejména je nutné vhodným způsobem zabránit překlopení nosníků !!!**

#### Úprava povrchu

Okraje nosné konstrukce jsou opatřeny ochranným nátěrem typu S2 dle VL4 306.01.

#### Postup betonáže

Betonáž desky je uvažována na části, první se vybetonují krajní pole, poté proběhne betonáž ve středním poli. Tím bude zabráněno nadměrným deformacím od dotvarování a smršťování betonu.

#### Ložiska

Na každé opěře i podpěře je navržena osmice hrncových ložisek.

Jedno ložisko na opěře P3 je pevné; ložiska ve stejné řadě na opěře O1, P2 a O4 jsou příčně posuvná. V důsledku šikmosti jsou všechna ostatní ložiska na opěrách a podpěrách všesměrně posuvná.

Všechna ložiska musí být prokazatelně a jednoduše vyměnitelná, popřípadě opravitelná běžně dostupnými způsoby.

#### Mostní závěry

Na mostě jsou navrženy nové mostní závěry. Na opěrách O1 a O4 je navržen těsněný mostní závěr se sníženou hlučností skládající se z krajových profilů a jediného těsnícího profilu, který nepřenáší pohyblivé zatížení a je vodotěsný. Snížení hlučnosti je dosaženo sinusovým tvarem mostního závěru.

Podpora	Dilatující šířka [mm]
O1	± 35
O4	± 15

### 4.2.7 Mostní svršek

#### Izolační systém

Izolační systém nosné konstrukce je navržen z NAIP. Izolace se přetáhne přes opěry až k základům.

Hydroizolace mostu je navržena z vícevrstvého izolačního systému. Předpokládaná tloušťka izolace je 40 mm a je součástí třívrstvé vozovky, u které nahradí ochrannou vrstvu. Pod římsami je provedena izolace z NAIP s hliníkovou vložkou a ochráněna též izolací z NAIP. Celková tloušťka izolace včetně její ochrany je 10 mm.

#### Vozovka

Na mostní konstrukci je navržena třívrstvá vozovka dle ČSN 73 6242. Skladba vozovky **V1** je uvedena v následující tabulce:

Vrstva	Označení	Vydatnost [kg/m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	Norma
Asfaltový beton mastixový	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
Spojovací postřík – asfaltová emulze	PS-EK	0,50		ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro ložní vrstvy	ACL 16		55	ČSN EN 13108-1
Litý asfalt	MA 16 IV		35	ČSN EN 13108-6
Izolace	NAIP		5	
Σ			135	

Pokládka vozovkového souvrství se provede dle TKP 7, TKP 8 a TKP 21.

#### Spáry

Spáry mezi vozovkou a římsou jsou opatřeny těsnící záhlvkou dle VL4 403.42. Těsnící záhlvkou se opatří i podél betonových obrubníků.

Na styku původní vozovky s vozovkou novou je provedena řezaná spára 20×50 mm vyplněná asfaltovou modifikovanou záhlvkou.

#### Odvodnění izolace

V ose odvodnění je v ochranné vrstvě izolace vytvořen drenážní kanálek šířky 150 mm z drenážního polymerbetonu. V místě mostní vpusti a odvodňovací trubičky je navrženo rozšíření kanálku dle VL4 406.15a.

#### Odvodňovací proužek

V ose odvodnění je navržen odvodňovací proužek šířky 500 mm dle VL 403.41.



Podél obrubníku je povrch krytu v šíři 500 mm opatřen vodonepropustným nátěrem pro lepší transport vody k mostní vpusti.

### **Římsy**

Na obou stranách mostu jsou navrženy monolitické železobetonové nepochozí římsy.

#### *Obruba*

Obruba je navržena ve sklonu 5:1; výška nášlapu činí 150 mm; zkosení hrany obrubníku je 15/15 mm. Horní povrch římsy je na obou římsách ve 4,0 % příčném sklonu dle VL4 401.01a.

#### *Kotvení*

Kotvení římsy je navrženo z kotev ve vývrtu dle VL4 402.02.

#### *Podkladní beton*

U části římsy, která není na křídlech, je navrhnut podkladní beton tloušťky 200 mm.

#### *Spáry*

Dilatační spáry jsou provedeny dle VL4 402.21, smršťovací spáry dle VL4 402.23 v alternativě 1.

#### *Chráničky*

Ve vodorovné části římsy jsou umístěny 2 chráničky  $\varnothing 110/94$  a jedna chránička  $\varnothing 75/61$ . Chráničky jsou použity jako dělené.

Chráničky jsou protáhnuty i pod zádlažbou navazující na římsu s přesahem cca 500 mm před lemující obrubník.

#### *Striáž*

Horní povrch římsy je opatřen příčnou striáží silonovým koštětem. Úprava je navržena vždy 125 mm od kraje římsy.

#### *Povrch*

Obrubníková část společná s horním povrchem se opatří nátěrem typu S4 celkové šířky 350 mm.

## **4.2.8 Mostní vybavení**

### **Odvodňovací zařízení**

Voda z povrchu mostu je přirozenou cestou, podélným a příčným sklonem vozovky, svedena k odvodňovačům.

#### *Mostní odvodňovače*

Odvodňovače jsou navrženy o půdorysných rozměrech 500×500 mm se svodem o DN 150 mm dle VL4 504.02. Odvodňovač též slouží k odvodnění povrchu izolace.

Na mostní konstrukci jsou rozmístěny v úžlabí po 25,00 m vzdálenosti.

Vyústění odvodňovačů je provedeno do svodného potrubí.

#### *Trubičky*

Trubičky s DN 50 mm jsou navrženy v úžlabí mezi mostními vpusti po 5,00 m vzdálenosti; osazení je provedeno dle VL4 406.11.

Trubička je vybavena perforovaným překrytím vtoku z krycího plechu nebo pletiva z korozivzdorné oceli.

Vyústění trubiček je provedeno v prvním poli volně na terén pod mostem a ve druhém a třetím poli do svodného potrubí.

#### *Svodné potrubí*

Svodné potrubí musí vyhovovat požadavkům stanovených v TP 107.

Uchycení trubního odvodnění dle VL4 505.02.

Napojení odvodňovače se provede dle VL4 505.04, napojení trubičky dle VL4 505.05.

### **Silniční záchytný systém**

#### *Mostní zábradlí*

Na římsách mostu je osazeno ocelové zábradlí výšky 1,10 m se svislou výplní. Zábradlí je navrženo z válcovaných ocelových profilů. Kotvení zábradlí je navrženo na patní desku pomocí dodatečně osazených lepených kotev M12. Vzdálenost sloupků zábradlí na mostě je standardně 2,00 m, na římsách nad křídly po 1,50 m.

Nad mostními závěry je navržena dilatace zábradlí dle VL4 601.05 ve variantě pro posun nad  $\pm 35$  mm.

#### Mostní svodidlo

Na římse je navrženo mostní jednostranné svodidlo s úrovní zadrženi H2 o minimální výšce 750 mm dle TP 114. Připevnění k římse je navrženo přes patní desku s kotevními šrouby dle VL4 501.52.

Nad mostními závěry je osazen dilatační kus, svodnice je opatřena modrými směrovými nástavci a odrazkami. První modrý nástavec je osazen cca 30 m před most.

#### Silniční svodidlo

Na mostní svodidlo navazuje před a za mostem silniční jednostranné svodidlo. V navazujícím úseku délky minimálně 12 m musí mít svodidlo úroveň zadrženi H1 dle TP 114. Další pokračující úsek svodidla má úroveň zadrženi N2.

#### Dopravní značení

##### Vodorovné dopravní značení

Vodorovné dopravní značení je obnoveno dle stávajícího stavu.

##### Svislé dopravní značení

Svislé dopravní značení je obnoveno dle stávajícího stavu.

#### Evidenční číslo mostu

Před a za mostem je umístěna značka na samostatném sloupku s evidenčním číslem mostu. Značka je vždy umístěna vpravo ve směru jízdy.

Sloupky se zakotví přes kotvící hliníkovou patku do betonového monolitického či prefabrikovaného základu z betonu C12/15-X0.

#### Cizí zařízení

Při provádění stavebních prací je třeba dodržet potřebná ochranná pásma dle technických norem, geodetického zaměření polohopisu a výškopisu mostu a zájmového území a dle zajištěných vyjádření správců síti se v místě mostu nachází následující cizí zařízení a inženýrské sítě:

##### Sdělovací kabel – CETIN a.s.

Dálkový kabel a dálkový optický kabel podél O4.

##### Kabel NN – ČEZ Distribuce, a.s.

Kabel NN podél O4.

#### 4.2.9 Přidružené části mostu

##### Vozovka mimo mostní konstrukci

Na obou předmostích na vozovku na mostě navazuje nová konstrukce vozovky.

Konstrukce vozovky **V2** na předpolích je navržena v této skladbě s označením **DO-N-1-I-PIII** dle TP 170:

Vrstva	Označení	Vydatnost [kg/m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	E <sub>def,2</sub> [MPa]	Norma
Asfaltový koberec mastixový mod.	SMA 11 S		40		ČSN EN 13108-5
Spojovací postřik – asfaltová emulze mod.	PS-EK	0,30			ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro ložné vrstvy mod.	ACL 22 S		80		ČSN EN 13108-1
Spojovací postřik – asfaltová emulze mod.	PS-EK	0,30			ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro podkladní vrstvy mod.	ACP		110		ČSN EN 13108-1
Infiltrační postřik – asfaltová emulze	PIA	1,00			ČSN 73 6129
Mechanicky zpevněné kamenivo	MZK		200	↓90	ČSN EN 13285
Štěrkodrt	ŠD <sub>A</sub>		150	↓45	ČSN EN 13285
Σ			680		

##### Spáry

Na styku původní vozovky s vozovkou novou je provedena řezaná spára 20×50 mm vyplněná asfaltovou modifikovanou zálivkou.

##### Horská vpust

Pod vyústěním skluzu je nově navrhnut zpevněný příkop u cyklostezky příčně převádějící vodu z odvodňovačů do horské vpusti hloubky 0,50 m s půdorysnými rozměry 1,10×1,60 m. Ohraničení je provedeno obložení z kamene 2,25×1,60 m.

Odtud je pomocí PVC trubky DN 150 voda převedena do vodoteče.

### **Vývařiště**

Vývařiště se provede dle VL 504.82.

### **Svahové skluzy**

U opěry O4 jsou na obou stranách navrženy svahové skluzy šířky 600 mm zaústěné do nového zpevněného příkopu u cyklostezky.

Též u opěry O1 je navržen skluz šířky 600 m zaústěný do betonového vývařiště umístěného u paty svahového kužele. Skluz se provede z lomového kamene do betonového lože a olemuje s z obou stran silničními obrubníky šířky 100 mm. Ve skluzu jsou navrženy retardéry tvořené vyčnívajícými kameny.

### **Služební schodiště**

U opěr je na pravé straně ve směru jízdy navrženo služební schodiště šířky 750 mm z betonových prefabrikátů a olemováno silničními obrubníky o šířce 100 mm. Schodiště je provedeno dle VL4 206.21.

### **Příkopy**

Všechny příkopy do vzdálenosti 20 m od mostu budou pročištěny.

### **Silniční obrubník**

U hrany vozovky přilehlé komunikace se vybuduje silniční obrubník šířky 150 mm.

Obrubník se uloží do betonového lože a z boku se dobetonuje do cca 1/2 výšky obrubníku.

## **4.2.10 Terénní úpravy**

### **Zádlážba**

Na koncích mostu je navržena zádlážba z lomového kamene tloušťky 200 mm do betonového lože o tloušťce 100 mm dle VL4 206.23 s variantou se skluzem.

Spáry se vyplní cementovou maltou.

Ke straně přilehlé ke komunikaci je navrhnut silniční obrubník šířky 150 mm; okraj zbývajících stran je tvořen obrubníkem šířky 100 mm. Obrubník se uloží do betonového lože.

### **Opevnění terénu**

Podél křídel a opěr se vytvoří opevnění z lomového kamene a obrubníku šířky 100 mm dle VL4 206.02. Opevnění se provede do vzdálenosti 500 mm od líce křídla. Použije se lomový kámen o tloušťce cca 200 mm v betonovém loži o tloušťce 200 mm.

### **Úprava koryta**

Během výstavby mostu nebudou prováděny zásahy do koryta vodoteče.

### **Terén pod mostem**

V poli 1 se terén zarovná do sklonu cca 3,0 % a k základu u OP2 se přidá betonová žlabovka.

Terén pod mostem se opevní zádlážbou z lomového kamene tloušťky 200 mm do betonového lože o tloušťce 100 mm dle VL4 206.02.

### **Okolní terén**

Okolní terén dotčený stavbou je uveden do původního stavu.

#### *Ohumusování, zatravnění*

Terén je ohumusován v tloušťce 150 mm a zatravněn hydroosevem.

## 4.3 Řešení ochrany proti vnějším vlivům

### 4.3.1 Protikorozní ochrana

Povrchová úprava jednotlivých kovových konstrukcí je určena dle TKP 19B v následující tabulce

Konstrukce	Požadavek na minimální životnost [roky]		Stupeň korozní agresivity podle ČSN EN ISO 9223	Plán údržby (čištění a mytí OK) [roky]	Ochranný povlak (podle <b>Tabulky III</b> )		
	konstrukce/dílce	Ochranného povlaku ČSN EN 12944-2			Závazně stanovené OPS		
					doporučený	varianta 1	varianta 2
Hlavní nosné části: hlavní nosný systém, mostovka	100	systém VV	C4 (lokálně C5 viz čl. 19.B.1.5)	5	<b>I A+I speciál</b>	<b>I C+I speciál</b>	<b>I PS+I speciál</b>
		VV			<b>I B+I speciál</b>	<b>I C+I speciál</b>	<b>I PS+I speciál</b>
		spřahovací trny <b>I D</b>					
Mostní závěr	30	V	C4 (lokálně C5 viz čl. 19.B.1.5)	1 a podle pokynů výrobce	<b>I A</b>	<b>I B, PS</b>	<b>III A</b>
					části konstrukcí podle TP 86		
Mostní ložiska	30-50	VV	C4 (lokálně C5 viz čl. 19.B.1.5)	2	<b>I A+I speciál</b>	<b>I PS+I speciál</b>	-
Odvodňovací zařízení	30	V	C4	0	<b>III E</b>	Korozivzdorné oceli nebo speciální systémy výrobce s požadovanou životností	
Silniční zachytný systém na mostech (odstr.)	30	V	C4 (lokálně C5 viz čl. 19.B.1.5)	1 po zimě	<b>III A</b> , (svodnice, distanční díl – <b>III E</b> )	<b>IA, I B, I C</b>	<b>PS</b>
Silniční zachytné systémy v trase komunikace, včetně spojů a kotvení	20	V	C4, v zimním období ponořeno do solných roztoků. Podmínka údržby pro uvedenou tloušťku: po zimním období omytí vodou	1	<b>III E</b> prům. tloušťka 85 μm (minimální místní 70μm)	Životnost systému je zaručena min. 20 let pouze v případě korozních úbytků 4μm/rok.	

### 4.3.2 Ochrana proti bludným proudům

Území je zařazeno do základního ochranného opatření č.3, pro které je definována primární, sekundární ochrana a konstrukční opatření bez svaření výztuže a bez jejího vyvedení pro měření vlivu bludných proudů. Ochrana se provede dle TP 124.

## 4.4 Požadované podmínky a měření sedání a průhybu

Kontrolní měření průhybů a sedání nosné konstrukce mostu se předpokládá pouze v průběhu vlastní výstavby. Po úplném dokončení mostu se provede jedno kontrolní měření. Dlouhodobé sledování nosné konstrukce se nepředpokládá.

## 4.5 Požadované zatěžovací zkoušky

Zatěžovací zkouška není součástí diplomové práce, a proto ani nejsou řešeny podklady pro zatěžovací zkoušku.

## 4.6 Plán údržby

Pokyny pro údržbu mostních závěrů dle výrobce.

Pokyny pro údržbu mostních ložisek dle výrobce, doporučeno min. každé 2 roky zkontrolovat vizuální stav, znečištění, kompletnost ložiska a zda ložisko pracuje v režimu určeném projektantem.

U odvodňovačů je stanovena běžná údržba 1x ročně. Během údržby se provede vyčištění štěrbin odvodňovače, vyčištění nátoky a okolí odvodňovače, propláchnutí odvodňovače, kontrola těsnosti a spojů potrubí, kontrola kotvení podélných a svislých svodů.

Údržba mostního zábradlí je stanovena dle TP 186.

Údržba mostního svodidla zahrnuje zejména práce pro zachování životnosti PKO, pravidelné čištění svodidla tlakovou vodou (min. 1x ročně, hlavně v oblasti patní desky sloupku svodidla, zejména po skončení zimního období od posypových prostředků). Minimálně 1x ročně provést kontrolu celého systému, prohlédnout a zkontrolovat všechny šroubové spoje a ostatní díly, které mají vliv na správnou funkci svodidla, zejména spoj svodnic, distančních dílů, madel a kotevních prvků.

Další údržbové práce zahrnují vysprávkou krytu vozovky, obnovu těsnění spár, resp. výměnu krytu vozovky, obnovu VDZ a SDZ, nátěry ocelových částí mostního vybavení, obnova nátěrů a povlaků betonových konstrukcí, které je potřeba kontrolovat 1x ročně a při zjištění závad provést jejich obnovu.

## 4.7 Doporučení pro další stupeň PD

Nejsou stanovena žádná doporučení pro další stupeň PD.

## 5 Materiály pro stavbu

V této kapitole jsou uvedeny materiály, které jsou v době psaní této diplomové práce známy.

### 5.1.1 Konstrukční ocel

Konstrukce	Označení oceli dle ČSN EN 10027-1 a ČSN EN 10027-2
Odvodňovací trubička	1.4404
Ocelový nosník	S355 NL
Zábradlí	S235 JR

### 5.1.2 Betonářská ocel

Konstrukce	Označení oceli dle ČSN EN 10027-1
Betonářská ocel	B500B

Požadavky na betonářskou výztuž stanovuje TKP 18.

#### Krytí

Minimální krytí betonářské výztuže betonem činí na všech plochách 40 mm, pokud není ve výkrese uvedeno jinak. Nominální krytí výztuže je ve všech případech o 10 mm větší, tedy 50 mm.

#### Zajištění polohy výztuže

##### Horní výztuž

Pro spřaženou desku je poloha horní výztuže zabezpečena spřahovacími trny z ocelových nosníků.

## 5.2 Beton

### Třídy betonů

Konstrukce	Třída betonu dle ČSN EN 206+A1 a ČSN P 73 2404
Drenážní beton	MCB-8
Patní prahy, obrubníky	C30/37 - XF4
Podkladní beton	C8/10-X0
Podkladní beton dlažby/skluzu	C25/30n - XF3
Podložiskový blok	C30/37 - XD1, XF2
Přechodová deska	C25/30 - XF2
Římsa	C30/37 - XD3, XF4
Silniční obrubník	C30/37 - XF4
Spřažená deska	C30/37 - XD1, XF2
Úložný práh	C30/37 - XD3, XF2
Vývařiště	C30/37 - XF4
Závěrná zídka	C30/37 - XD3, XF4

Požadavky na beton pro konstrukce stanovuje TKP 18.

### Úprava povrchu

Na všech površích betonových konstrukci, které přijdou do kontaktu se vzduchem, je navržena impregnace typu S2.

### Smršťovací spára

Smršťovací spára je navržena dle VL 208.04.

### Ošetřování a ochrana

Ošetřování a ochrana betonu se provede dle ČSN EN 13670 a TP 231.

Minimální doba ošetřování je 5 dní (u prostředí XF3 a XF4 7 dní). Betonové povrchy se musí chránit před nepříznivými vlivy počasí (silný déšť, přímí sluneční svit, promrzání).

Běžné ošetřování a ochranu betonových konstrukcí lze provádět následujícími způsoby:

- » ponecháním konstrukce v bednění,
- » navlhčením povrchu a ochrana vlhkého povrchu proti vysychání (např. vlhčenými textiliemi a rohožemi).

## 5.3 Hydroizolace

### Asfaltový lak penetrační ALP

Pro penetraci podkladu pro izolaci spodní stavby se použije běžný výrobek určený pro tuto funkci.

### Asfaltový lak nátěrový ALN

Pro hydroizolační nátěr spodní stavby se použije běžný výrobek určený pro tuto funkci.

### Těsnící folie

Jako těsnící folie je navržena geomembrána s minimální tloušťkou 1 mm, s pevností minimálně 20 kN/m a s minimálním protažením 20 % v obou směrech.

### Izolace

Jako hydroizolace nosné konstrukce je navržen natavovací asfaltový izolační pás určený pro izolaci mostní konstrukce.

### Geotextílie

Ochranná geotextílie na rubu spodní stavby je navržena jako netkaná polyesterová s minimální gramáží 600 g/m<sup>2</sup> a tažností min. 70 %.

## 5.4 Materiály pro zásypy a obsypy

Materiály pro zásypy a obsypy jsou uvedeny v kapitole pro zemní práce a v kapitole pro spodní stavbu v části pro přechodovou oblast.

## 5.5 Betonové výrobky

### Silniční obrubník

Silniční betonový obrubníky šířky 150 mm musí být vyrobeny z minimální třídy betonu C30/37 XF4.

### **Chodníkový obrubník**

Silniční betonový obrubníky šířky 100 mm musí být vyrobeny z minimální třídy betonu C30/37 XF4.

## **5.6 Kamenivo**

### **Výplň horské vpusti**

Jako výplň horské vpusti je navrženo kamenivo frakce 32/63 bez dalších požadavků.

## **5.7 Malty**

### **Spárování**

Spárování opevnění z lomového kamene je z cementové malty M 25 dle ČSN EN 998-2 odolávající stupni vlivu prostředí XF4.

## **5.8 Tmely a výplně**

### **Trvale pružný tmel**

Pro tmelení je navrhnout tmel konstrukčního typu F-25-HM-M11p dle ČSN ISO 11600.

## **5.9 Vozovka a výplňové materiály včetně zálivek**

Jednotlivé skladby vozovky jsou uvedeny v kapitole Mostní svršek a Přidružené části mostu.

Základní kvalitativní požadavky na materiály vozovek a materiály těsnících zálivek jsou stanoveny v ČSN 73 6242.

## **5.10 Potrubí**

### **Drenážní trubky**

Drenážní potrubí za rubem konstrukce je navrženo z korugovaných PVC trubek o kruhové tuhosti SN 8.

### **Chráničky v římsě**

Chráničky v římsách jsou z HDPE korugovaných trubek s kruhovou tuhostí SN 8.

### **Svodné potrubí**

Vodorovné a svislé svodné potrubí jsou navrženy z ovíjeného sklolaminátu.

## **5.11 Výrobky**

### **Odvodňovací trubička**

Materiál odvodňovací trubičky je navržen z nerezové oceli 1.4404 případně 1.4571.

# **6 Výstavba**

## **6.1 Postup a technologie stavby**

V této kapitole je uveden pouze hrubý postup výstavby:

Etapa I:

- » dopravně inženýrské opatření,
- » demolice svodidla, zábradlí a zábradelního svodidla,
- » vyfrézování vozovky,
- » demolice vyrovnávací desky
- » přemístění nosné konstrukce za pomoci autojeřábu,
- » recyklace prefabrikovaných nosníků mimo půdorys mostu,
- » demolice přechodových desek,
- » zemní práce,
- » zhotovení nové přechodové oblasti,
- » osazení nové nosné konstrukce za pomoci autojeřábu,
- » zmonolitnění spřahující deskou,
- » zhotovení římsy,
- » položení vozovkového souvrství,
- » osazení vybavení,
- » nový stav

## 6.2 Specifické požadavky pro předpokládanou technologii stavby

### Demoliční práce

Všechny práce budou prováděny dle odsouhlaseného technologického postupu. Práce musí být prováděny v souladu s relevantní legislativou týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, požární ochrany a ochrany životního prostředí.

### Zemní a výkopové práce

Pro provádění zemních a výkopových prací platí TKP 4 a příslušné ČSN, na které se TKP odvolávají.

### Zvedání těžkých břemen

Pro instalace nosníků je třeba využít autojeřábu. Předpokládaná hmotnost břemene je 8 t, vyložení cca 25,00 m.

## 6.3 Související objekty stavby

S tímto objektem nesouvisí žádné další stavební objekty:

## 6.4 Vztah k území

### Inženýrské sítě

Všechny uvedené podzemní inženýrské sítě v obvodu stavby je před započítáním stavby třeba vytýčit. Dále je nutné na výskyt inženýrských sítí upozornit dostatečně viditelnými výstražnými značkami a popřípadě i vyznačit jejich ochranné pásmo.

Případné zemní práce v blízkosti vedení musí probíhat s co největší opatrností, aby nedošlo k jeho porušení.

#### *Na mostní konstrukci*

Přímo na mostní konstrukci nejsou vedeny žádné inženýrské sítě.

#### *V blízkém okolí mostní konstrukce*

V blízkém okolí mostní konstrukce jsou vedeny inženýrské sítě následujících vlastníků:

Druh sítě	Vlastnosti	SO	Vedení	Ochranné pásmo sítě	Správce
elektrické vedení	nízké napětí		podzemní	do 110 kV - 1,00 m od krajního vodiče	ČEZ Distribuce, a.s
sdělovací vedení	metalický kabel		podzemní	1,50 m od krajního kabelu	CETIN a.s.
sdělovací vedení	optický kabel		podzemní	1,50 m od krajního kabelu	CETIN a.s.

### Ochranná pásma

Objekt zasahuje do následujících ochranných pásem:

Ochranné pásmo	Dotčený orgán	Poznámka
silnice I. třídy	Ředitelství silnic a dálnic ČR	50 m od osy vozovky nebo přilehlého jízdního pásu silnice

### Chráněné území

Objekt zasahuje do následujících chráněných území:

#### *Evropsky významná lokalita*

SiteCode: CZ0214009  
Název: Libické luhy  
Kód ÚSOP: 2560

#### *Maloplošné ZCHÚ*

Kód: 902  
Kategorie ochrany: NPR  
Název: Libický luh



## 6.5 Omezení provozu

Rekonstrukce objektu proběhne po etapách při zachování provozu na komunikaci.

# 7 Přehled provedených výpočtů a konstatování rozhodujících dimenzí a průřezů

## 7.1 Vytyčovací údaje

Objekt je vytyčen v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv.

## 7.2 Prostorové uspořádání a geometrie mostu

Prostorové uspořádání a geometrie mostu je navržena dle ČSN 73 6201.

## 7.3 Statický výpočet

Pro návrh mostní konstrukce je proveden statický výpočet, který je součástí diplomové práce. Posouzení je provedeno dle mezních stavů dle Eurokódu.

## 7.4 Hydrotechnický výpočet

### Posouzení průtoku vodního toku

Hydrotechnický výpočet nebyl proveden, od správce vodního byla získána nadmožská výška průtoku  $Q_{100}$ , která je vyznačena ve výkrese. Most nelze navrhnout tak, aby splňoval požadavky danou normou ČSN 73 6201 na minimální volnou výšku. Jedná se však o rekonstrukci a mostní otvor je zvětšen jak do šířky, tak i do výšky.

### Výpočet odvodnění povrchu mostu

Výpočet odvodnění mostu není součástí diplomové práce.

V Liberci 07/2021

Robin Kurel

## Použité předpisy

### **Česká státní norma:**

ČSN 72 1002	Klasifikace zemin pro dopravní stavby
ČSN 72 1860	Kámen pro zdivo a stavební účely. Společná ustanovení
ČSN 73 6133	Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 6200	Mosty – Terminologie a třídění
ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů
ČSN 73 6209	Zatěžovací zkoušky mostů
ČSN 73 6220	Evidence mostních objektů pozemních komunikací
ČSN 73 6221	Prohlídky mostů pozemních komunikací
ČSN 73 6242	Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
ČSN 73 6244	Přechody mostů pozemních komunikací

### **Normy:**

ČSN EN 206+A1	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN P 73 2404	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace
ČSN EN 998-2	Specifikace malt pro zdivo – Část 2: Malty pro zdění
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 13164	Tepelně izolační výrobky pro stavebnictví – Průmyslově vyráběné výrobky z extrudovaného polystyrenu (XPS) – Specifikace
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 14188-1	Spárové vložky a zálivky – Část 1: Specifikace pro zálivky za horka
ČSN EN ISO 11600	Stavební konstrukce – Těsnící hmoty – Klasifikace a požadavky pro tmely

### **Technické podmínky:**

TP 107	Odvodnění mostů pozemních komunikací, 12/2008
TP 114	Svodidla na pozemních komunikacích, 6/2015
TP 124	Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací, 12/2008
TP 170	Navrhování vozovek pozemních komunikací, 11/2004
TP 186	Zábradlí na pozemních komunikacích, 4/2007
TP 203	Ocelová svodidla (svodnicového typu), 7/2015
TP 231	Ošetřování betonu, 2/2011

### **Technické kvalitativní podmínky:**

TKP 4	Zemní práce, 8/2017
TKP 7	Hutněné asfaltové vrstvy, 4/2008
TKP 8	Litý asfalt, 4/2008
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty, 1/2016
TKP 19A	Ocelové mosty a konstrukce, 4-2015
TKP 19B	Protikorozní ochrana ocelových mostů a konstrukcí, 6/2018
TKP 21	Izolace proti vodě, 1/2010

### **Vzorové listy:**

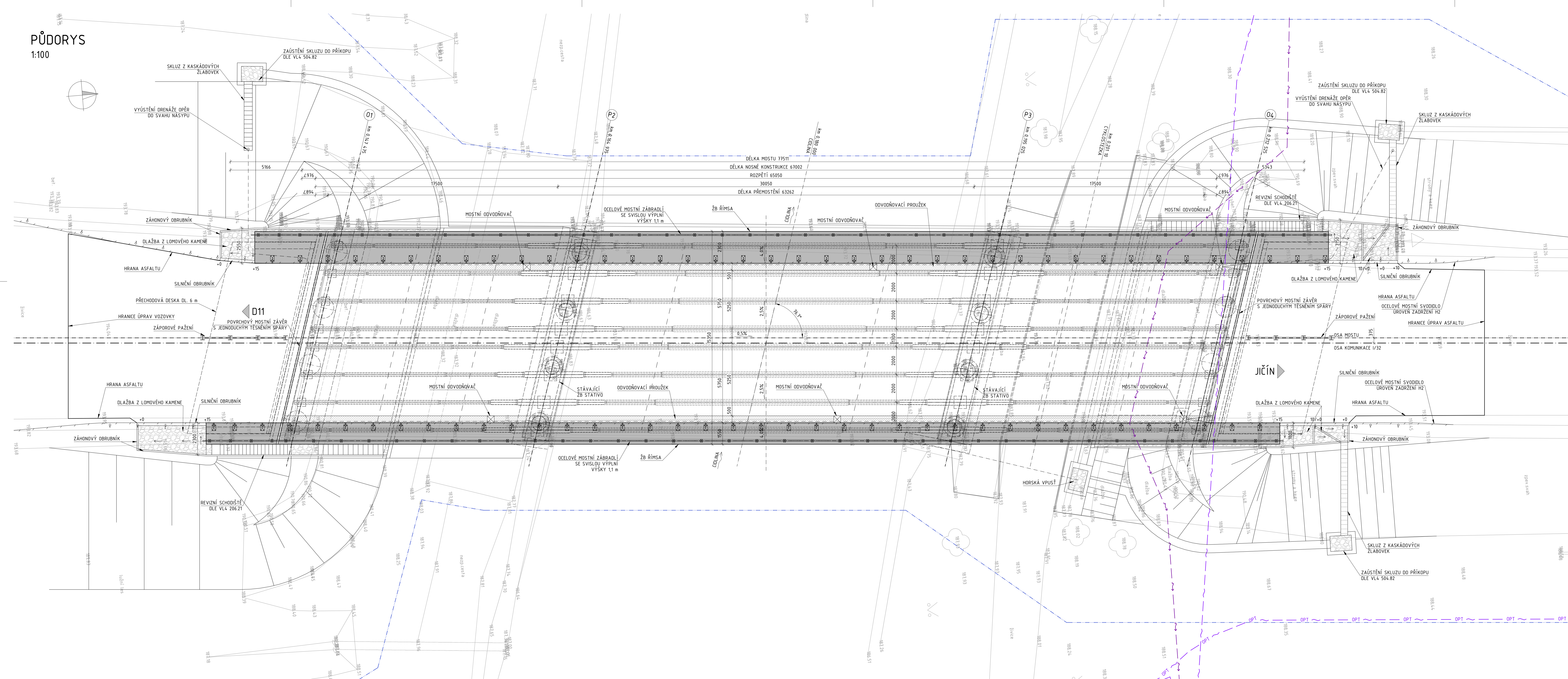
VL 4	Mosty, 01/2021
------	----------------

### **Webové stránky:**

Mapy CHKO	<a href="http://webgis.nature.cz/mapomat/">http://webgis.nature.cz/mapomat/</a>
Archeologický vrt	<a href="https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/">https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/</a>

# PŮDORYS

1:100



## SKLADBA VOZOVKY - V1

VRSTVA	OZNAČENÍ	VYDATNOST [kg/m <sup>2</sup> ]	TLOUŠŤKA [mm]	NORMA
ASFALTOVÝ BETON MASTIXOVÝ	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
ASFALOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY	PS-EK	0,50		ČSN 73 6129
ASFALOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY	ACL 16		55	ČSN EN 13108-1
LITÝ ASFALT	MA 16 IV		5	ČSN EN 13108-6
IZOLACE NAIP				
			Σ 135	

## SKLADBA VOZOVKY - V2

VRSTVA	OZNAČENÍ	VYDATNOST [kg/m <sup>2</sup> ]	TLOUŠŤKA [mm]	NORMA
ASFALTOVÝ KOBECER MASTIXOVÝ MODIF.	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
SPOJ. POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE MOD.	PS-EK	0,30		ČSN 73 6129
ASFALOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY MOD.	ACL 22 S		80	ČSN EN 13108-1
SPOJ. POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE MOD.	PS-EK	0,30		ČSN 73 6129
ASF. BETON PRO PODKLADNÍ VRSTVY MOD.	ACP		110	ČSN EN 13108-1
INFILTR. POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE MOD.	PIA	1,00		ČSN 73 6129
MECHANICKY ZPEVNĚNÉ KAMENIVO	MZK		200	ČSN EN 13285
ŠTERKODŘ	SD <sub>1</sub>		250	ČSN EN 13285
			Σ 680	

## SPECIFIKACE OCELI

KONSTRUKCE	OZNAČENÍ OCELI
NOSNÁ KONSTRUKCE	S355 J2-N
ZÁBRADLÍ	S235 J2G3
ZÁPORA	S235

## SPECIFIKACE BETONU

KONSTRUKCE	TŘÍDA BETONU
DRENÁŽNÍ BETON	MCB-8
KŘÍDLO	C30/37-XD3, XF4
PATNÍ PRAHY, OBRUBNÍKY	C30/37-XF4
PODKLADNÍ BETON	C 8/10-X0
PODKLADNÍ BETON DLAŽBY/SKLUZU	C 25/30n-XF3
PODLOŽKOVÝ BLOK	C30/37-XD1, XF2
PŘECHODOVÁ DESKA	C25/30-XF2
RÍMSA	C30/37-XD3, XF4
SPRÁŽENÁ DESKA	C30/37-XD1, XF2
LOŽNÝ PRAH	C30/37-XD3, XF4
ZÁVĚRNÁ ŽIDKA	C30/37-XD3, XF4

## POZNÁMKY

- ROZMĚRY SKRYTÝCH KONSTRUKCÍ JSOU PŘEDPOKLÁDANÉ A NEMUSÍ SOUHLASIT SE SKUTEČNOSTÍ
- ZAKRESLENÍ STÁVAJÍCÍCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ JE POUZE INFORMATIVNÍ DLE PODKLADŮ POSKYTNUTÝCH JEDNOTLIVÝMI SPRÁVCI SÍTÍ, PŘED ZAČETÍM STAVEBNÍCH PRACÍ JE NUTNÉ PROVĚST JEDNOTLIVÝMI SPRÁVCI PŘESNÉ VYTÝČENÍ

## LEGENDA

- OBVOD STAVBY
- IGP, VRT, ŠACHTA, PENETRACE
- STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ:
- OPTICKÝ KABEL
- METALICKÝ KABEL
- NÍZKÉ NAPĚTÍ

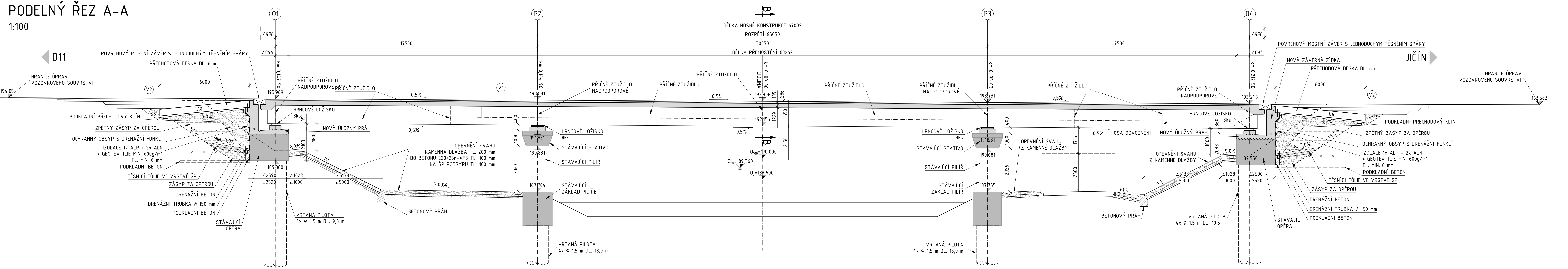
Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

	TEMA:	NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU			
	STAVEBNÍ OBJEKT:	SO 201 - MOST EV.Č. 32-001			
	PŘÍLOHA:	PŮDORYS			
<b>D</b>	VYPRACOVAL:	Bc. Robin Kurel			PARE:
	ZODP. PROJEKTANT:	Bc. Robin Kurel			
	KONTROLA:	Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.			
	MĚŘITKO:	KÓD PŘEDMĚTU:	STUPEŇ:	DATUM:	PŘÍLOHA:
	1:100	KDS/PDPCK	DSP	7/2021	2

# PODELNÝ ŘEZ A-A

1:100



## SPECIFIKACE OCELI

KONSTRUKCE	OZNAČENÍ OCELI
NOSNÁ KONSTRUKCE	S355 NL
ZÁBRADLÍ	S235 J2G3
ZÁPORA	S235

## SPECIFIKACE BETONU

KONSTRUKCE	TŘÍDA BETONU
DRENÁŽNÍ BETON	MCB-8
KŘÍDLO	C30/37-XD3, XF4
PATNÍ PRAHY, OBRUBNÍKY	C30/37-XF4
PODKLADNÍ BETON	C 8/10-X0
PODKLADNÍ BETON DLAŽBY/SKLUZU	C 25/30n-XF3
PODLOŽISKOVÝ BLOK	C30/37-XD1, XF2
PŘECHODOVÁ DESKA	C25/30-XF2
ŘÍMSA	C30/37-XD3, XF4
SPŘÁŽENÁ DESKA	C30/37-XD1, XF2
ÚLOŽNÝ PRÁH	C30/37-XD3, XF4
ZÁVĚRNÁ ŽÍDKA	C30/37-XD3, XF4

## SKLADBA VOZOVKY - V1

VRSTVA	OZNAČENÍ	VYDATNOST [kg/m <sup>2</sup> ]	TLOUŠTKA [mm]	NORMA
ASFALTOVÝ BETON MASTIXOVÝ	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
SPOJOVACÍ POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE	PS-EK	0,50		ČSN 73 6129
ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY	ACL 16		55	ČSN EN 13108-1
LITÝ ASFALT	MA 16 IV		35	ČSN EN 13108-6
IZOLACE NAIP			5	
		Σ	135	

## SKLADBA VOZOVKY - V2

VRSTVA	OZNAČENÍ	VYDATNOST [kg/m <sup>2</sup> ]	TLOUŠTKA [mm]	NORMA
ASFALTOVÝ KOBEREK MASTIXOVÝ MODIF.	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
SPOJ. POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE MOD.	PS-EK	0,30		ČSN 73 6129
ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY MOD.	ACL 22 S		80	ČSN EN 13108-1
SPOJ. POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE MOD.	PS-EK	0,30		ČSN 73 6129
ASF. BETON PRO PODKLADNÍ VRSTVY MOD.	ACP		110	ČSN EN 13108-1
INFILTR. POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE MOD.	PIA	1,00		ČSN 73 6129
MECHANICKY ZPEVNĚNÉ KAMENIVO	MZK		200	ČSN EN 13285
ŠTĚRKODRŤ	ŠD <sub>A</sub>		250	ČSN EN 13285
		Σ	680	

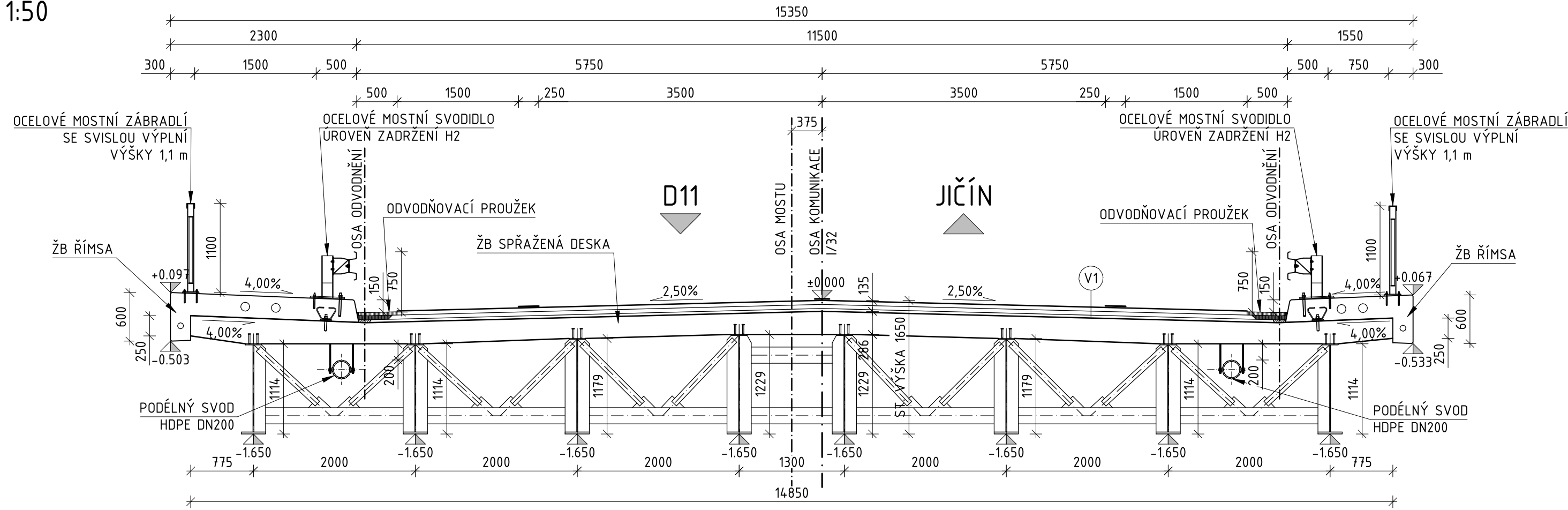
Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

	TÉMA: <b>NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU</b>
	STAVEBNÍ OBJEKT: SO 201 - MOST EV.Č. 32-001
PŘÍLOHA: <b>PODELNÝ ŘEZ</b>	
ČÁST: <b>D</b>	VYPRACOVAL: Bc. Robin Kurel
	ZODP. PROJEKTANT: Bc. Robin Kurel
	KONTROLA: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.
	MĚŘITKO: 1:100 KÓD PŘEDMĚTU: KDS/PDPCK STUPEŇ: DSP DATUM: 7/2021 PŘÍLOHA: 3
	PARÉ:

# VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

1:50



## SPECIFIKACE OCELI

DLE ČSN 10027-1 A ČSN EN 10027-2

KONSTRUKCE	OZNAČENÍ OCELI
NOSNÁ KONSTRUKCE	S355 J2+N
ZÁBRADLÍ	S235 J2G3

## SPECIFIKACE BETONU

DLE ČSN EN 206+A1 A ČSN P 73 2404


KONSTRUKCE	TŘÍDA BETONU
ŘÍMSA	C30/37-XD3, XF4
SPŘAŽENÁ DESKA	C30/37-XD1, XF2

## SKLADBA VOZOVKY - V1

VRSTVA	OZNAČENÍ	VYDATNOST [kg/m <sup>2</sup> ]	TLOUŠŤKA [mm]	NORMA
ASFALTOVÝ BETON MASTIXOVÝ	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
SPOJOVACÍ POSTŘÍK - ASFALTOVÁ EMULZE	PS-EK	0,50		ČSN 73 6129
ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY	ACL 16		55	ČSN EN 13108-1
LITÝ ASFALT	MA 16 IV		35	ČSN EN 13108-6
IZOLACE NAIP			5	
			Σ 135	

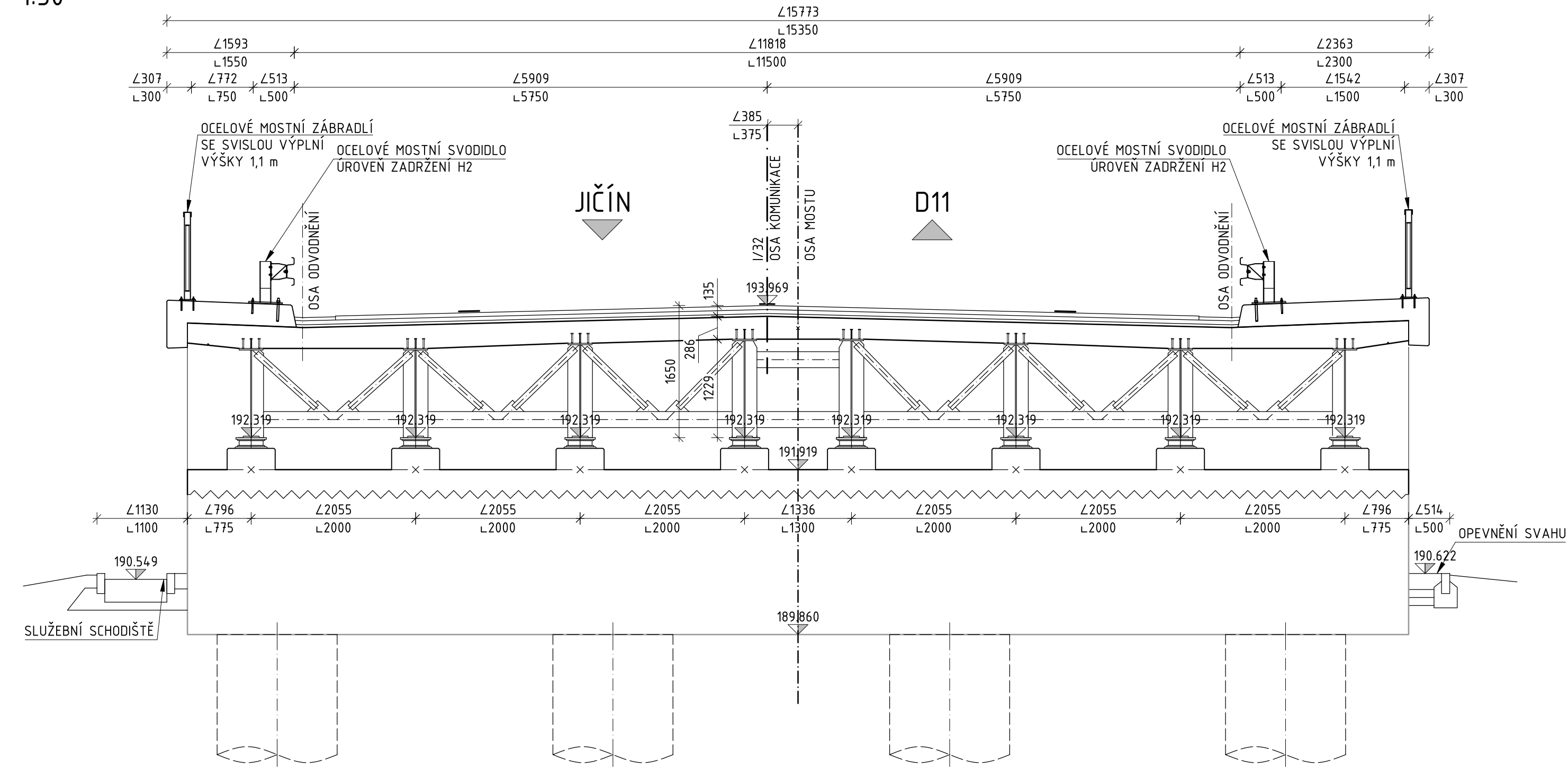
Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

	TÉMA:	NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU			
	STAVEBNÍ OBJEKT:	SO 201 - MOST EV.Č. 32-001			
	PŘÍLOHA:	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ			
<b>D</b>	ČÁST:				PARÉ:
	VYPRACOVAL:	Bc. Robin Kurel			
	ZODP. PROJEKTANT:	Bc. Robin Kurel			
	KONTROLA:	Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.			
	MĚŘÍTKO:	KÓD PŘEDMĚTU:	STUPEŇ:	DATUM:	PŘÍLOHA:
1:50	KDS/PDPCK	DSP	7/2021	4	

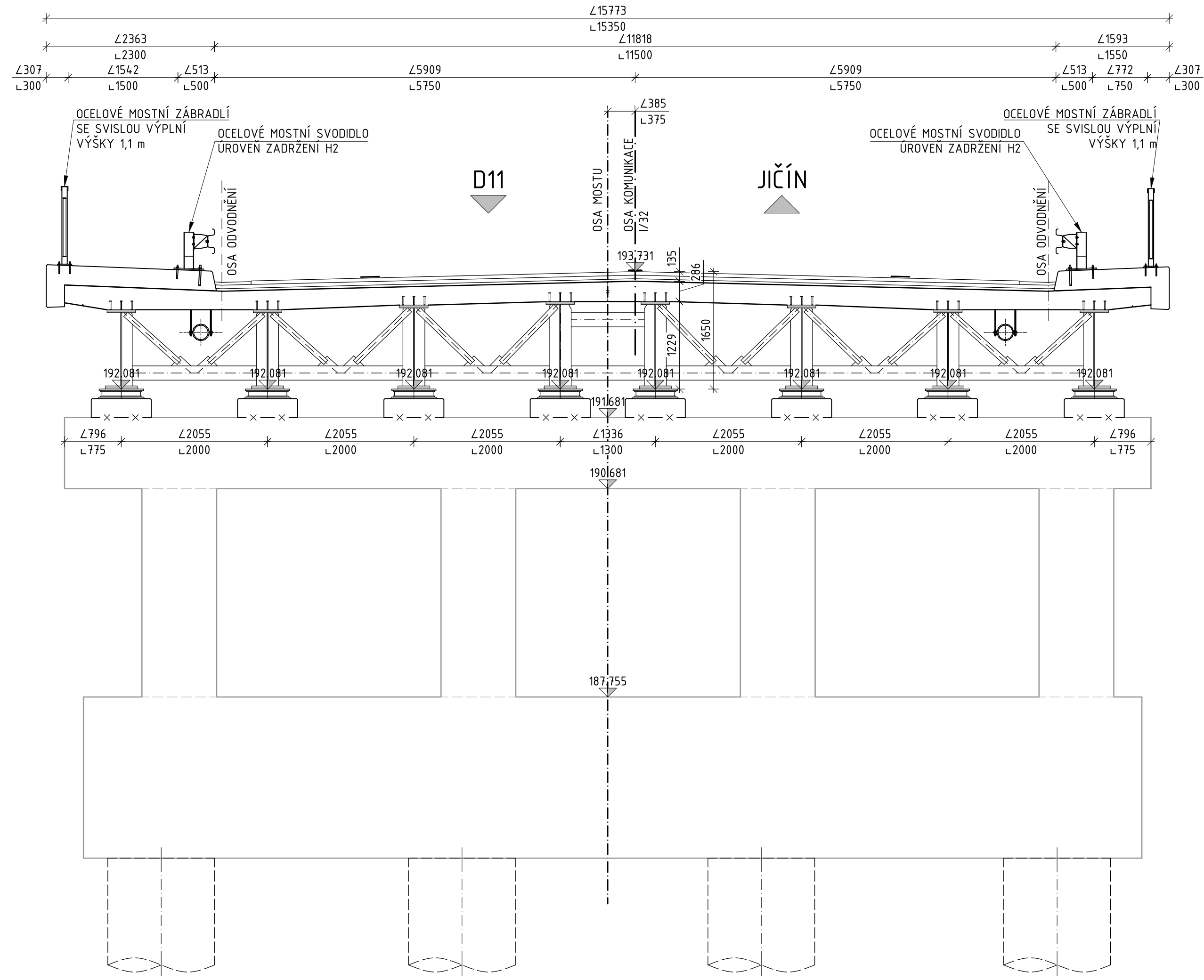
# PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE ULOŽENÍ 01

1:50



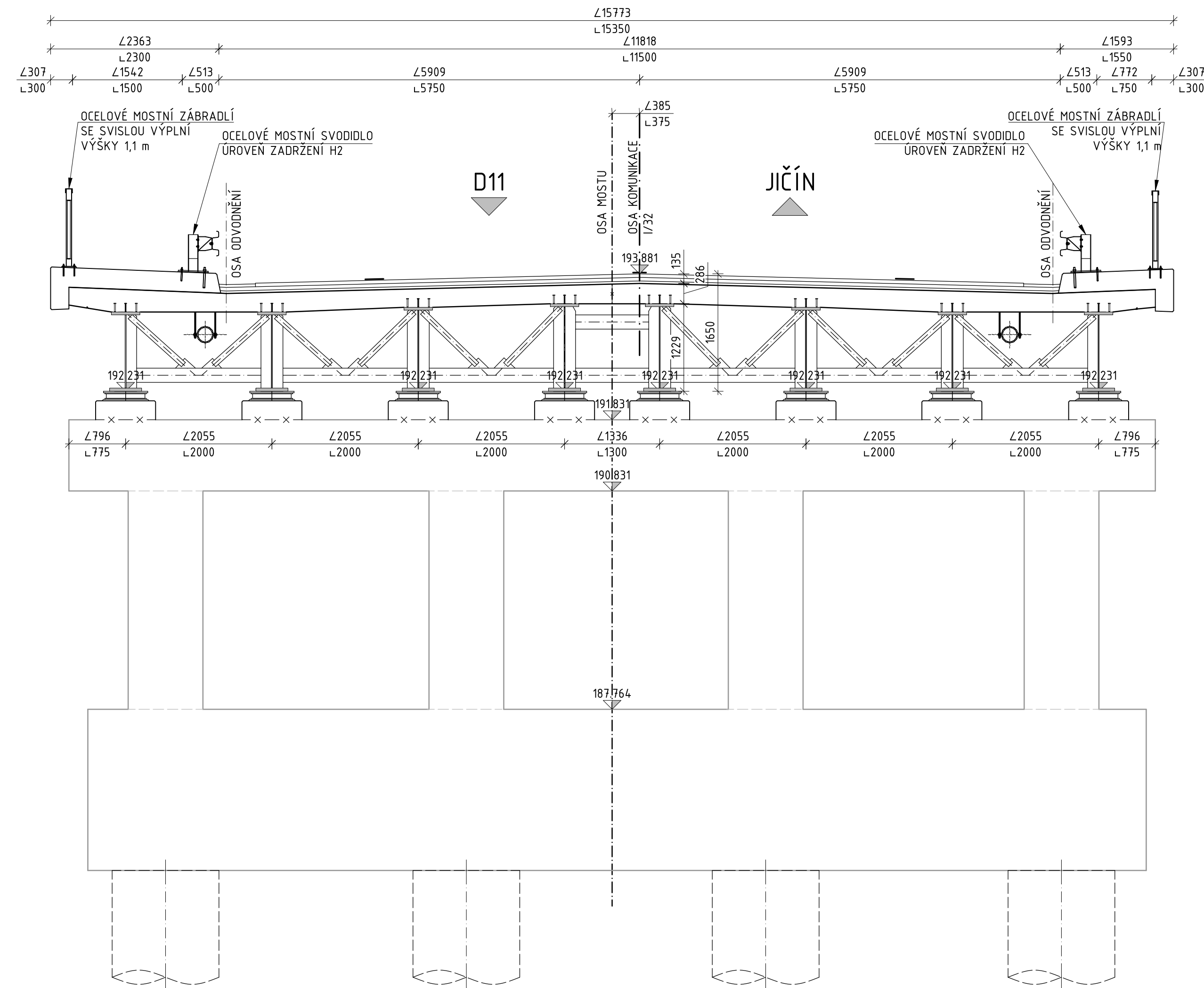
# PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE ULOŽENÍ P3

1:50



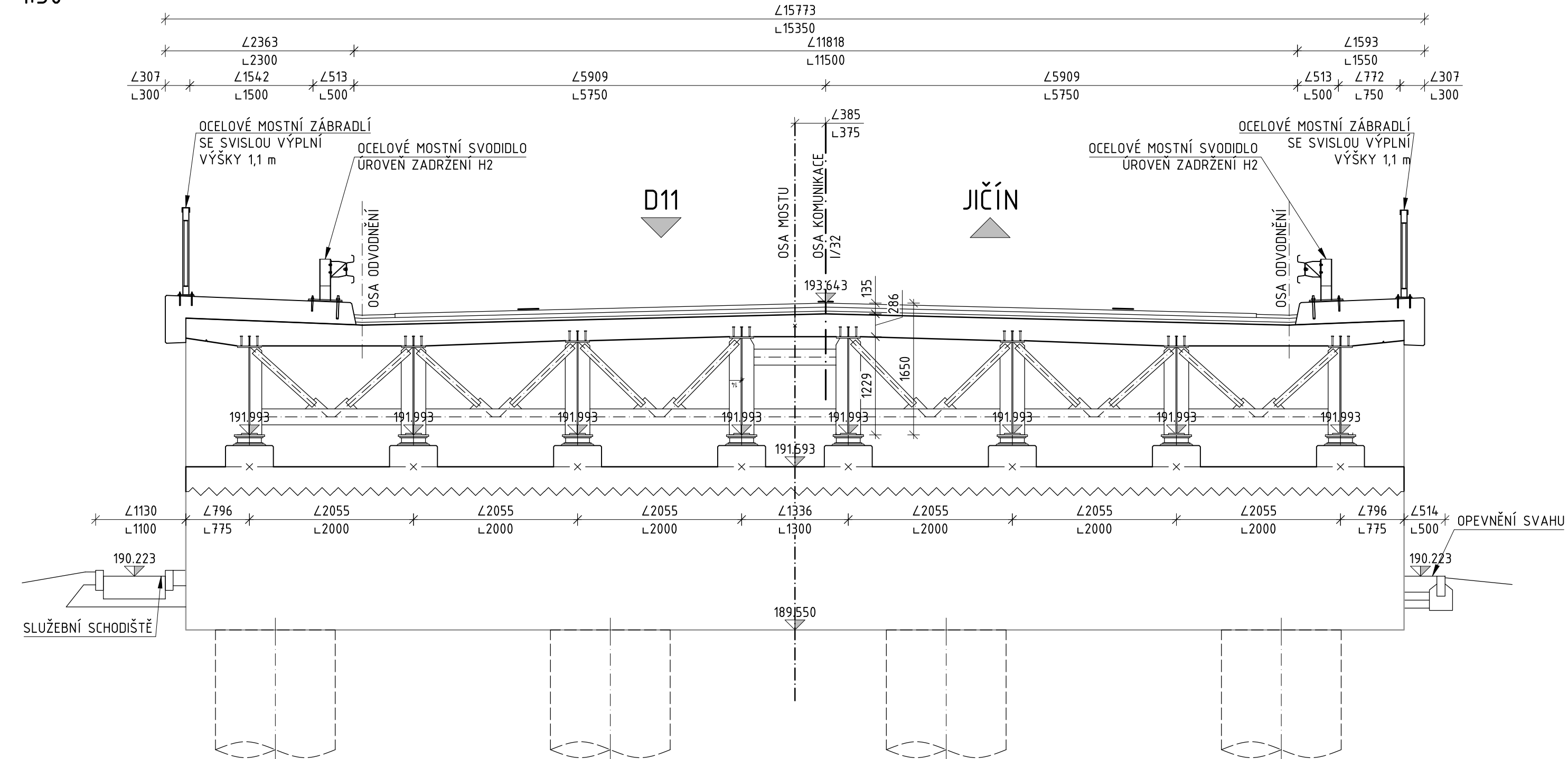
# PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE ULOŽENÍ P2

1:50



# PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE ULOŽENÍ 04

1:50



## SKLADBA VOZOVKY - V1

VRSTVA	OZNAČENÍ	VYDATNOST [kg/m²]	TLOUŠŤKA [mm]	NORMA
ASFALTOVÝ BETON MASTIKOVÝ	SMA 11 S		40	ČSN EN 13108-5
SPOJOVACÍ POSTŘIK - ASFALTOVÁ EMULZE	PS-EK	0,50		ČSN 73 6129
ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVY	ACL 16		55	ČSN EN 13108-1
LITÝ ASFALT	MA 16 IV		35	ČSN EN 13108-6
IZOLACE NAIP			5	
			Σ 135	

## SPECIFIKACE OCELI

KONSTRUKCE	OZNAČENÍ OCELI
NOSNÁ KONSTRUKCE	S355 J2+N
ZÁBRADLÍ	S235 J2G3

## SPECIFIKACE BETONU

KONSTRUKCE	TRÍDA BETONU
PATNÍ PRAHY, OBRUBNÍKY	C30/37-XF4
PODLOŽISKOVÝ BLOK	C30/37-XD3, XF2
ŘÍMSA	C30/37-XD3, XF4
SPRÁŽENÁ DESKA	C30/37-XD1, XF2
ULOŽNÝ PRÁH	C30/37-XD3, XF4
ZÁVĚRNÁ ŽIDKA	C30/37-XD3, XF4

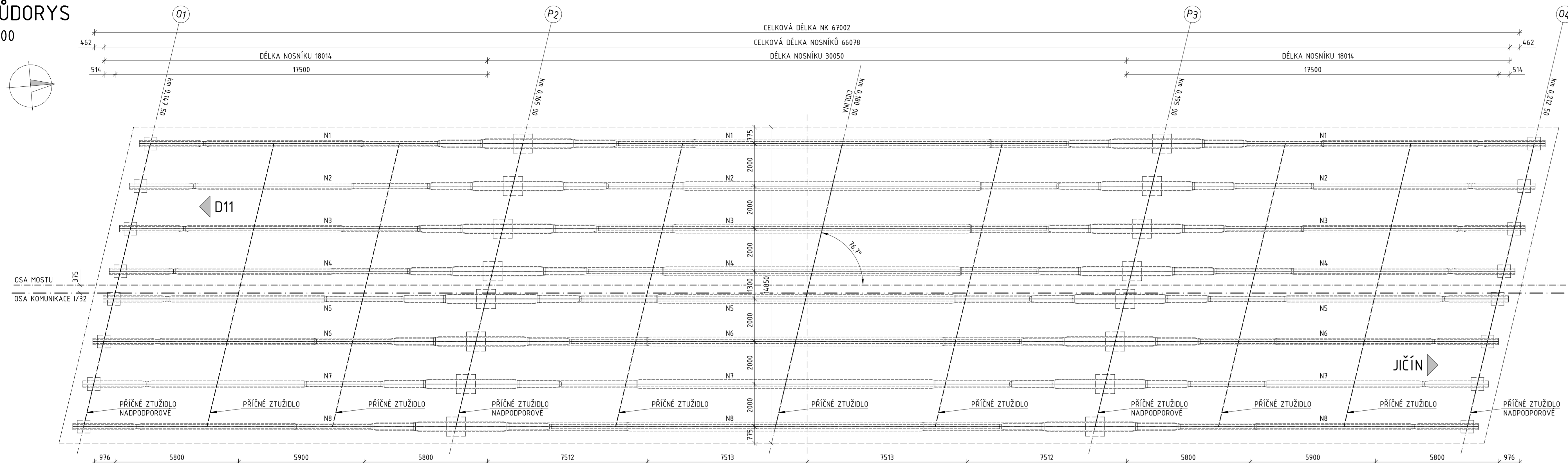
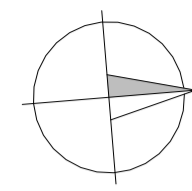
Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

	TEMA:	NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU		
	STAVEBNÍ OBJEKT:	SO 201 - MOST EV.Č. 32-001		
ČÁST:	PŘÍLOHA:	PŘÍČNÉ ŘEZY		
	VYPRACOVAL:	Bc. Robin Kurel		PARÉ:
	ZODP. PROJEKTANT:	Bc. Robin Kurel		
	KONTROLA:	Ing. Pavel Jiríček, Ph.D.		
	MĚŘÍTKO:	KOD PŘEDMĚTU:	STUPEŇ:	DATUM:
1:50	KDS/PDPCK	DSP	7/2021	5

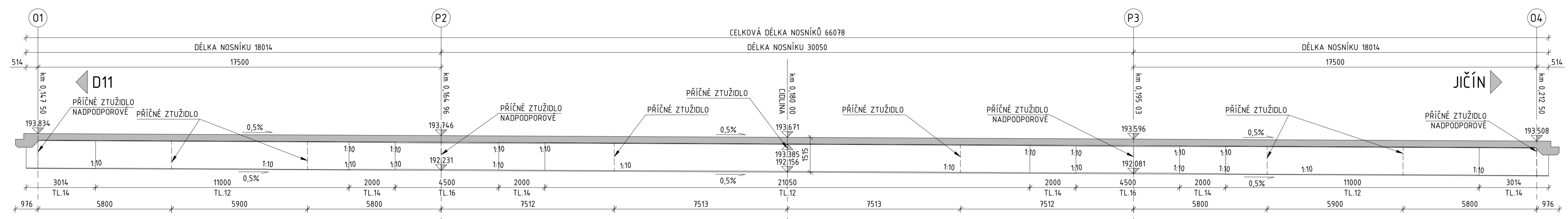
# PŮDORYS

1:100



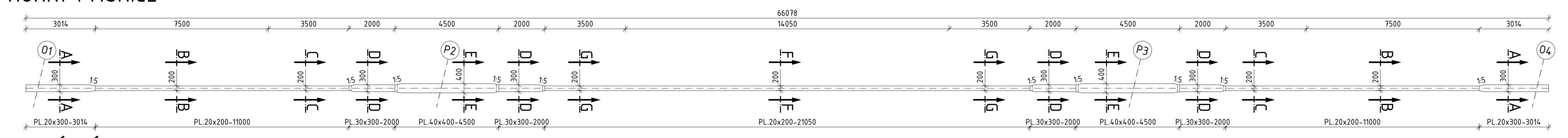
# PODELNÝ ŘEZ

1:100



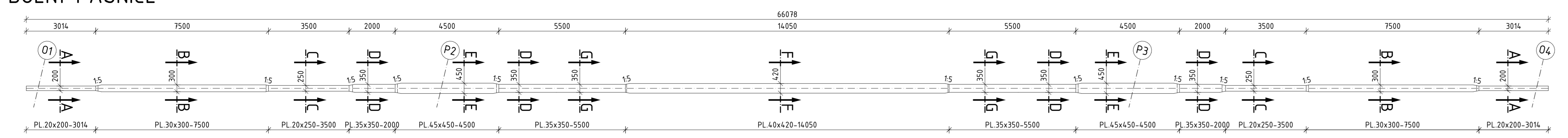
# PŮDORYS HORNÍ PÁSNIČE

1:100



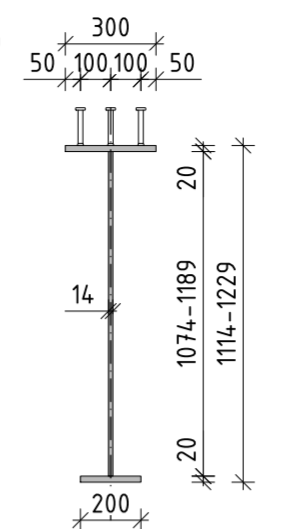
# PŮDORYS DOLNÍ PÁSNIČE

1:100



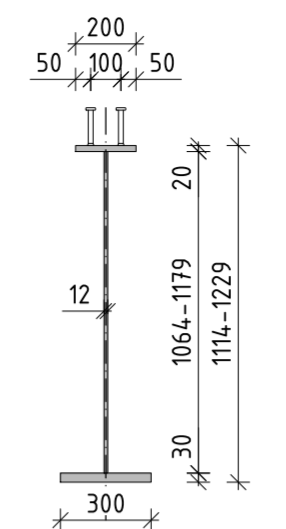
# ŘEZ A-A

1:25



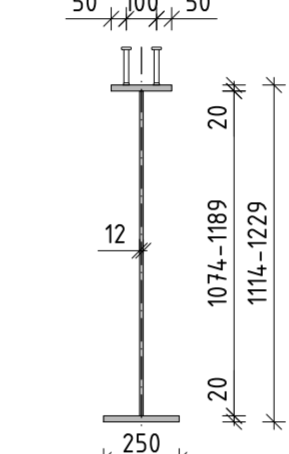
# ŘEZ B-B

1:25



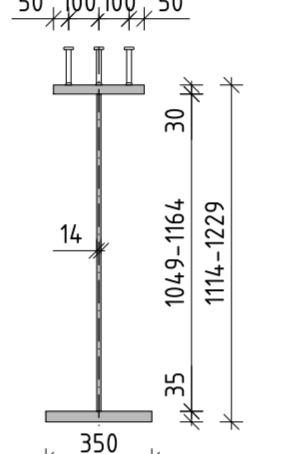
# ŘEZ C-C

1:25



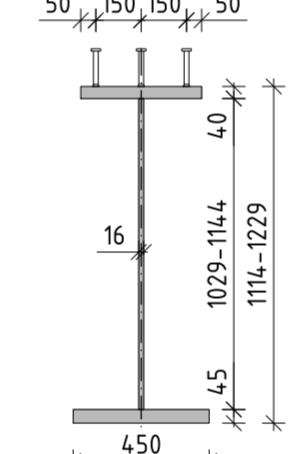
# ŘEZ D-D

1:25



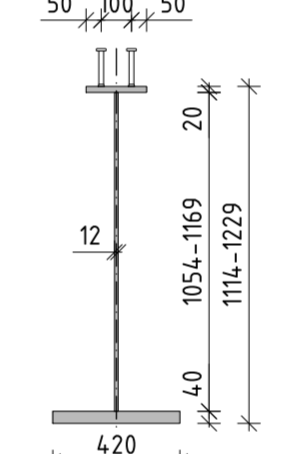
# ŘEZ E-E

1:25



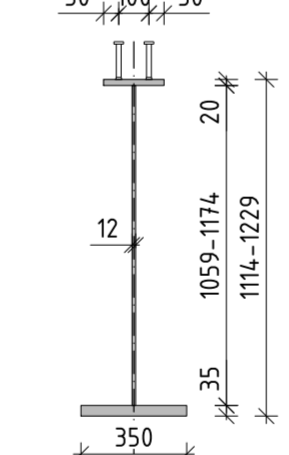
# ŘEZ F-F

1:25



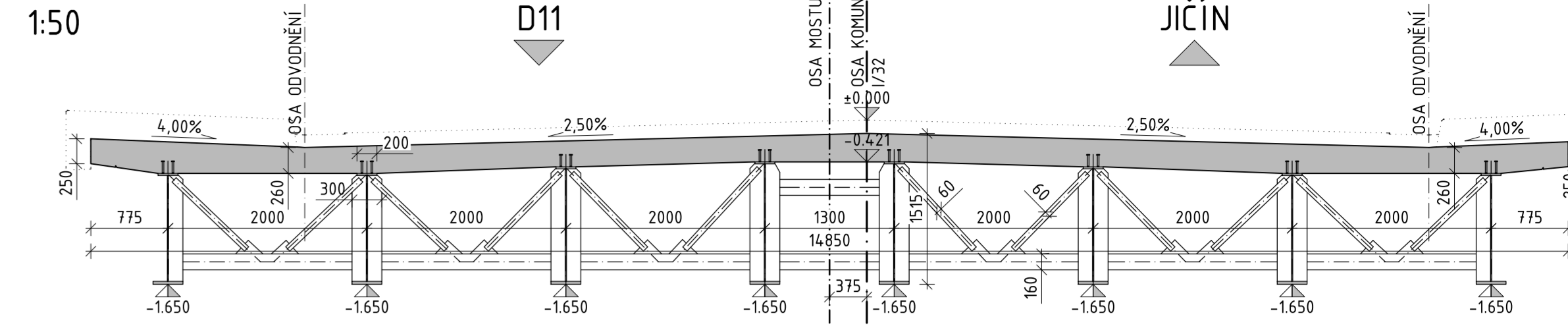
# ŘEZ G-G

1:25



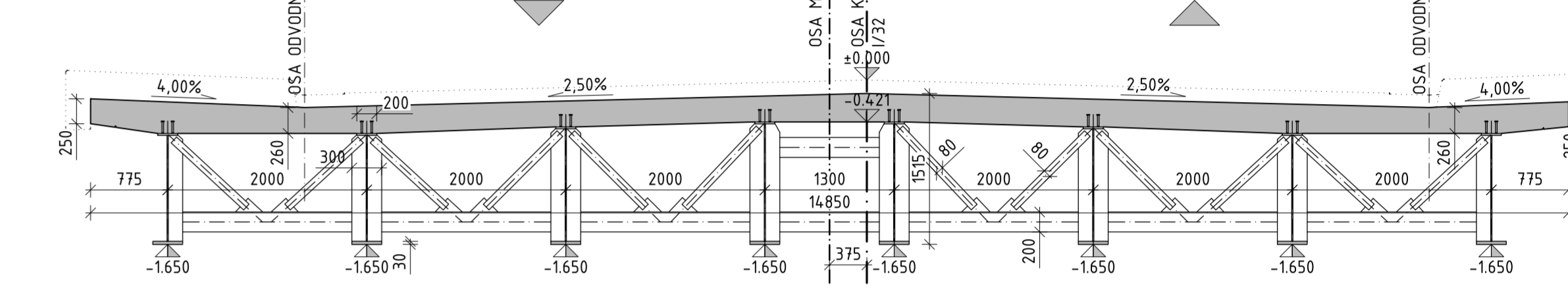
# PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI

1:50



# PŘÍČNÝ ŘEZ NAD PODPOROU

1:50



# POZNÁMKY

- VŠEKERÉ ČÁSTI OCELOVÉ KONSTRUKCE BUDOU PROVEDENY V SOULADU S PŘEDPÍSEM TKP 19 A NAVAŽUJÍCÍMI PŘEDPÍSY
- VŠECKY HRANY OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ, KTERÉ NEBUDOU ROZTAVENY VE SVARECH ANI ZALITY BÉTONEM, MUSÍ BÝT ZABROUŠENY NA POLOHÉR R=2 mm
- VŠECKY VELIKOSTI SVARŮ, SVARČECÍ POSTUPY A ZPŮSOBY ZAVARAŘENÍ OCELOVÉ KONSTRUKCE, KTERÉ NEJSOU UVEDENY NA VÝKRESECH, ŘEŠÍ VTD, VÝROBNÍ VÝKRESY A TECHNOLOGICKÝ PŘEDPIS VÝROBY OCELOVÉ KONSTRUKCE
- ZNAČENÍ SVARŮ DLE ČSN EN 12253
- NA OCELOVÉ KONSTRUKCI MOSTU BUDE OSAZEN VÝROBNÍ ZNAK VÝROBCE
- PODROBNÝ PŘEDPIS PKO, VČETNĚ PŘÍPRAVY POVrchU, VIZ TECHNICKÁ ZPRÁVA, VČETNĚ NÁVRHU BAREVNĚHO ŘEŠENÍ, PKO BUDE PROVEDENA, KONTROLOVÁNA A PŘEDÁNA V SOULADU S PLATNÝMI PŘEDPÍSY
- V MÍSTĚ MONTÁŽNÍCH SVARŮ BUDE PROVEDENA ZESÍLENÁ PKO KOMPATIBILNÍ S PKO HLAVNÍCH NOSNÍKŮ
- PŘECHODY TLOUŠŤEK PLECHŮ BUDOU REALIZOVÁNY ZHOBLŮVÁNÍM SE SKLONEM 1:10
- KONTROLA SVARŮ BUDE PROVEDENA V SOULADU S TKP 19, ROZSAH KONTROL VIZ TECHNICKÁ ZPRÁVA

Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

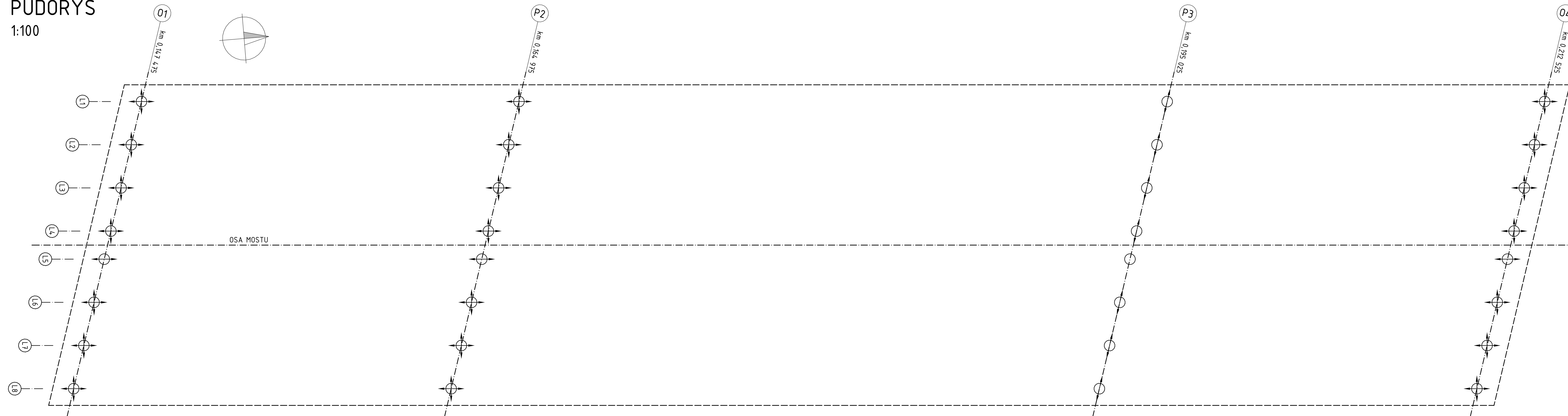
## DIPLOMOVÁ PRÁCE

TŘÍDA OCELI DLE ČSN EN 10025-2:	S355 J2-N
TŘÍDA PROVEDENÍ DLE ČSN EN 1993-1-1, ZMĚNA A1:	EXC3
POŽADAVKY NA JAKOST DLE ČSN EN ISO 3834-1:	VYŠŠÍ
POŽADAVKY NA JAKOST SVARŮ DLE ČSN EN ISO 5817:	B+
POŽADAVKY NA JAKOST SVAROVÁNÍ (WSP), ROZSAH SVARŮ	V CELÉM ROZSAHU DLE ČSN EN ISO 15609-1 A ČSN EN ISO 3834-2
SCHVALOVÁNÍ POSTUPU SVAROVÁNÍ (WPOR), ROZSAH SVARŮ	V CELÉM ROZSAHU DLE ČSN EN ISO 15614-1 A ČSN EN ISO 3834-2
DOKUMENT KONTROLY ZÁKLADNÍHO MATERIÁLU DLE ČSN EN 10204:	3.2
PRACOVNÍ INSTRUKCE:	POŽADUJÍ SE VÝROBNÍ VÝKRESY OCELOVÉ KONSTRUKCE, TP VÝROBY, SVAROVÁNÍ, MONTÁŽE A DÍLENSKÁ PŘEJÍMKÁ

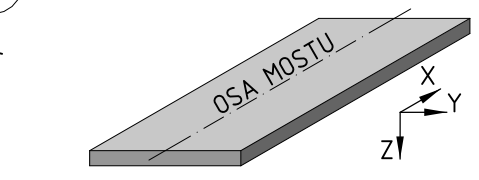
	TEMA:	NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU		
	STAVEBNÍ OBJEKT:	SO 201 - MOST EV.Č. 32-001		
<h1>D</h1>	PŘÍLOHA:	TVAR NOSNÉ KONSTRUKCE		
	VYPRACOVAL:	Bc. Robin Kurel	PARE:	
	ZODP. PROJEKTANT:	Bc. Robin Kurel		
	KONTROLA:	Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.		
MÉRITKO:	KÓD PŘEDMĚTU:	STUPEŇ:	DATUM:	PŘÍLOHA:
1:25,50,100	KDS/PDPCK	DSP	7/2021	6

# PŮDORYS

1:100



# SOUŘADNÝ SYSTÉM



# LEGENDA

- PEVNÉ
- ⊕ JEDNOSMĚRNĚ POSUVNÉ, PŘÍČNĚ
- ⊖ JEDNOSMĚRNĚ POSUVNÉ, PODÉLNĚ
- ⊗ VŠESMĚRNĚ POSUVNÉ

# PŘEHLED LOŽISEK

PODPORA	TYP	01								P2								PODPORA	P3								04																		
		CHARAKTERISTICKÉ SÍLY				NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY				CHARAKTERISTICKÉ SÍLY					NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY				CHARAKTERISTICKÉ SÍLY				NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY										
		N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	x [mm]	y [mm]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	x [mm]	y [mm]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	x [mm]	y [mm]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	x [mm]	y [mm]												
L1	GL	198	472	-	-	229	607	-	-	±25	±5	NGa	888	1408	-	-	1226	1929	-	-	±15	±5	L1	NGeq	887	1366	58	-	1227	1874	78	-	-	±5	GL	184	440	-	-	205	554	-	-	±10	±5
L2	GL	97	761	-	-	85	987	-	-	±25	±5	NGa	649	1524	-	-	900	2085	-	-	±15	±5	L2	NGeq	660	1533	61	-	914	2097	82	-	-	±5	GL	113	644	-	-	120	840	-	-	±10	±5
L3	GL	118	747	-	-	64	954	-	-	±25	±5	NGa	560	1552	-	-	835	2177	-	-	±15	±5	L3	NGeq	549	1526	67	-	800	2084	70	-	-	±5	GL	32	687	-	-	42	862	-	-	±10	±5
L4	GGL	10	760	-	-	41	1049	-	-	±25	±5	NGa	632	1681	-	-	892	2312	-	-	±15	±5	L4	NGeq	622	1622	82	-	829	2272	111	-	-	±5	GL	66	729	-	-	40	901	-	-	±10	±5
L5	GGL	66	729	-	20	40	901	-	27	±25	-	NGe	622	1622	-	57	829	2272	-	77	±15	-	L5	N	632	1681	114	57	892	2312	154	77	-	-	GGL	10	760	-	20	41	1049	-	27	±10	-
L6	GL	32	687	-	-	42	862	-	-	±25	±5	NGa	549	1526	-	-	800	2084	-	-	±15	±5	L6	NGeq	560	1552	81	-	835	2177	109	-	-	±5	GL	118	747	-	-	64	954	-	-	±10	±5
L7	GL	113	644	-	-	120	840	-	-	±25	±5	NGa	660	1533	-	-	914	2097	-	-	±15	±5	L7	NGeq	649	1524	74	-	900	2085	100	-	-	±5	GL	97	761	-	-	85	987	-	-	±10	±5
L8	GL	184	440	-	-	205	554	-	-	±25	±5	NGa	887	1366	-	-	1227	1874	-	-	±15	±5	L8	NGeq	888	1408	72	-	1226	1929	97	-	-	±5	GL	198	472	-	-	229	607	-	-	±10	±5

# POZNÁMKY

-NA OPĚRÁCH I PODPĚRÁCH JE NAVRŽENA OSMICE HRNCOVÝCH LOŽISEK

Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

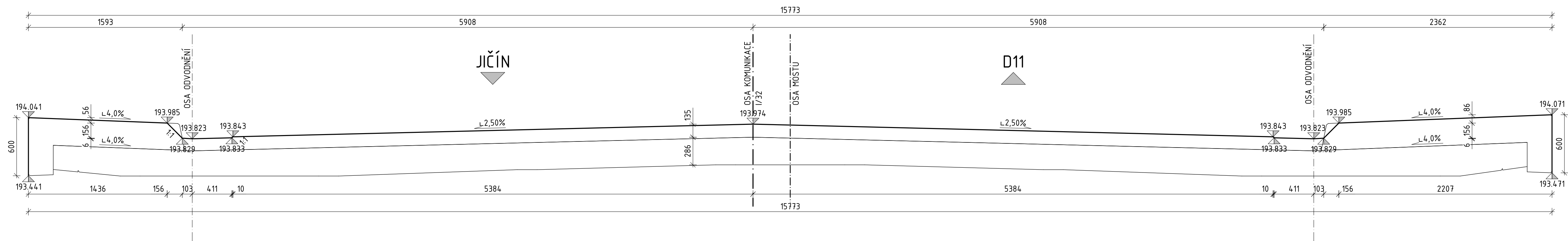
# DIPLOMOVÁ PRÁCE

	TÉMA: NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU			
	STAVEBNÍ OBJEKT: SO 201 - MOST EV.Č. 32-001			
PŘÍLOHA: VÝKRES LOŽISEK		PARÉ:		
	VYPRACOVAL: Bc. Robin Kurel		PARÉ:	
	ZODP. PROJEKTANT: Bc. Robin Kurel			
	KONTROLA: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.			
	MĚRÍTKO: 1:100	KÓD PŘEDMĚTU: KDS/PDPCK	STUPEŇ: DSP	DATUM: 7/2021



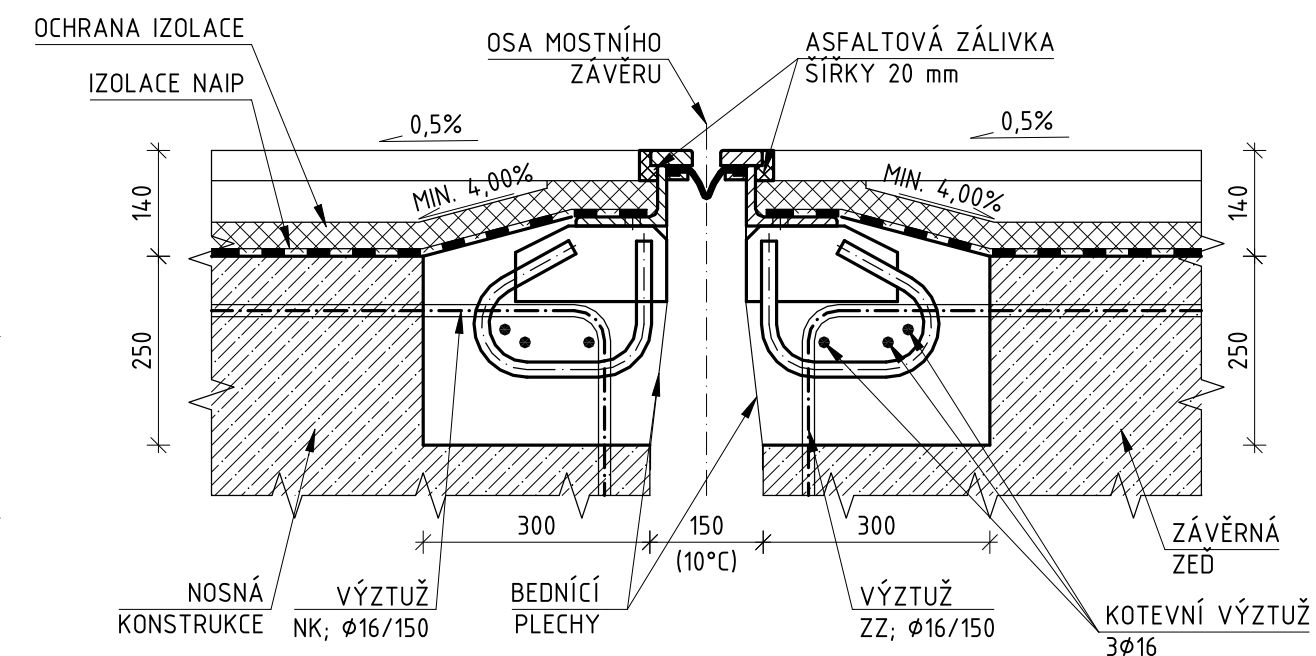
# PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE ZÁVĚRU U 01

1:25



# PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTNÍM ZÁVĚREM

1:10 - VOZOVKOU



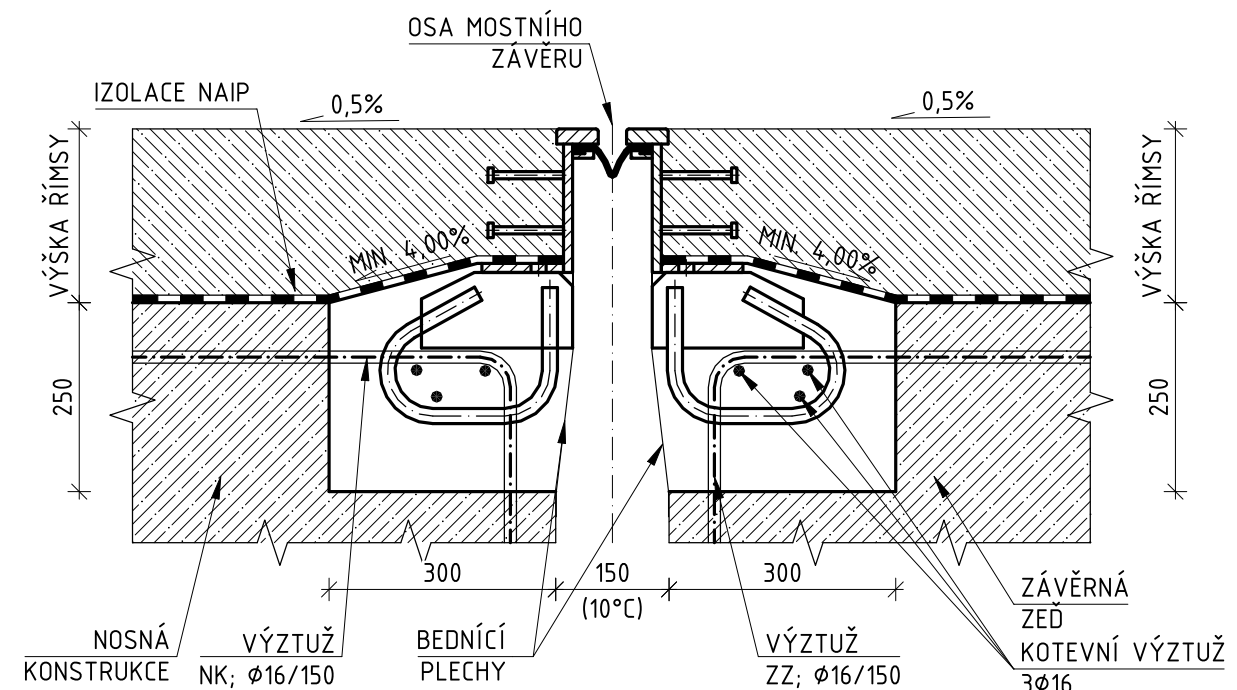
# PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE ZÁVĚRU U 04

1:25



# PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTNÍM ZÁVĚREM

1:10 - ŘÍMSOU




Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

<b>D</b>	TÉMA: NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU			
	STAVEBNÍ OBJEKT: SO 201 - MOST EV.Č. 32-001			
	PŘÍLOHA: VÝKRES MOSTNÍCH ZÁVĚRŮ			
	VYPRACOVAL: Bc. Robin Kurel		PARÉ:	
	ZODP. PROJEKTANT: Bc. Robin Kurel			
KONTROLA: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.				
MĚŘÍTKO: 1:10,25	KÓD PŘEDMĚTU: KDS/PDPCK	STUPEN: DSP	DATUM: 7/2021	PŘÍLOHA: 8

Souřadnicový systém: JTSK  
Výškový systém: Bpv

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

 Univerzita Pardubice Dopravní fakulta Jana Pernera	TÉMA: NÁVRH REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 32-001 PŘES ŘEKU CIDLINU				
	STAVEBNÍ OBJEKT: SO 201 - MOST EV.Č. 32-001				
	PŘÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET				
ČÁST:  <b>D</b>	VYPRACOVAL: Bc. Robin Kurel			PARÉ:	
	ZODP. PROJEKTANT: Bc. Robin Kurel				
	KONTROLA: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.				
	MĚŘÍTKO:	KÓD PŘEDMĚTU:	STUPEŇ:	DATUM:	PŘÍLOHA:
	-	KDS/PDPCK	DSP	7/2021	9

## Obsah

1 Identifikační údaje .....	3
2 Základní údaje .....	4
3 Úvod .....	6
4 Zatížení .....	9
5 Kombinace .....	17
6 Fáze výstavby .....	18
7 Výpočet vnitřních sil .....	19
8 Nosná konstrukce .....	25
9 Posouzení .....	30
10 Příčný směr .....	57
11 Ložiska .....	64
12 Mostní závěr .....	67
13 Závěr .....	67
Příloha A - Vytvořené kombinace v SW .....	68

# 1 Identifikační údaje

## 1.1 Údaje o stavbě

Název akce: I/32 – Most 32-001 přes řeku Cidlinu, celková oprava

### Místo stavby

Kraj: Středočeský; CZ020  
Okres: Nymburk; CZ0208  
Obec: Libice nad Cidlinou; 537438  
Katastrální území: Libice nad Cidlinou; 682691  
Označení komunikace I/32

### Předmět projektové dokumentace

Stupeň dokumentace: DPS – Dokumentace pro stavební povolení  
Druh stavby: rekonstrukce  
Doba užívání: trvalá stavba  
Účel užívání: součást silniční a dálniční sítě ČR

## 1.2 Údaje o zpracovateli dokumentace

Název organizace: Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Sídlo: Studentská 95, 532 10 Pardubice

Vypracoval: Bc. Robin Kurel

Kontroloval: Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.

## 1.3 Údaje o objektu

### 1.3.1 Označení

Číslo stavebního objektu: 201  
Název stavebního objektu: Most ev. č. 32-001

Název mostu: Most přes řeku Cidlinu a cyklostezku  
Místní název: Přes Cidlinu a cyklostezku Poděbrady – Libice n/C  
Evidenční číslo mostu: 32-001

### 1.3.2 Staničení

#### Provozní

Mostní objekt: km 0,180 000

#### Projektové

Opěra O1: km 0,147 475  
Pilíř P2: km 0,164 975  
Pilíř P3: km 0,195 025  
Opěra O4: km 0,212 525

### 1.3.3 Převáděná komunikace

Komunikace: pozemní komunikace  
Typ pozemní komunikace: silnice  
Označení: I/32  
Šířka komunikace: 11,50 m

## 2 Základní údaje

### 2.1 Stručný technický popis

Mostní objekt převádí trasu I/32 přes vodní tok Cidlinu a cyklostezku.

Volná šířka vozovky na mostě je 11,50 m. Po obou stranách vozovky jsou monolitické římsy, na vnitřních stranách se svodidly, na vnějších stranách se zábradlími, na levé straně s revizním chodníkem š. 1,50 m a na pravé straně s revizním chodníkem š. 0,75 m. Celková šířka mostu je 15,35 m. Délka mostu je 77,511 m. Délka nosné konstrukce je 67,00 m. Šikmost mostu je 76,7° - šikmost levá.

Most má nosnou konstrukci pro oba dopravní směry. Nosná konstrukce je navržena jako spřažená ocelobetonová konstrukce o třech polích. Rozpětí polí je 17,50 + 30,05 + 17,50 m. Výška nosné konstrukce je (v ose komunikace) 1,515 m, šířka 14,85 m. Nosná konstrukce je v podélném směru navržena jako ocelová, v příčném směru je železobetonová. Nosná konstrukce je z oceli S355 J2+N a železobetonu C30/37-XD1, XF2.

Sklon horního povrchu mostovky je střešovitý 2,5 %. Pod římsami je v povrchu mostovky ve vzdálenosti 0,10 m vytvořen protispád 4,0 %. Na podporách a v kritických místech je navrženo příčné ztužení.

Opěry se skládají z úložného prahu, závěrné zídky, rovnoběžných křídel a přechodové desky. Na úložném prahu opěr jsou nové podložiskové bloky. Křídla mostu jsou volně stojící u opěr ve tvaru „L“. Piliře jsou tvořeny čtveřicí sloupů, v koruně spojeny stativem a jsou na společném základě. Sloupy mají kruhový tvar. Na stativu jsou navrženy nové podložiskové bloky.

Opěry i podpěry jsou dle mostního listu založeny hlubinně, na velkopřůměrových železobetonových pilotách, u podpěr jsou velkopřůměrové piloty v hlavě spojeny společným základem.

#### Návrhové a konstrukční charakteristiky dle kapitoly 5 ČSN 73 6200:

Počet polí	3
Délka přemostění:	63,26 m
Délka rozpětí pole:	17,50 + 30,05 + 17,50 m
Délka nosné konstrukce:	67,00 m
Délka mostu	77,51 m
Volná šířka mostu:	11,50 m
Šířka mezi zábradlími	14,75 m
Šířka nosné konstrukce:	14,85 m
Šířka mostu:	15,35 m
Šikmost:	levá 76,7°
Stavební výška:	1,65 m (bez průhybu)
Konstrukční výška:	1,515 m
Volná výška na mostě:	neomezená
Výška mostu:	7,70 m
Volná výška pod mostem:	
Nad hladinou	5,10 m
Nad cyklostezkou	4,22 m
Zatížení:	zatížení dle ČSN EN 1991-2 skupina pozemních komunikací 1

### 2.2 Materiály

Součinitelé materiálu v mezních stavech únosnosti a při posouzení na únavu dle čl. 2.4.2.4 (1), tab. 2.1N v ČSN EN 1992-1-1 [9N].

Návrhové situace	$\gamma_c$ pro beton	$\gamma_s$ pro betonářskou ocel	$\gamma_s$ pro předpínací ocel
trvalé i dočasné	1,5	1,15	1,15
mimořádné	1,2	1,0	1,0

## 2.2.1 Beton

### Materiálové charakteristiky

Třída betonu	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{ck,cube}$ [MPa]	$\alpha_{cc}$ [-]	$\alpha_{ct}$ [-]	$\gamma_c$ [-]	$f_{cd}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	$f_{ctd}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
C30/37	30,0	37,0	0,90	1,00	1,50	18,0	38,0	2,0	1,3	2,9	32 000	0,2	25

Charakteristické a průměrné pevnostní a deformační charakteristiky se uvažují dle čl. 3.1, tab. 3.1 v [9N]. Uvedené hodnoty modulu pružnosti  $E_{cm}$  platí pro silikátové kamenivo. Návrhová pevnost betonu v tlaku  $f_{cd}$  se určí dle čl. 3.1.6(1)P dle vztahu:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

Kde součinitel  $\alpha_{cc} = 0,90$  dle čl. 3.1.6 ČSN EN 1992-2 [10N]. Pro časový průběh pevnosti betonu v tlaku platí vztahy dle čl. 3.1.2 v [9N]. Vztah platí pro  $t \geq 3$  dny.

Návrhová pevnost betonu v tahu se určí dle čl. 3.1.6(2)P v [9N] ze vztahu

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk,0,05} / \gamma_c$$

kde součinitel  $\alpha_{ct} = 1,0$  čl. 3.1.6 (102)P v [10N] a  $f_{ctk,0,05} = 0,7 f_{ctm}$ . Pro časový průběh pevnosti (průměrné i charakteristické) betonu v tahu platí vztahy dle čl. 3.1.2(9). Vztah platí pro čas  $t \geq 3$  dny.

Pro časový průběh modulu pružnosti betonu  $E_{cm}(t)$  platí vztahy dle čl. 3.1.3 (3) v [9N]. Vztah platí pro čas  $t \geq 3$  dny. Tečnový modul pružnosti betonu se uvažuje dle vztahu  $E_c = 1,05 E_{cm}$ . Součinitel dotvarování  $\phi(t, t_0)$ , který se vztahuje k tečovému modulu  $E_c$ , se stanoví pro normální betony (do  $f_{ck} \leq 50$  MPa) dle vztahů v příloze B v [9N] v závislosti na časech  $t$  a  $t_0$ , rozměrech průřezu, vlhkosti prostředí, druhu cementu, pevnosti a modulu pružnosti betonu, kde čas  $t$  je sledovaný okamžik a čas  $t_0$  je okamžik vnesení zatížení. Vztah platí jen pokud je pevnost betonu v tlaku v čase  $t_0 > 0,6 f_{cm}$  (viz příl. B v [10N]). Lineární průběh dotvarování lze uvažovat, pokud tlakové napětí v betonu v čase  $t_0$  (tj. v čase zavedení zatížení) nepřestoupí dle čl. 3.1.4(4), 5.10.2.2 (5) a 7.2.(3) v [9N] hodnotu  $0,45 f_{ck}(t_0)$ .

Celkové poměrné smršťování betonu je udáno v čl. 3.1.4 (6) v [9N] vztahem  $\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$ , kde  $\varepsilon_{cd}$  je poměrné vysychání smršťováním a  $\varepsilon_{ca}$  je poměrné autogenní smršťování. Konečná hodnota poměrného smršťování vysycháním je dána vztahem  $k_h * \varepsilon_{cd,0}$ , kde vztah pro  $\varepsilon_{cd,0}$  je uveden v příloze B v [9N] a  $k_h$  je součinitel dle tab. 3.3. Časový průběh poměrného smršťování vysycháním je dán vztahy (3.9) a (3.10) v závislosti na časech  $t$  a  $t_s$ , kde čas  $t$  je sledovaný okamžik a čas  $t_s$  je začátek smršťování, který se obvykle uvažuje na konci ošetřování betonu. Časový průběh poměrného autogenního smršťování je dán vztahy (3.11) až (3.13) v čl. 3.1.4 v [9N] v závislosti na čase  $t$ .

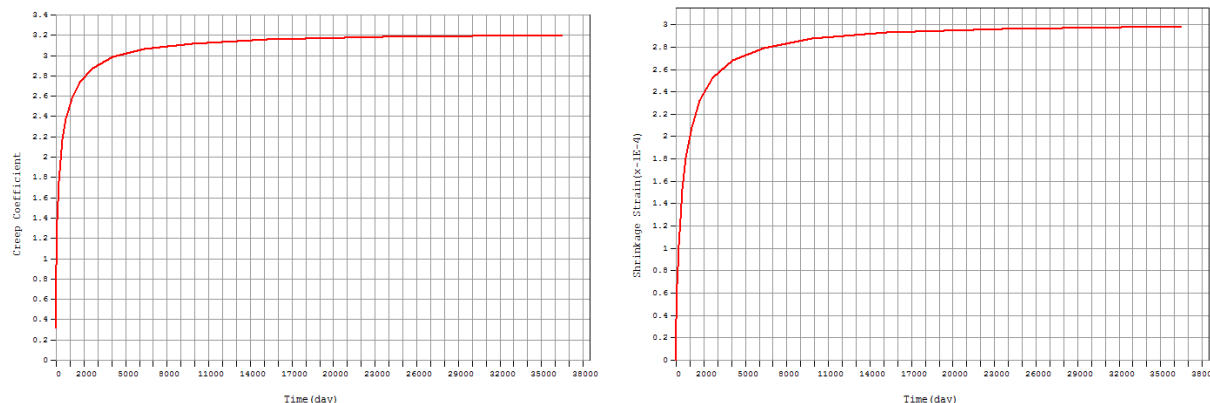
Poissonův součinitel se uvažuje dle čl. 3.1.3(4) hodnotou 0,2 pro beton neporušený trhlinkami, resp. hodnotou 0,0 pro beton s trhlinkami.

### Smršťování a dotvarování

#### Vstupní parametry pro smršťování a dotvarování

Třída betonu	$f_{ck}$ [MPa]	$\phi$ [%]	$h$ [m]	Počátek smršťování [dny]	Typ cementu	Křemičitý úlet	Norma
C30/37	30,0	70,0	0,217	3,0	N	ne	EN 1992-2

#### Grafy pro dotvarování a smršťování betonu C30/37 – výstup z MIDASu

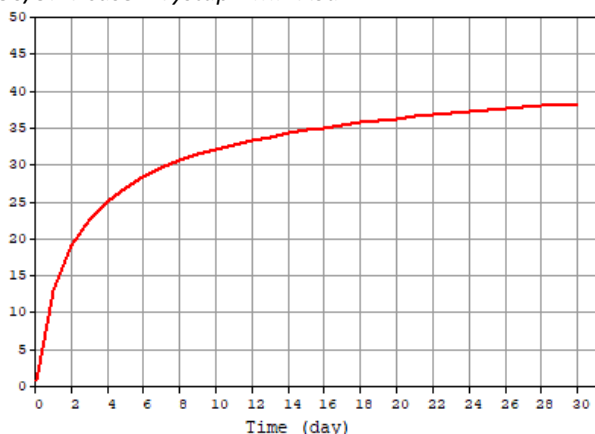


## Vývoj pevnosti betonu v čase

Vstupní parametry pro vývoj betonu v čase

Třída betonu	$f_{cm}$ [MPa]	Typ cementu
C30/37	38,0	N

Vývoj pevnosti betonu C30/37 v čase – výstup z MIDASu



### Požadavky na ošetřování

Ošetřování a ochrana betonu se provede dle příslušné normy a TP. Minimální doba ošetřování je 5 dní. Betonové povrchy se musí chránit před nepříznivými vlivy počasí (silný déšť, přímý sluneční svit, promrzání).

Běžné ošetřování a ochranu betonových konstrukcí lze provádět následujícími způsoby:

- » ponecháním konstrukce v bednění,
- » skrápění betonu vodou přibližně stejné teploty jako má prvek a ochrana vlhkého povrchu proti vysychání (např. vlhčenými textiliemi a rohožemi).

### 2.2.2 Betonářská výztuž

Označení	$f_{sk}$ [MPa]	$\gamma_s$ [-]	$f_{sd}$ [MPa]	$E_s$ [MPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tažnost oceli
B500B	500,0	1,15	434,8	210 000	78,5	B

Vlastnosti použité betonářské výztuže musí dle ČSN EN 1994-2 [15N] vyhovovat požadavkům v [9N]. Dle čl. 3.4.2 je doporučená třída výztuže pro mosty B nebo C.

Návrhová mez kluzu se určí dle čl. 3.2.7(2)P vztahem  $f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$ .

### 2.2.3 Konstrukční ocel

Označení	$f_{yk}$ [MPa]	$\gamma_s$ [-]	$f_{yd}$ [MPa]	$E_a$ [MPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
S355	355	1,0	355	210 000	78,5

Vlastnosti použité oceli musí dle [15N] vyhovovat požadavkům v ČSN EN 1993-1-1 [11N].

## 3 Úvod

Statický výpočet se zabývá posouzením následujících konstrukcí mostu dle Eurokódu:

- » Montážní stav ocelových nosníků
- » Betonáž desky
- » Spřažený ocelo-betonový průřez
- » Ložiska a mostní závěry

### 3.1 Metodika výpočtu

V tomto statickém výpočtu je provedeno posouzení základních dimenzí nosné konstrukce. Výpočet je proveden podle řady norem ČSN EN 1990 až 1998, tzv. Eurokódů.

Zatížení dopravou je uvažováno podle ČSN EN 1991-2 [8N] a to pro skupinu komunikací 1. Zatížení větrem je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4 [4N]. Zatížení teplotou je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-5 [5N].

Kombinace zatížení jsou uvažovány v souladu s požadavky ČSN EN 1990 [1N].

Nosná konstrukce je navržena jako spřažená ocelobetonová konstrukce. Posouzení nosné konstrukce je provedeno podle [15N], která odkazuje na [10N] a [13N].

## 3.2 Použitý software

Pro analýzu vnitřních sil na mostní konstrukci je použit program **midas Civil 2020 (v3.2)**. Program analyzuje zadanou konstrukci metodou konečných prvků pomocí lineární pružnosti analýzy.



## 3.3 Použité normy a literatura

[1N] ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
[2N] ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
[3N] ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
[4N] ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
[5N] ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
[6N] ČSN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění
[7N] ČSN EN 1991-1-7	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
[8N] ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
[9N] ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
[10N] ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
[11N] ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
[12N] ČSN EN 1993-1-5	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 5: Boulení stěn
[13N] ČSN EN 1993-2	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
[14N] ČSN EN 1994-1-1	Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
[15N] ČSN EN 1994-2	Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty
[16N] ČSN EN 1998-1	Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seismická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
[17N] ČSN EN 206+A1	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
[18N] ČSN EN 1337-1	Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování
[19N] ČSN EN 13670-1	Provádění betonových konstrukcí – Část 1: Společná ustanovení

[1] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelobetonové spřažené konstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010 dotisk. ISBN 978-80-01-04298-4.

[2] ČÁMBULA, Jaroslav. *Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódů*. Praha: Pro Ministerstvo dopravy a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihovna. ISBN 978-80-87093-90-0.

[3] STUDNIČKA, Jiří. *Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1994-1-1*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009. Řada C - Technická knihovna autorizovaného inženýra a technika (Variant.). ISBN 978-80-87093-85-6.

[4] Procházka, J. a kol.: *Navrhování betonových konstrukcí 1. Prvky z prostého a železového betonu*. ČBS Servis, s.r.o., 2009. ISBN 978-80-903807-5-2.



### 3.4 Popis modelu

Rozpětí polí je uvažováno 17,50 + 30,0 + 17,50 m; osová vzdálenost mezi nosníky v ose mostu 1,3 m, dále pak 2,0 m, šikmost levá 77°.

Výpočetní model nosné konstrukce pro posouzení v podélném směru je vymodelován pomocí prutových elementů. Nosníky spolu se spřaženou deskou jsou modelovány jako kompozitní průřez; roznášecí deska je vytvořena prizmatickým průřezem.

Nosníky jsou spojeny příčnými elementy, které zajišťují příčný roznos; tyto prvky mají nulovou tíhu, tíha desky je započítána v kompozitním průřezu.

Kompozitní průřezy v místech podpor jsou modifikovány na ocel-ocel, kde je nahrazen betonový průřez ekvivalentní plochou použité betonářské výztuže, včetně vlastností. Vlastnosti betonu jsou v těchto místech zanedbány. Tíha betonové desky je v těchto místech přidána ručně a aktivována v příslušné konstrukční fázi.

V modelu bylo vytvořeno 5 konstrukčních fází, které zahrnují postupu výstavby.

Ve fázích výstavby byly měněny parametry podpěr z důvodu technologie provedení, finální směry posunů jsou nastaveny až ve fázi 4.

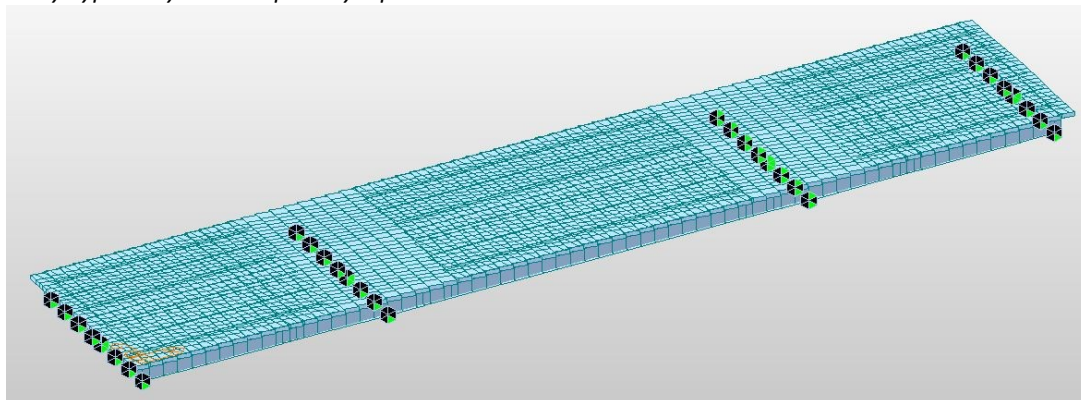
V modelu byly vytvořeny kombinace zatížení a použity příslušné součinitele pro odpovídající zatěžovací stav, užití kombinace jsou součástí statického výpočtu jako příloha A.

Model je pro zjednodušení výpočtu následně upraven:

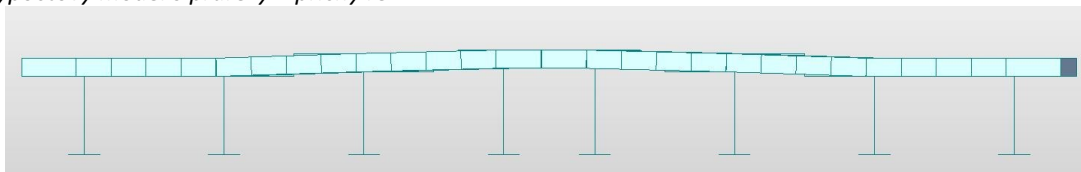
- » podélný sklon je zanedbán,
- » otvory v nosné konstrukci, jako jsou průchody pro mostní vpusti nebo pro svodné potrubí jsou zanedbány.

#### Zobrazení modelu

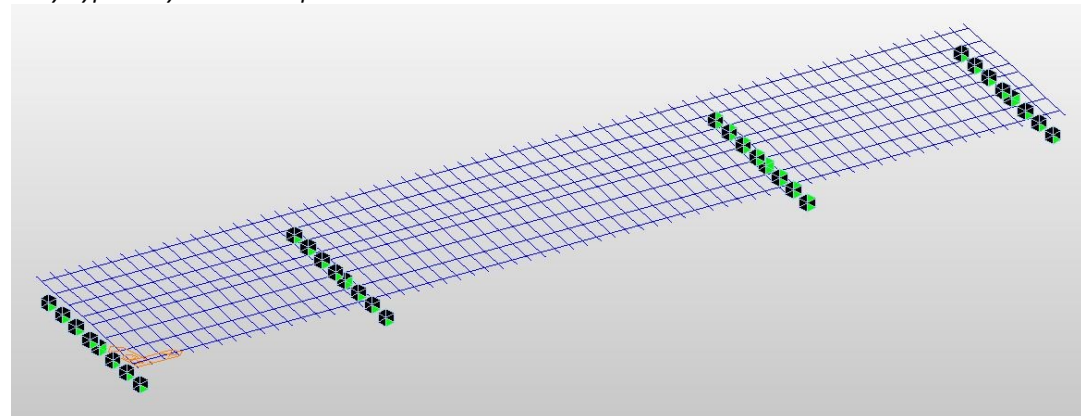
*Celkový výpočtový model s průřezy – pohled*



*Výpočtový model s průřezy – příčný řez*



*Celkový výpočtový model bez průřezů*



## 4 Zatížení

### 4.1 Stále zatížení

Dle ČSN EN 1991-1-1 [2N].

#### Vlastní tíha

Vlastní tíha nosné konstrukce je spočítána automaticky výpočetním programem.

Nosník	Zatížení	Objemová hmotnost [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]	Liniová hmotnost [kN/m']	Ø Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	Zatěž. Šířka [m]	g-go [kN/m]
1 – 8	Ocelový nosník	78,5			0,032			2,5
								Σ

#### Ostatní stálé zatížení

##### Krajní nosník

Nosník	Zatížení	Objemová hmotnost [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]	Liniová hmotnost [kN/m']	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	Zatěž. Šířka [m]	g-go [kN/m]
1	Monolitická část římsy	25			0,505			12,7
	Spřahující deska	25				260		6,5
	Hydroizolace		0,2				1,55	0,3
	Svodidlo			1,0				1,0
	Zábradlí			1,0				1,0
								Σ

Nosník	Zatížení	Objemová hmotnost [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]	Liniová hmotnost [kN/m']	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	Zatěž. Šířka [m]	g-go [kN/m]
8	Monolitická část římsy	25			0,712			17,8
	Spřahující deska	25				260		6,5
	Hydroizolace		0,2				2,55	0,5
	Svodidlo			1,0				1,0
	Zábradlí			1,0				1,0
								Σ

##### Vnitřní nosník

Nosník	Zatížení	Objemová hmotnost [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]	Liniová hmotnost [kN/m']	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	Zatěž. Šířka [m]	g-go [kN/m]
2 – 7	Spřahující deska	25				260	2,00	13,0
	Vozovka	22				130		3,0
								Σ

#### Zatížení během výstavby

Nosník	Zatížení	Objemová hmotnost [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]	Liniová hmotnost [kN/m']	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]	Zatěž. Šířka [m]	g-go [kN/m]
1 – 8	Bednění		1,5				2,00	3,0
	Čerstvý beton	26				260	2,00	13,5
								Σ

#### Sedání

Nová mostní konstrukce je navržena na stávajících základech, sedání konstrukce se tedy nepředpokládá.

## Zemní tlak

Posouzení stávající spodní stavby na zemní tlak není v rámci diplomové práce řešeno.

## 4.2 Proměnné zatížení

### 4.2.1 Zatížení silniční dopravou na mosty pozemních komunikací

Dle ČSN EN 1991-2 [8N].

#### Zatěžovací pruhy

Šířka vozovky  $w$  (mezi obrubníky) je rozdělena do zatěžovacích pruhů dle následující tabulky

Šířka vozovky $w$	Počet zatěžovacích pruhů	Šířka zatěžovacích pruhů $w_l$	Šířka zbývající plochy
$w < 5,4$ m	$n_l=1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4$ m $\leq w < 6$ m	$n_l=2$	$\frac{w}{2}$	0
$6$ m $\leq w$	$n_l = \text{Int} \frac{w}{3}$	3 m	$w - 3 \times n_l$

#### Použití při výpočtu

Vozovka o šířce 11,50 m je rozdělena na tři pruhy o šířce 3,00 m; pro zbývající plochu 2,50 m.

Zatěžovací pruh pro chodce není stanoven, na římsách jsou pouze revizní chodníky, které neslouží veřejnosti.

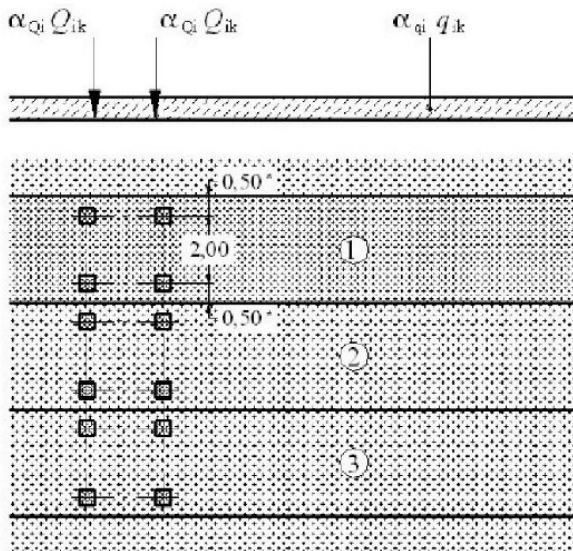
Pruhy jsou vneseny do výpočtového modelu manuálně pomocí speciální aplikace programu.

#### LM1

Model zatížení 1 je složen ze dvou dílčích soustav:

- » soustředěné zatížení od dvojnápravy (TS), každá náprava o tíze  $\alpha_Q Q_k$ , vzdálenost nápravy je 1,20 m,
- » rovnoměrné zatížení (UDL) o tíze na čtvereční metr zatěžovacího pruhu  $\alpha_q q_k$ .

#### Rozmístění zatěžovacích pruhů na mostní konstrukci



### Hodnoty zatížení pro LM1

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	$Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ nebo $q_{rk}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č.1	300	9
Pruh č.2	200	2,5
Pruh č.3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha	0	2,5

### Součinitelé pro LM1

Skupina pozemních komunikací	$\alpha_{Q1}$ [-]	$\alpha_{Q2}$ [-]	$\alpha_{Q3}$ [-]	$\alpha_{q1}$ [-]	$\alpha_{q2}$ [-]	$\alpha_{q(q>2)}$ [-]	$a_{qr}$ [-]
1	1	1	1	1	2,4	1,2	1,2
2	0,8	0,8	0,8	0,45	1,6	1,6	1,6

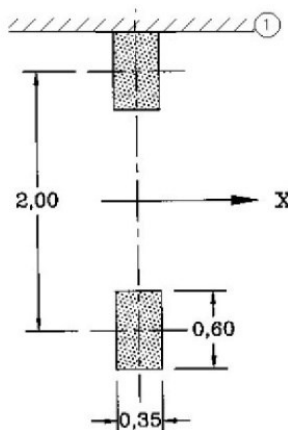
### Použití při výpočtu

Při posouzení konstrukce se uvažuje TS i UDL pro všechny stanovené zatěžovací pruhy. Součinitelé jsou uvažovány pro skupinu pozemních komunikací 1.

### LM2

Model zatížení LM2 je tvořen jednou nápravovou silou  $\beta_Q Q_{ak}$ , kde  $Q_{ak}$  je rovna 400 kN včetně dynamického součinitele, která může působit v kterémkoliv místě na vozovce. Avšak v případě potřeby se může uvažovat pouze jedno kolo působící silou 200 kN.

### Zobrazení zatěžovacího modelu LM2



### Legenda

- X podélná osa mostu
- 1 obrubník

### Hodnoty součinitele $\beta_Q$

Skupina pozemních komunikací	$\beta_Q$
1	0,8
2	0,65

### Použití při výpočtu

Zatěžovací model LM2 je použit pro lokální posouzení konstrukce při návrhu spráhující desky.

### LM3

Model zatížení LM3 je soubor soustav nápravových sil představující zvláštní vozidla, která mohou jezdit po trasách, kde je povoleno výjimečné zatížení.

### Použití při výpočtu

Pro posouzení nosné konstrukce v příčném směru je uvažováno zvláštní vozidlo pro silnice I. třídy a II. třídy.

Celková tíha	1800 kN
Označení	1800/200
Nápravy	n=9×200 kN, e=1,50 m
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů podle A.3 (2), přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy ±0,50m
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální (≤70 km/hod)
Dynamický součinitel	Ano, φ=1,25
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě

#### LM4

Zatížení tímto modelem pro výpočet reakcí ani pro globální posouzení v podélném směru nerozhoduje a není proto uvažováno.

#### Brzdné a rozjezdové síly

Brzdná síla  $Q_{lk}$  se musí uvažovat jako podélná síla působící v úrovni povrchu vozovky. Charakteristická hodnota od LM1, omezena na 900 kN pro celou šířku mostu, se má vypočítat jako část celkového maximálního svislého zatížení modelu zatížení 1 umístěného na zatěžovacím pruhu číslo 1 takto:

$$Q_{lk,LM1} = 0,60\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,10\alpha_{q1}q_{1k}w_1L,$$

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

Pokud se se při výpočtu uvažuje zatěžovací model LM3, u něhož je dovolená rychlost na mostní konstrukci maximálně 70 km/h, mají se uvažovat vodorovné účinky i od tohoto zatížení. Síly se stanoví dle vzorce:

$$Q_{lk,LM3} = 0,60 Q_{LM3} + 0,10\alpha_{q2}q_{2k}w_1L,$$

$$180\alpha_{q1}(\text{kN}) \leq Q_{lk} \leq 600(\text{kN}).$$

#### Použití při výpočtu

$w_1$ [m]	2,75
$L_{NK}$ [m]	67,00
$L_{model}$ [m]	65,00

$Q_{LM1}$ [kN]	300
$Q_{LM3}$ [kN]	1800
$\alpha_{Q1}$ [-]	1
$\alpha_{q1}$ [-]	1
$\alpha_{q2}$ [-]	2,4
$q_{1k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	9
$q_{2k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2,5

Model	LM1	LM3
$Q_{lk,lower}$ [kN]	180	180
$Q_{lk,upper}$ [kN]	900	600
$Q_{lk}'$ [kN]	526	1191
$Q_{lk}$ [kN]	526	600
$Q_{lk}$ [kN/m]	<b>8,09</b>	<b>9,23</b>

Výsledná síla je aplikována na konstrukci jako rovnoměrné spojité zatížení v zatěžovacím pruhu ve směru +X i -X.

#### Odstředivé síly

Vedení komunikace na mostě se nachází v přímém úseku; odstředivé síly nevznikají.

#### 4.2.2 Zatížení sněhem

Dle ČSN EN 1991-1-3 [3N].

Se zatížením sněhem na mostní konstrukci není uvažováno, výstavba proběhne v letní stavební sezóně.

#### 4.2.3 Zatížení větrem

Dle ČSN EN 1991-1-4 [4N].

U mostních konstrukcí, u kterých není nutnost výpočtu dynamické odezvy, lze zjednodušeně stanovit sílu větru dle vzorce

$$F_w = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C A_{ref,x},$$

kde  $\rho$  je měrná hmotnost vzduchu (doporučená hodnota 1,25 kg/m<sup>3</sup>),  $v_b$  je základní rychlost větru,  $C$  je součinitel zatížení větrem,  $A_{ref,x}$  je referenční plocha.

Základní rychlost se vypočítá z výrazu

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0}$$

kde  $c_{dir}$  je součinitel směru větru (doporučená hodnota v ČR je 1,0),  $c_{season}$  je součinitel ročního období (doporučená hodnota v ČR je 1,0),  $v_{b,0}$  je výchozí základní rychlost větru (pro mosty pozemních komunikací je rychlost 23 m/s).

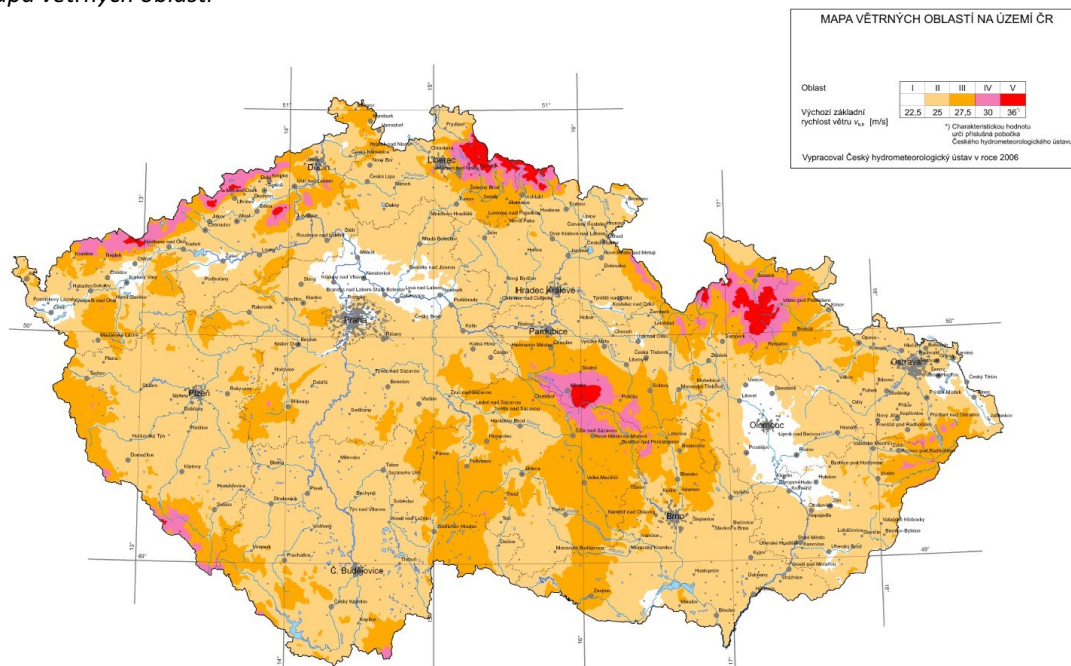
Součinitel zatížení větrem  $C$  se stanoví dle

$$C = c_e c_{f,x}$$

kde  $c_e$  je součinitel expozice uvedený v kapitole 4.5 a  $c_{f,x}$  je uveden v kapitole 8.3.1.

Výpočet dynamické odezvy není obecně nutný pro mostní objekty s rozpětím menším než 40 m a pokud mají tvar příčného řezu definován v obrázku 8.1.

### Mapa větrných oblastí



### Použití při výpočtu

Rozpětí mostu 30,0 m, respektivě 17,5 m pro krajní pole je menší jak 40 m a tvar příčného řezu odpovídá jednomu ze schémat na obrázku 8.1; výpočet dynamické odezvy není nutný.

Pro zjednodušený výpočet síly od větru jsou stanoveny následující výchozí hodnoty:

$$v_{b,0} = 25 \text{ km/hod,}$$

$$c_e = 2,15 \leftarrow \text{pro kategorii terénu II,}$$

$$c_{f,x} = 1,30 \leftarrow \text{pro } \frac{b}{d_{tot}} = \frac{14,85}{3,46} = 3,46,$$

$$A_{ref,x} = d_{tot} L = 2,06 \cdot 1,00 = 2,06 \text{ m}^2 \text{ (1 běžný metr).}$$

Základní rychlost větru je

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 23,0 = 23 \text{ m/s,}$$

Součinitel zatížení větrem

$$C = c_e c_{f,x} = 2,15 \cdot 1,30 = 2,80,$$

Síla větru na 1 běžný délkový metr mostu

$$F_w = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 2,80 \cdot 2,06 = 2,25 \text{ kN/m.}$$

Výsledná síla je aplikována jako rovnoměrné spojitě zatížení na boční stranu konstrukce v požadované výšce ve směru Y.

$v_{b,0}$ [m/s]	25
$v_{b,0}^*$ [m/s]	23
$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1,25
$c_{dir}$ [-]	1
$c_{dseason}$ [-]	1
$z$ [m]	7,00
$c_e$ [-]	2,15
Terén	II
Typ	a

Doprava	silnice
$l$ [m]	1
$b$ [m]	14,85
$d$ [m]	1,46
$d_{1,left}$ [m]	0,30
$d_{1,right}$ [m]	0,30
$d_{traffic}$ [m]	2,00

Zatížení	bez dopravy	s dopravou
$d_{tot}$ [m]	2,06	3,46
$b/d_{tot}$ [-]	7,21	4,29
$v_b$ [m/s]	25	23
$c_{f,x,0}$ [-]	1,30	1,30
$C$ [-]	2,80	2,80
$A_{ref,x}$ [m <sup>2</sup> ]	2,06	3,46
$q_b$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1,09	0,92
$F_{w,k}$ [kN/m]	2,25	—
$F_w^*$ [kN/m]	—	<b>3,20</b>
$\Psi_0 F_{w,k}$ [kN/m]	1,35	—

$\Psi_0 F_{w,k} \leq F_w^*$	1,35 ≤ 3,2 OK
$F_{w,k}$ [kN/m]	<b>2,25</b>

#### 4.2.4 Teplota

Dle ČSN EN 1991-1-5 [5N].

##### Rovnoměrná složka

Rovnoměrná složka teploty se určí následujícím postupem: z izoterm se určí minimální ( $T_{min}$ ) a maximální ( $T_{max}$ ) teplota vzduchu ve stínu; v závislosti na typu konstrukce se dle vzorce

$$\text{pro } -50^{\circ}\text{C} \leq T_{min} \leq 0^{\circ}\text{C} \begin{cases} 1. \text{ typ} \rightarrow T_{min} - 3^{\circ}\text{C} \\ 2. \text{ typ} \rightarrow T_{min} + 4,5^{\circ}\text{C}, \text{ pro } 30^{\circ}\text{C} \leq T_{max} \\ 3. \text{ typ} \rightarrow T_{min} + 8^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

$$\leq 50^{\circ}\text{C} \begin{cases} 1. \text{ typ} \rightarrow T_{max} + 16^{\circ}\text{C} \\ 2. \text{ typ} \rightarrow T_{max} + 4,5^{\circ}\text{C}, \\ 3. \text{ typ} \rightarrow T_{max} + 1,5^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

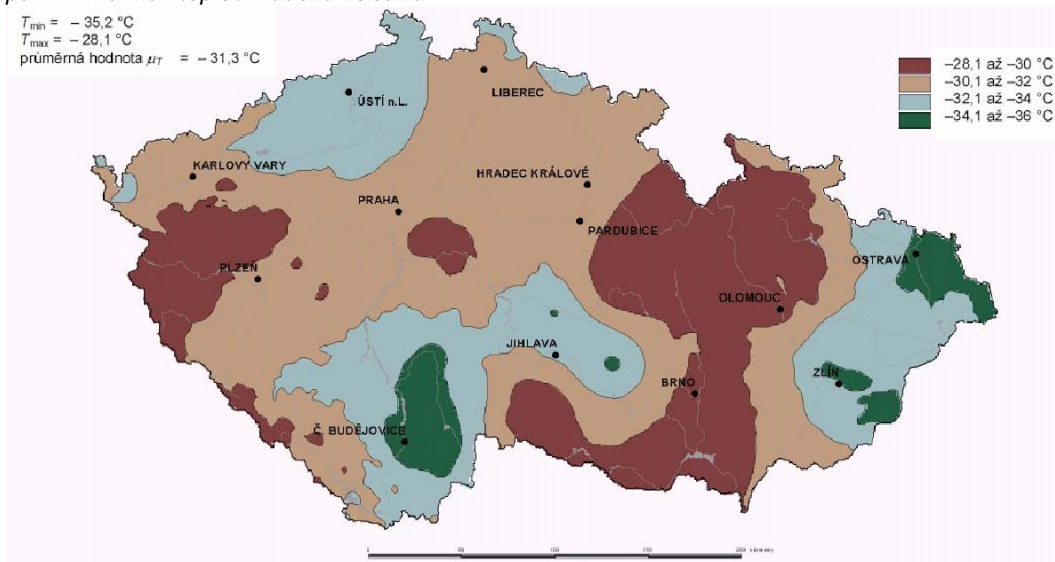
určí minimální ( $T_{e,min}$ ) a maximální ( $T_{e,max}$ ) rovnoměrné složky teploty mostu, charakteristické hodnoty maximálního rozsahu rovnoměrné složky pro ochlazení se stanoví dle

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$

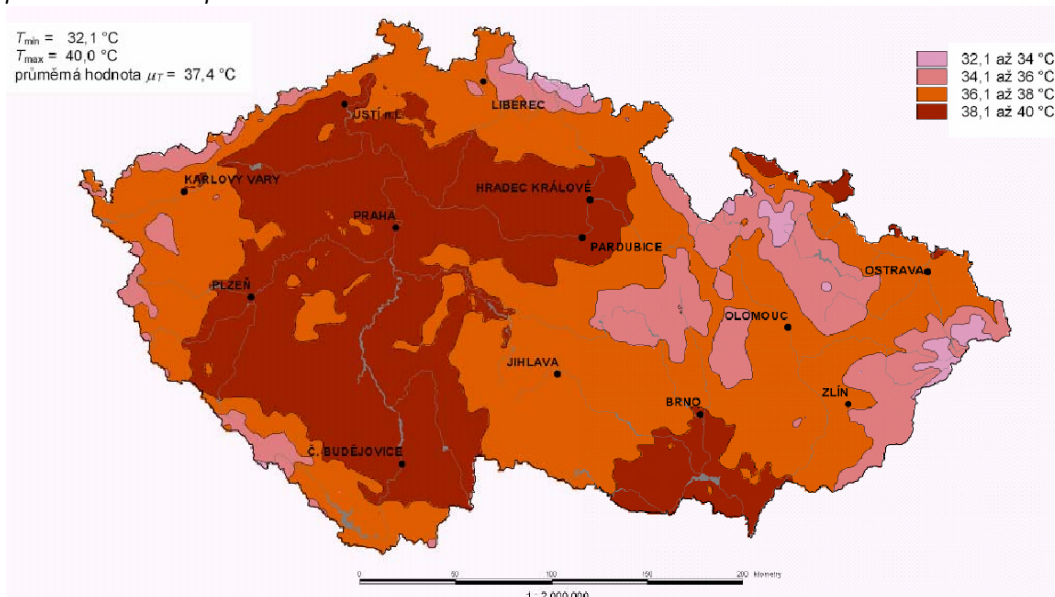
a pro oteplení

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0.$$

Mapa minimálních teplot vzduchu ve stínu



Mapa maximálních teplot vzduchu ve stínu



### Použití při výpočtu

Most je zařazen do 2. typu konstrukce (ocelobetonové konstrukce).  $T_0$  je uvažována dle normy  $10^\circ\text{C}$ . Pro oblast, ve které je lokalizován mostní objekt jsou určeny z izoterm následující maxima teploty vzduchu:  $T_{min} = -30^\circ\text{C}$  a  $T_{max} = 40^\circ\text{C}$ . Při instalaci ložisek se uvažuje známá teplota.

Minimální teplota ve stínu

$$-50^\circ\text{C} < -30 < 0^\circ\text{C} \rightarrow 3. \text{ typ} \rightarrow T_{e,min} = T_{min} + 8^\circ\text{C} = -30 + 8 = -22^\circ\text{C},$$

maximální teplota ve stínu

$$30^\circ\text{C} < 38 < 50^\circ\text{C} \rightarrow 3. \text{ typ} \rightarrow T_{e,max} = T_{max} + 1,5^\circ\text{C} = 38 + 1,5 = 39,5^\circ\text{C}.$$

Rovnoměrná složka pro ochlazení je

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10 - 22 = 32^\circ\text{C};$$

Rovnoměrná složka pro oteplení je

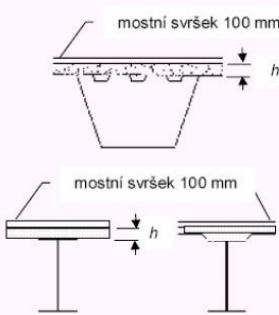
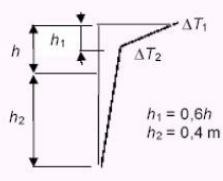
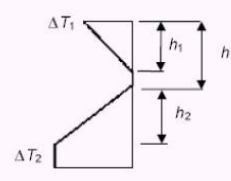
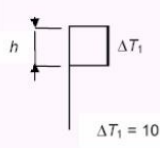
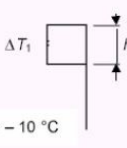
$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 39,5 - 10 = 29,5^\circ\text{C}.$$

Hodnoty jsou do statického výpočtu vneseny pomocí speciální aplikace v MIDASu.

### Nerovnoměrná složka

Rozdílové složky teploty se dle národního dodatku pro Českou republiku určí postupem 2, který stanovuje svislé složky teploty nelineárními účinky.

Pro spřažené konstrukce (typ 2) se rozdílové teploty stanoví dle následujícího obrázku.

Typ konstrukce	Rozdíly teplot $\Delta T$																			
	(a) oteplení	(b) ochlazení																		
 <p>2. Betonová mostovka na ocelových komorových, příhradových nebo plnostěnných nosnících</p>	<p>Běžný postup</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>h [m]</th> <th><math>\Delta T_1</math> [°C]</th> <th><math>\Delta T_2</math> [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2</td> <td>13</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>16</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	h [m]	$\Delta T_1$ [°C]	$\Delta T_2$ [°C]	0,2	13	4	0,3	16	4	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>h [m]</th> <th><math>\Delta T_1</math> [°C]</th> <th><math>\Delta T_2</math> [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2</td> <td>-3,5</td> <td>-8</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>-5,0</td> <td>-8</td> </tr> </tbody> </table>	h [m]	$\Delta T_1$ [°C]	$\Delta T_2$ [°C]	0,2	-3,5	-8	0,3	-5,0	-8
	h [m]	$\Delta T_1$ [°C]	$\Delta T_2$ [°C]																	
0,2	13	4																		
0,3	16	4																		
h [m]	$\Delta T_1$ [°C]	$\Delta T_2$ [°C]																		
0,2	-3,5	-8																		
0,3	-5,0	-8																		
	<p>Zjednodušený postup</p>  <p><math>\Delta T_1 = 10^\circ\text{C}</math></p>	 <p><math>\Delta T_1 = -10^\circ\text{C}</math></p>																		

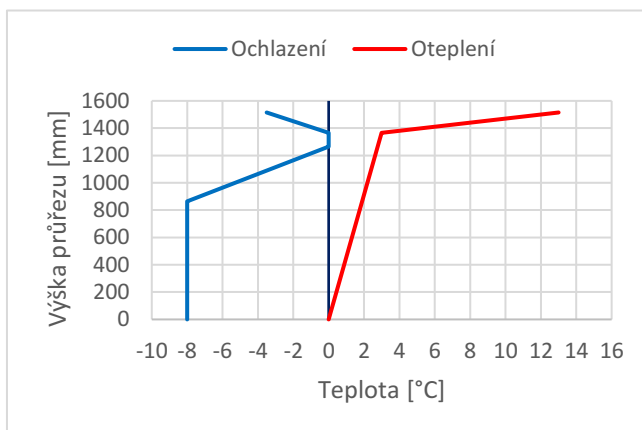
POZNÁMKA Pro ocelobetonové mosty lze použít výše uvedený zjednodušený postup, který poskytuje horní mez účinku teploty. Hodnoty  $\Delta T$  jsou informativní, mohou se použít, jestliže nejsou v národní příloze uvedeny konkrétní hodnoty.

### Použití při výpočtu

Pro ověření konstrukce jsou použity následující hodnoty nerovnoměrné teploty:

i	Oteplení		Ochlazení	
	$h_i$ [mm]	$\Delta T_i$ [°C]	$h_i$ [mm]	$\Delta T_i$ [°C]
1	150	13,0	150	-3,5
2	-	3,0	250	0,0
3	-	0,0	400	-8,0
4	-	-	0	-8,0

Hodnoty jsou do statického výpočtu vneseny pomocí speciální aplikace v MIDASu.





#### 4.2.5 Vratné síly

##### Tření v ložiskách

Součinitel tření  $\mu_{\max}$  je uvažován 0,04 dle ČSN EN 1337-2 kapitoly 6.7 tabulky 11.

#### 4.2.6 Staveništní zatížení

Dle ČSN EN 1991-1-6 [6N].

Staveništní zatížení, které reprezentuje osoby s malým staveništním vybavením, je uvažováno 1 kN/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.7 Mimořádné zatížení

Dle ČSN EN 1991-1-7 [7N].

Nárazová síla od nárazu do opěry se neuvažuje – pod mostem není stálý silniční provoz.

Nárazová síla od nárazu do nosné konstrukce se neuvažuje – pod mostem není stálý silniční provoz.

Síla od nárazu vozidla na obrubník a na svodidla je v rámci diplomové práce zanedbáno.

#### 4.2.8 Seizmické zatížení

Dle ČSN EN 1998-1 [16N].

Účinky od přírodní seizmicity se při posouzení nosné konstrukce uvažují:

- » na základě zařazení mostu do seizmické oblasti definované v národním dodatku normy
- » součinitelů významu stavby  $\gamma_I$
- » a součinitele podloží  $S$ .

Z těchto veličin se pak stanoví součin

$$a_g \cdot S = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S.$$

Konstrukce mohou být zařazeny do těchto seizmicit:

- » oblast se seizmicitou větší než malou, kdy  $a_g \cdot S$  je větší než 0,10  $g$
- » malá seizmicita, kdy  $a_g \cdot S$  není větší než 0,10  $g$ ;
- » velmi malá seizmicita, kdy  $a_g \cdot S$  není větší než 0,05  $g$ .

V případě oblasti se seizmicitou větší než malou se zatížení určí dle normy, u malé seizmicity lze účinky od tohoto zatížení řešit zjednodušeně, v případě velmi malé seizmicity lze toto zatížení zanedbat.

##### Mapa seizmických oblastí České republiky

ČSN EN 1998-1/24



##### Použití při výpočtu

Pro mostní konstrukci jsou stanoveny následující parametry:

$$a_{gR} = 0,00 - 0,02 g$$

(okres Nymburk),

$$\gamma_I = 1,0 \text{ (pro mosty)}$$

$$S = 1,0.$$

Součin je pak  $a_g \cdot S = 0,02 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,02 g$ .

Součin  $a_g \cdot S$  je menší jak 0,05  $g$ ; účinky od přírodní seizmicity se nemusí uvažovat; postačuje zajistit prostorovou tuhost konstrukce.

## 5 Kombinace

### 5.1 Sestavy zatížení

Dle ČSN EN 1991-2 [8N] tab. 4.4a.

*Sestavy zatížení dopravou na mostech pozemních komunikací*

Typ zatížení		Vozovka					Chodníky a cyklistické pruhy	
		Svislé síly			Vodorovné zatížení		Pouze svislé zatížení	
Odkaz		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Zatěžovací systém		LM1 (dvojnáprava a rovnoměrné zatížení)	LM2 (jednotlivá náprava)	LM3 (zvláštní vozidla)	LM4 (zatížení davem lidí)	Brzdné a rozjezdové síly	Odstředivé a příčné síly	rovnoměrné zatížení
Sestavy zatížení	gr1a	charakter. hodnoty				-	-	kombinační hodnota
	gr1b		charakter. Hodnota					
	gr2	časté hodnoty				charakter. hodnota	-	
	gr3							charakter. hodnota
	gr4				charakter. hodnota			charakter. hodnota
	gr5	viz ČSN EN 1991-2 příloha A NP16)		charakter. hodnota		9,23 kN/m	-	
Hlavní složka zatížení (označená jako složka příslušející k sestavě)								

### 5.2 Součinitelé

Dle [1N] tab. A2.1.

*Doporučené hodnoty součinitelů  $\Psi$  pro mosty pozemních komunikací*

Zatížení	Značka	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	
Zatížení dopravou (viz EN 1991-2 Tabulka 4.4)	gr1a	TS (dvojnápravy)	0,75	0,75	0
		UDL (rovnoměrné zatížení)	0,40	0,40	0
		Zatížení chodci + zatížení cyklisty	0,40	0,40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)	0	0,75	0	
	gr2 (vodorovné síly)	0	0	0	
	gr3 (zatížení chodci)	0	0,40	0	
	gr4 (LM4 (zatížení davem lidí))	0	-	0	
gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))	0	-	0		
Zatížení větrem	Fw,k	Trvalé návrhové situace	0,60	0,20	0
		Provádění	0,80	-	0
	Fw	1,00	-	-	
Zatížení teplotou	Tk	0,60	0,60	0,50	
Zatížení sněhem	QSn,k	0,80	-	-	
Staveništní zatížení	Qc	1,00	-	1,00	

## 5.3 Kombinace

### 5.3.1 Mezní stav únosnosti

Pro mezní stavy jsou uvažovány kombinace v [1N] 6.10 popřípadě 6.10a a 6.10b.

#### 6.10

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

#### 6.10a

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

#### 6.10b

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Pro posouzení nosné konstrukce na mezní stav únosnosti byly namodelovány všechny tři kombinace. Vzhledem k pokročilejšímu stupni projektové dokumentace se ve statickém výpočtu vybíralo z nejnepříznivější kombinace, která byla **6.10a**.

### 5.3.2 Mezní stav použitelnosti

Dle [1N].

#### 6.14b – Charakteristická kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

#### 6.15b – Častá kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

#### 6.16b – Kvazistálá kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

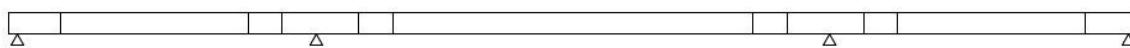
## 6 Fáze výstavby

Ve výpočetním modelu nosné konstrukce je zohledněn předpokládaný postup výstavby, výstavba nosné konstrukce je uvažovaná v pěti základních stavebních fázích:

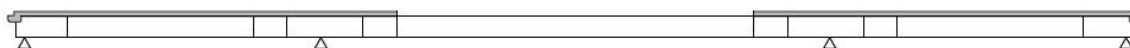
- » v první fázi výstavby budou osazeny ocelové nosníky
- » ve druhé fázi bude provedena betonáž desky na krajních polích
- » ve třetí fázi bude provedena betonáž desky ve středním poli
- » ve čtvrté fázi bude aktivováno ostatní stálé zatížení, uvedení do provozu
- » v páté fázi na konci životnosti

### 6.1 Schéma výstavby

CS1 – osazení nosníků



CS2 – betonáž desky na krajních polích



CS3 – betonáž desky ve středním poli – zmonolitnění konstrukce



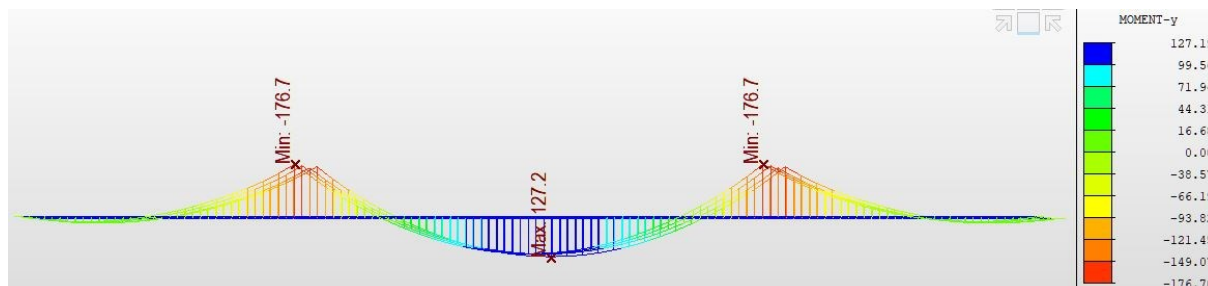
## 7 Výpočet vnitřních sil

Výpočet vnitřních sil proběhl ve specializovaném softwaru **midas Civil 2020 (v3.2)**.

### 7.1 Hodnoty vnitřních sil – montážní stav

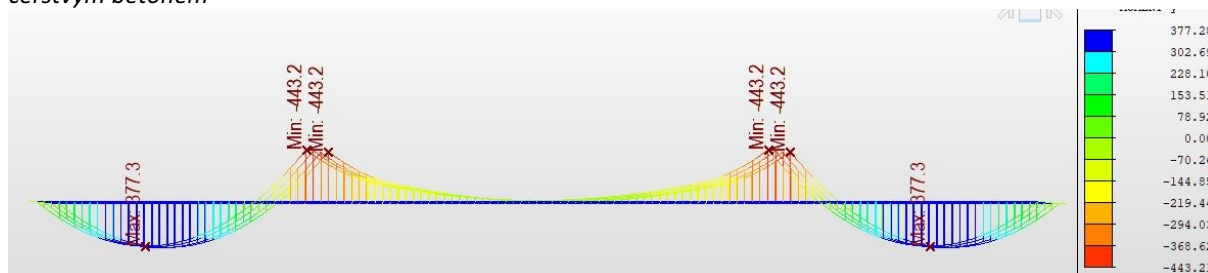
#### 7.1.1 Ocelový průřez

*Montážní stav – Momenty od vlastní tíhy ocelových nosníků*



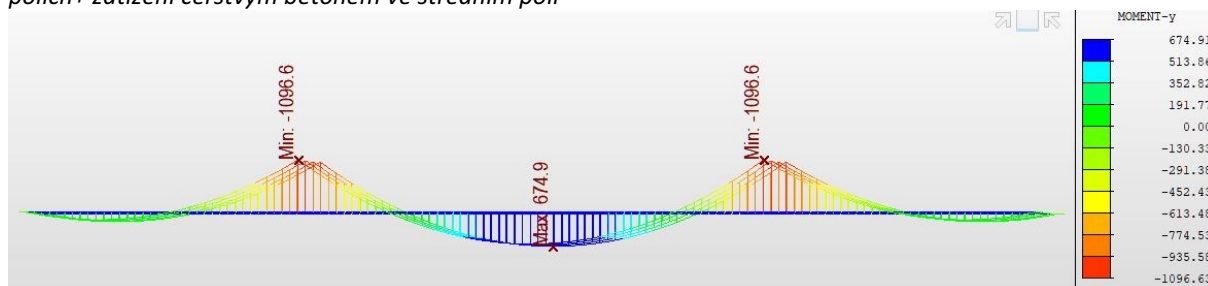
#### 7.1.2 Ocelový průřez zatížený betonem

*Montážní stav – betonáž krajních desek – Momenty od vlastní tíhy ocelových nosníků + krajní pole zatížená čerstvým betonem*



Nad podporou je celkový ohybový moment **-443,2 kNm**, který se skládá z momentu od vlastní tíhy nosníku **-176,7 kNm** a od tíhy čerstvého betonu **-266,5 kNm**. Ve středu krajních polí je celkový ohybový moment **377,3 kNm**, který tvoří vlastní tíha ocelových nosníků **10 kNm** a tíha čerstvého betonu **367,3 kNm**.

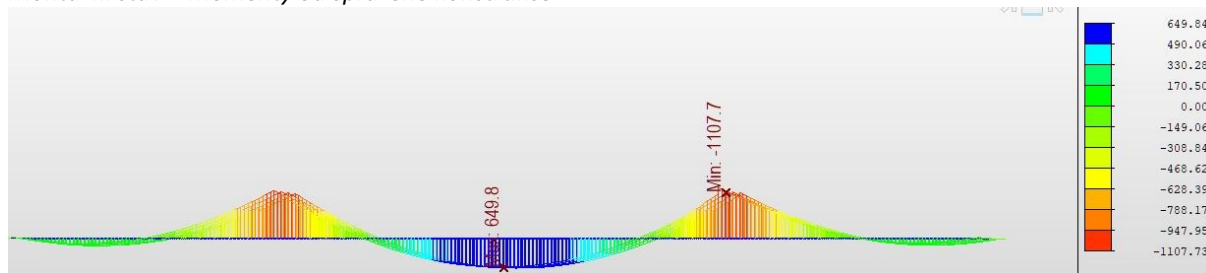
*Montážní stav – Betonáž středního pole - Momenty od vlastní tíhy ocelových nosníků + tíha betonu na krajních polích+ zatížení čerstvým betonem ve středním poli*



Nad podporou je celkový ohybový moment **-1096,6 kNm**, který se skládá z momentu od vlastní tíhy nosníku **-176,7 kNm** a od tíhy betonu ve stáří 7 dní **-266,5 kNm** a od tíhy čerstvého betonu aplikovaného ve středním poli **-653,4 kNm**. Ve středním poli je celkový ohybový moment **674,9 kNm**, který tvoří vlastní tíha ocelových nosníků **127,2 kNm** a tíha čerstvého betonu **547,7 kNm**.

### 7.1.3 Kompozitní průřez

#### Montážní stav – Momenty od spřažené konstrukce

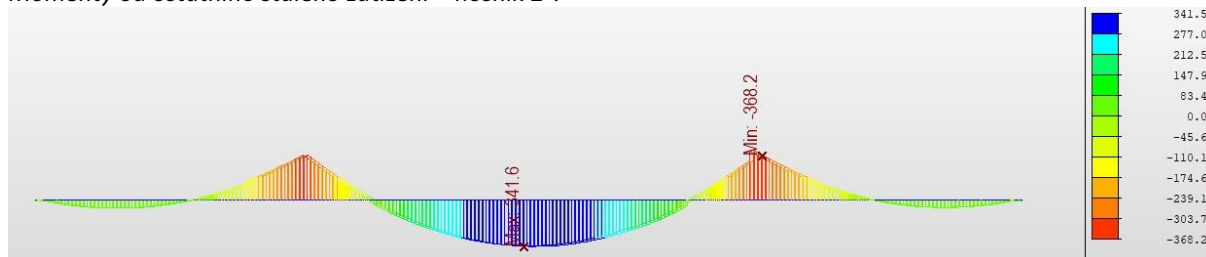


Nad podporou je celkový ohybový moment **-1107,7 kNm**, který se skládá z momentu od vlastní tíhy nosníku **-176,7 kNm** a od tíhy zatvrdlého betonu **-931,0 kNm**. Ve středním poli je celkový ohybový moment **649,8 kNm**, který tvoří vlastní tíha ocelových nosníků **127,2 kNm** a tíha zatvrdlého betonu **522,6 kNm**.

### 7.2 Hodnoty vnitřních sil – ostatní stálé zatížení

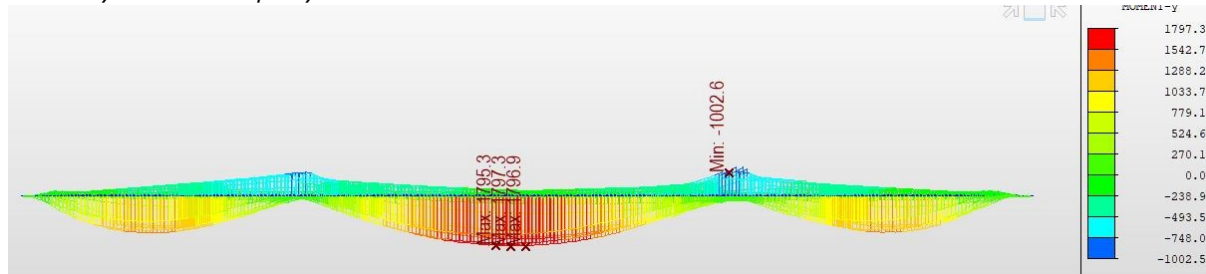
Pro posouzení konstrukce se stálým zatížením se budou uvažovat střední nosníky.

#### Momenty od ostatního stálého zatížení – nosník 2-7

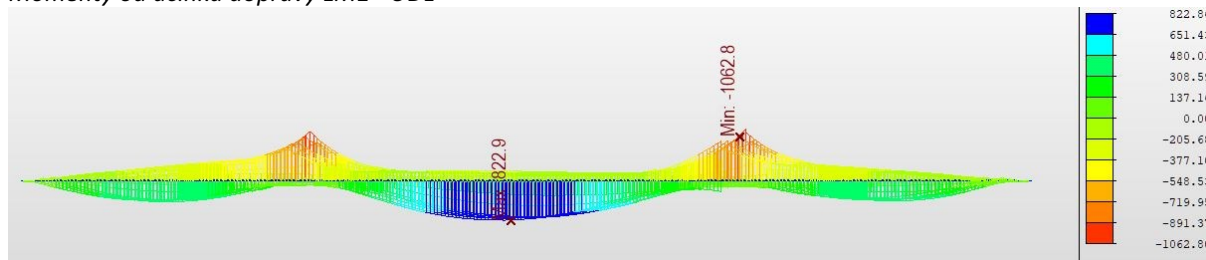


Pro posouzení omezení napětí je uvažovaná hodnota od stálého zatížení **341,6 kNm** na nosníku č. 2-7.

#### Momenty od účinku dopravy LM1– TS

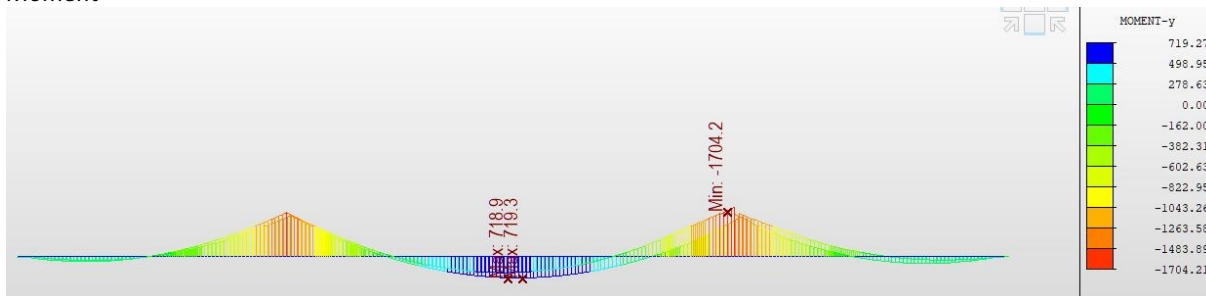


#### Momenty od účinku dopravy LM1– UDL



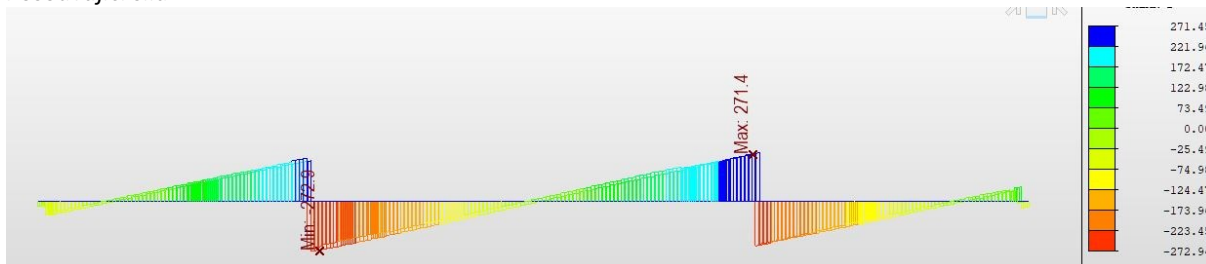
### 7.3 Hodnoty vnitřních sil – začátek životnosti

#### Moment



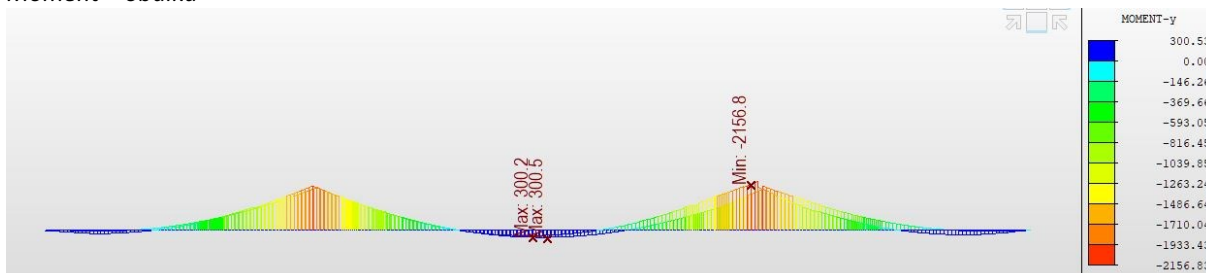
Pro posouzení jsou vybrány nosníky středové nosníky č. 4 a 5, kde bylo dosaženo maximálního kladného momentu **719,3 kNm** a maximálního záporného momentu **-1704,2 kNm**.

#### Posouvající síla



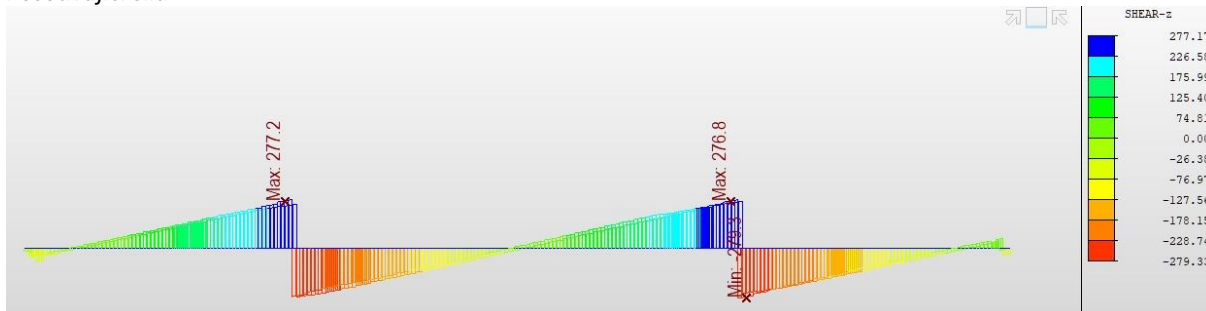
### 7.4 Hodnoty vnitřních sil – konec životnosti

#### Moment – obálka



Pro posouzení jsou vybrány nosníky středové nosníky č. 4 a 5, kde bylo dosaženo maximálního kladného momentu **300,5 kNm** a maximálního záporného momentu **-2156,8 kNm**.

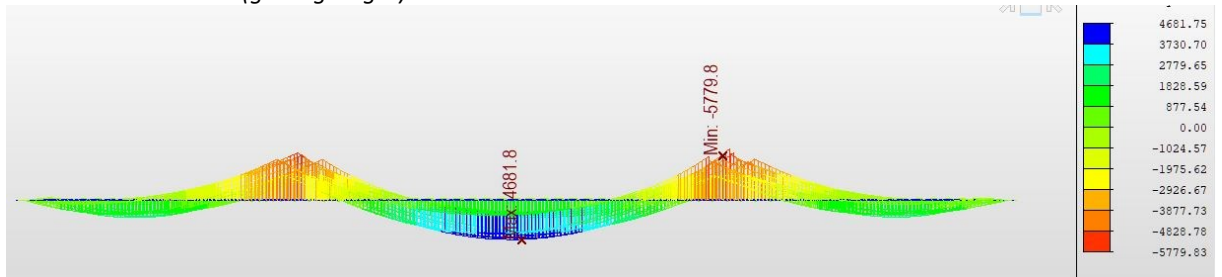
#### Posouvající síla



## 7.5 MSÚ – komb. 6.10a

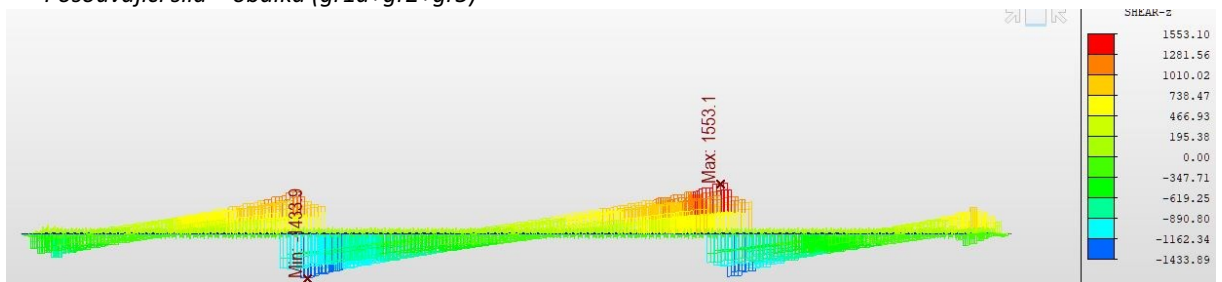
### 7.5.1 Vnitřní síly

Moment – obálka (gr1a+gr2+gr5)



Největší hodnoty kladného momentu **4681,8 kNm** bylo dosaženo na nosníku č.5 v poli, největší záporný moment **-5779,8 kNm** nad podporou nosníku č. 5.

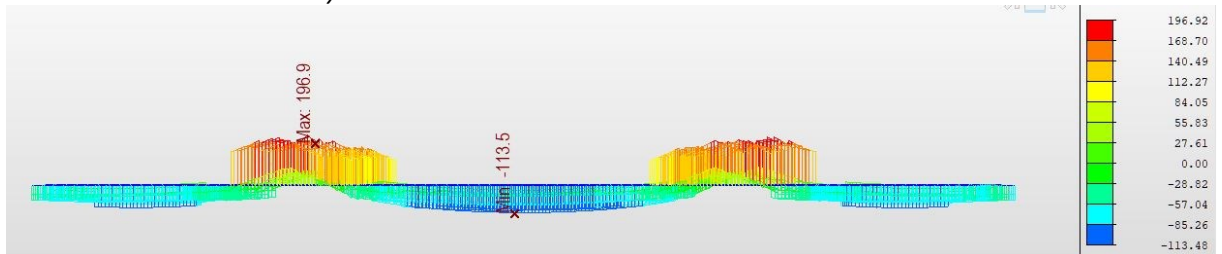
Posouvající síla – obálka (gr1a+gr2+gr5)



Největší hodnoty posouvající síly **1553,1 kN** bylo dosaženo na nosníku č.5.

### 7.5.2 Normálové napětí

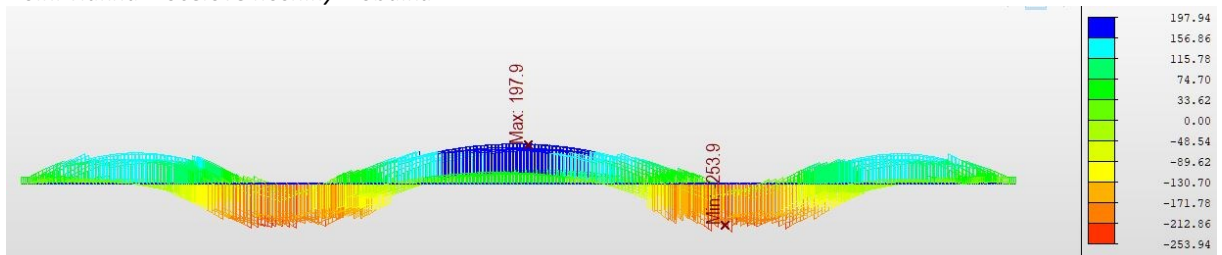
Horní vlákna – ocelové nosníky – obálka



$$\sigma_a^h \max = 196,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h \max = 196,9 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa} = f_{yd}$$

Dolní vlákna – ocelové nosníky – obálka



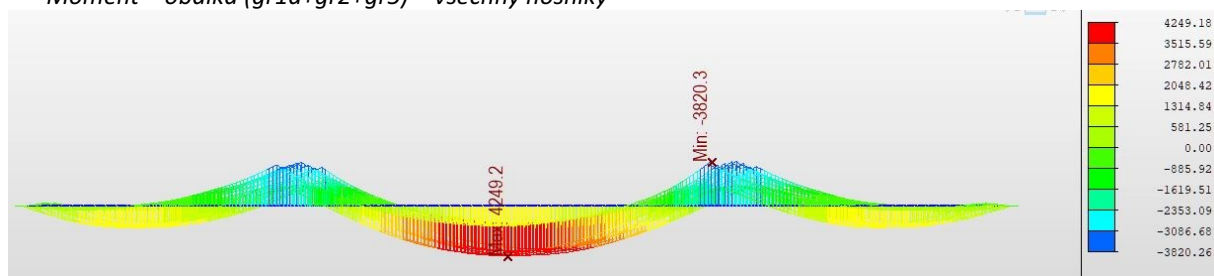
$$\sigma_a^d \max = 197,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d \max = 197,9 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa} = f_{yd}$$

## 7.6 MSP

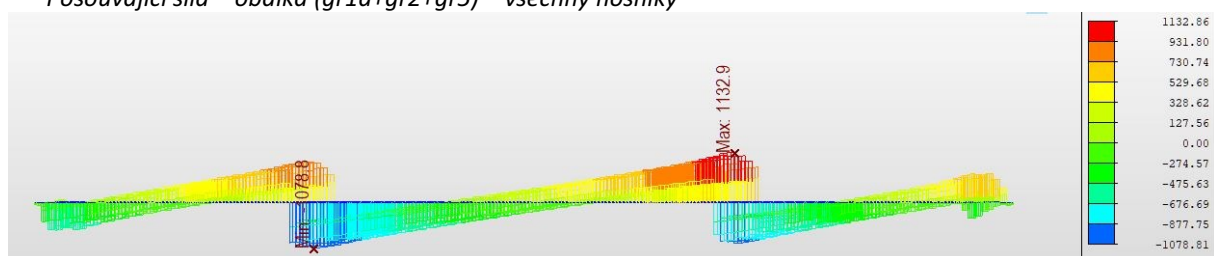
### 7.6.1 Charakteristická kombinace – vnitřní síly

*Moment – obálka (gr1a+gr2+gr5) – všechny nosníky*



Největší hodnoty kladného momentu **4249,2 kNm** bylo dosaženo na nosníku č.6, největší záporný moment **-3820,2 kNm** nad podporou nosníku č. 8.

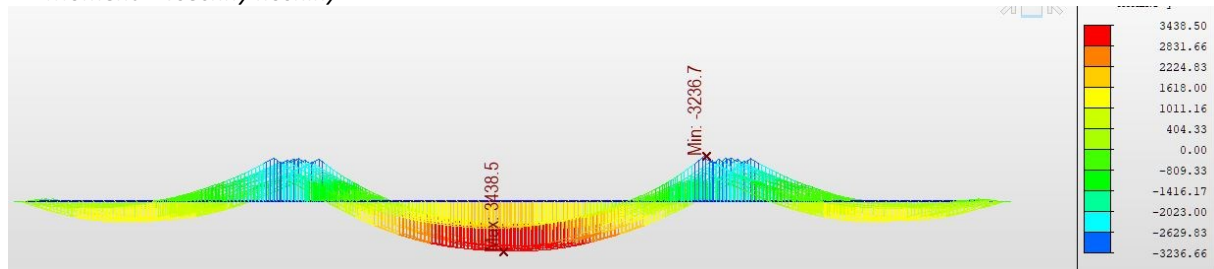
*Posouvající síla – obálka (gr1a+gr2+gr5) – všechny nosníky*



Největší hodnoty posouvající síly **1132,9 kN** bylo dosaženo na nosníku č.5.

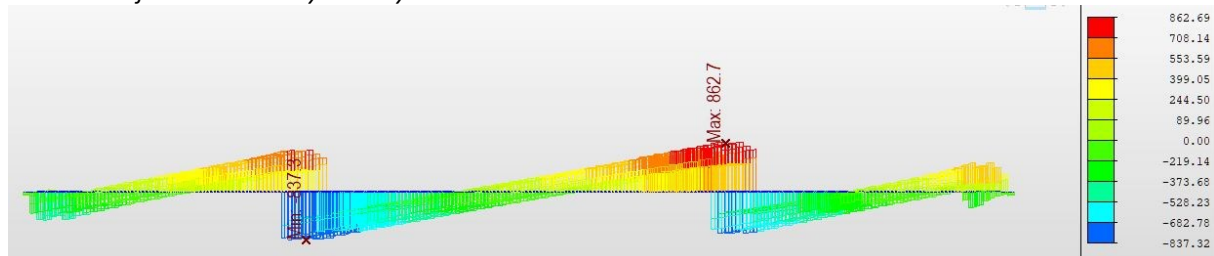
### 7.6.2 Častá kombinace – vnitřní síly

*Moment – všechny nosníky*



Největší hodnoty kladného momentu **3438,5 kNm** bylo dosaženo na nosníku č.6, největší záporný moment **-3236,7 kNm** nad podporou nosníku č. 8.

*Posouvající síla – všechny nosníky*

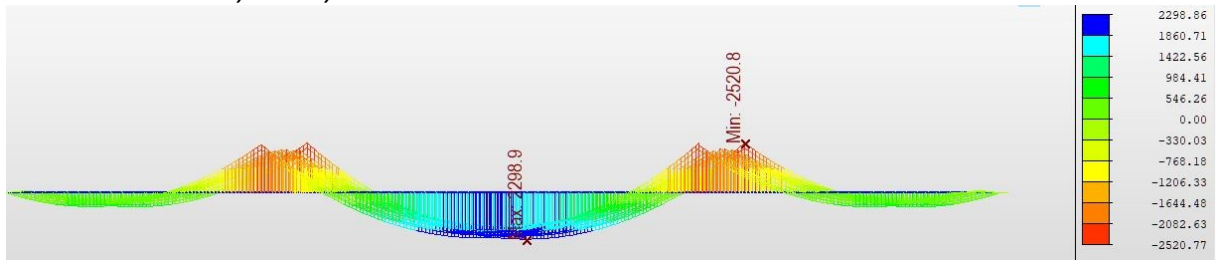


Největší hodnoty posouvající síly **862,7 kN** bylo dosaženo na nosníku č.6.



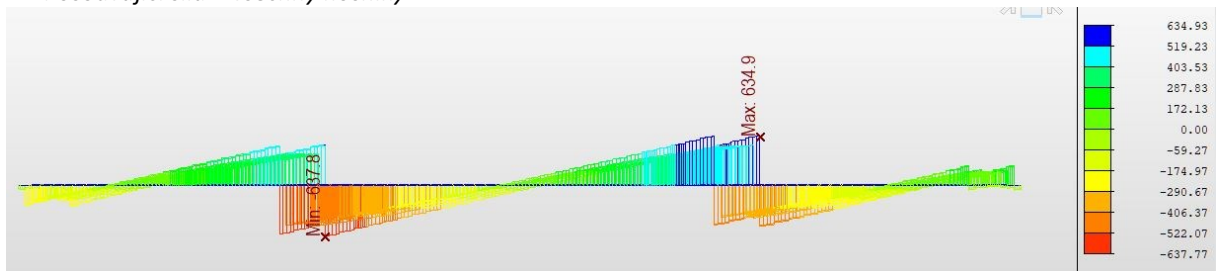
### 7.6.3 Kvazistálá kombinace – vnitřní síly

*Moment – všechny nosníky*



Největší hodnoty kladného momentu **2298,9 kNm** bylo dosaženo na nosníku č.1, největší záporný moment **-2520,8 kNm** nad podporou nosníku č. 1.

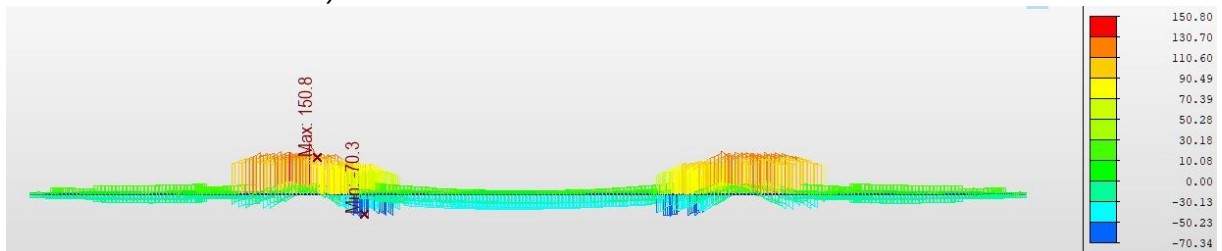
*Posouvající síla – všechny nosníky*



Největší hodnoty posouvající síly **-637,8 kN** bylo dosaženo na nosníku č.1.

### 7.6.4 Normálové napětí v charakteristické kombinaci

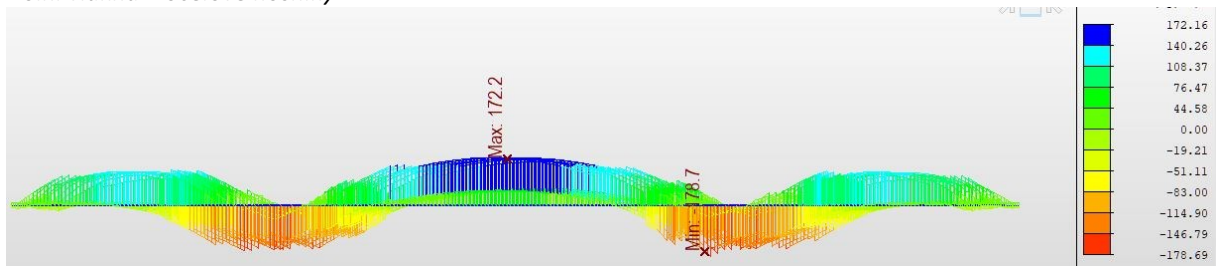
*Horní vlákna – ocelové nosníky*



$$\sigma_a^h \max = 150,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h \max = 150,8 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa} = f_{yd}$$

*Dolní vlákna – ocelové nosníky*



$$\sigma_a^d \max = 172,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d \max = 172,2 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa} = f_{yd}$$

## 8 Nosná konstrukce

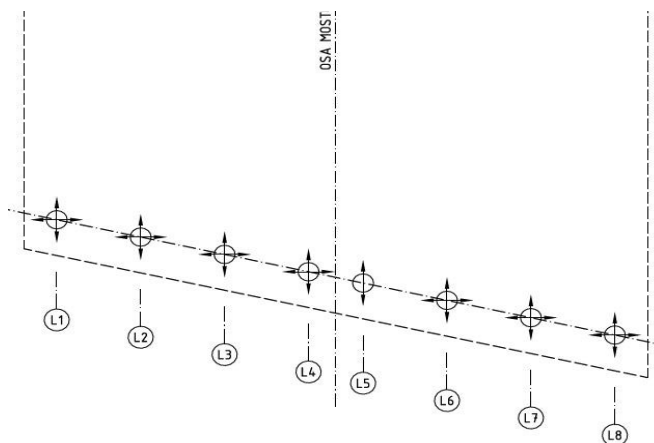
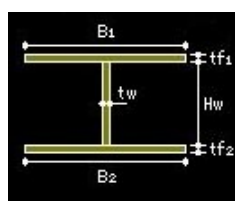
### 8.1 Rozměry průřezů

Rozměry průřezů jsou pouze pro polovinu nosníků, druhá polovina je osově symetrická.

Schéma značení nosníků podélně



Schéma značení nosníků příčně



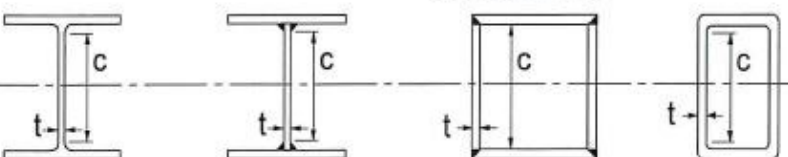
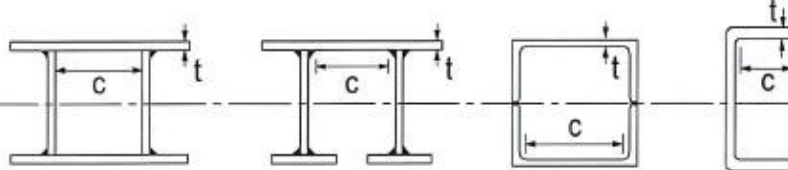
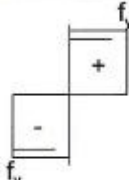
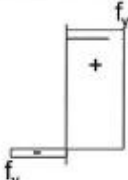
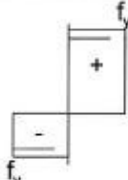
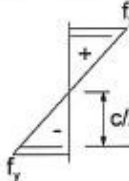
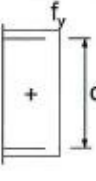

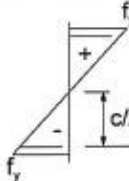
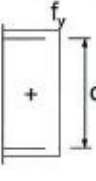

Rozměry průřezů

Nosník	Průřez	Hw [mm]	tw [mm]	B1 [mm]	B2 [mm]	tf1 [mm]	tf2 [mm]	H [mm]	pl 1 [mm <sup>2</sup> ]	pl 2 [mm <sup>2</sup> ]	pl stoj [mm <sup>2</sup> ]	pl celk [mm <sup>2</sup> ]	těžisté Zt [mm]	Zbytek [mm]
4	a	1189	14	300	200	20	20	1229	6000	4000	16646	26646	569,127	659,873
	b	1179	12	200	300	20	30	1229	4000	9000	14148	27148	721,571	507,429
	c	1189	12	200	250	20	20	1229	4000	5000	14268	23268	640,480	588,520
	d	1164	14	300	350	30	35	1229	9000	12250	16296	37546	664,492	564,508
	e	1144	16	400	450	40	45	1229	16000	20250	18304	54554	659,047	569,953
	f	1169	12	200	420	20	40	1229	4000	16800	14028	34828	827,815	401,185
	g	1174	12	200	350	20	35	1229	4000	12250	14088	30338	772,374	456,626
3	a	1139	14	300	200	20	20	1179	6000	4000	15946	25946	544,830	634,170
	b	1129	12	200	300	20	30	1179	4000	9000	13548	26548	694,395	484,605
	c	1139	12	200	250	20	20	1179	4000	5000	13668	22668	615,065	563,935
	d	1114	14	300	350	30	35	1179	9000	12250	15596	36846	638,284	540,716
	e	1094	16	400	450	40	45	1179	16000	20250	17504	53754	632,771	546,229
	f	1119	12	200	420	20	40	1179	4000	16800	13428	34228	797,380	381,620
	g	1124	12	200	350	20	35	1179	4000	12250	13488	29738	743,775	435,225
2	a	1074	14	300	200	20	20	1114	6000	4000	15036	25036	513,303	600,697
	b	1064	12	200	300	20	30	1114	4000	9000	12768	25768	658,916	455,084
	c	1074	12	200	250	20	20	1114	4000	5000	12888	21888	581,991	532,009
	d	1049	14	300	350	30	35	1114	9000	12250	14686	35936	604,144	509,856
	e	1029	16	400	450	40	45	1114	16000	20250	16464	52714	598,554	515,446
	f	1054	12	200	420	20	40	1114	4000	16800	12648	33448	757,524	356,476
	g	1059	12	200	350	20	35	1114	4000	12250	12708	28958	706,374	407,626
1	a	1074	14	300	200	20	20	1114	6000	4000	15036	25036	513,303	600,697
	b	1064	12	200	300	20	30	1114	4000	9000	12768	25768	658,916	455,084
	c	1074	12	200	250	20	20	1114	4000	5000	12888	21888	581,991	532,009
	d	1049	14	300	350	30	35	1114	9000	12250	14686	35936	604,144	509,856
	e	1029	16	400	450	40	45	1114	16000	20250	16464	52714	598,554	515,446
	f	1054	12	200	420	20	40	1114	4000	16800	12648	33448	757,524	356,476
	g	1059	12	200	350	20	35	1114	4000	12250	12708	28958	706,374	407,626

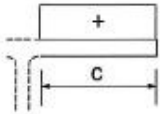
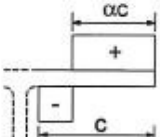
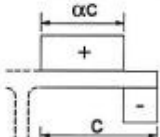
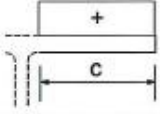
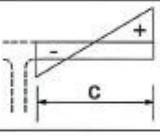
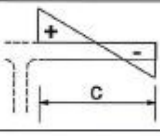
## 8.2 Klasifikace průřezu

Klasifikace průřezů dle ČSN EN 1993-1-1 [11N] tab. 5.2

**Tabulka 5.2 (list 1 ze 3) – Největší poměry šířky a tloušťky tlačných částí**

Vnitřní tlačné části						
				Osa ohybu		
				Osa ohybu		
Třída průřezu	Ohýbaná část	Tlačená část	Tlačená a ohýbaná část			
1						
2						
3						
$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Tabulka 5.2 (list 2 ze 3) – Největší poměry šířky a tloušťky tlačných částí

Přečnivající části pásnic						
Válcované průřezy			Svařované průřezy			
Třída průřezu	Tlačná část	Tlačná a ohýbaná část				
		tlačný konec		tažený konec		
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)						
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ $k_\sigma$ se určí podle EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

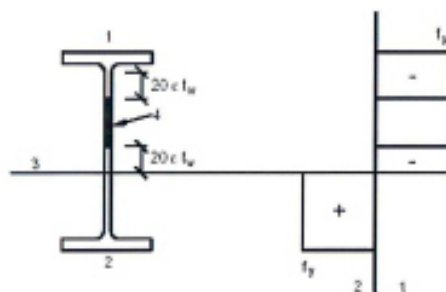
Nosník	Průřez	Stojina na ohyb			Pásnice na tlak							
		stojina	Třída průřezu		Horní	Třída průřezu			Dolní	Třída průřezu		
		c/t	2	3	c/t	1	2	3	c/t	1	2	3
4	a	84,93	67,23	100,44	7,15	7,29	8,10	11,34	4,65	7,29	8,10	11,34
	b	98,25	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	c	99,08	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,95	7,29	8,10	11,34
	d	83,14	67,23	100,44	4,77	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	e	71,50	67,23	100,44	4,80	7,29	8,10	11,34	4,82	7,29	8,10	11,34
	f	97,42	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,10	7,29	8,10	11,34
	g	97,83	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,83	7,29	8,10	11,34
3	a	81,36	67,23	100,44	7,15	7,29	8,10	11,34	4,65	7,29	8,10	11,34
	b	94,08	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	c	94,92	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,95	7,29	8,10	11,34
	d	79,57	67,23	100,44	4,77	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	e	68,38	67,23	100,44	4,80	7,29	8,10	11,34	4,82	7,29	8,10	11,34
	f	93,25	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,10	7,29	8,10	11,34
	g	93,67	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,83	7,29	8,10	11,34
2	a	76,71	67,23	100,44	7,15	7,29	8,10	11,34	4,65	7,29	8,10	11,34
	b	88,67	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	c	89,50	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,95	7,29	8,10	11,34
	d	74,93	67,23	100,44	4,77	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	e	64,31	67,23	100,44	4,80	7,29	8,10	11,34	4,82	7,29	8,10	11,34
	f	87,83	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,10	7,29	8,10	11,34
	g	88,25	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,83	7,29	8,10	11,34
1	a	76,71	67,23	100,44	7,15	7,29	8,10	11,34	4,65	7,29	8,10	11,34
	b	88,67	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	c	89,50	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,95	7,29	8,10	11,34
	d	74,93	67,23	100,44	4,77	7,29	8,10	11,34	4,80	7,29	8,10	11,34
	e	64,31	67,23	100,44	4,80	7,29	8,10	11,34	4,82	7,29	8,10	11,34
	f	87,83	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	5,10	7,29	8,10	11,34
	g	88,25	67,23	100,44	4,70	7,29	8,10	11,34	4,83	7,29	8,10	11,34

Stojiny jsou klasifikovány jako třída průřezů 3, dvě jsou klasifikovány jako třída průřezu 2 a pásnice jsou jako třída průřezů 1, dle čl. 5.5.2(11) lze celkový průřez klasifikovat jako průřez třídy 2.

Pro klasifikaci je vypsaná pouze polovina nosníků, druhá je zrcadlově stejná.

Konstrukce splňuje normový předpoklad pro plastický výpočet.

Dle čl. 6.2.2.4 se v souladu s obrázkem nahradí tlačenná část stojiny částí o výšce  $20\epsilon t_w$  přiléhající k tlačenné pásnici a další částí o výšce  $20\epsilon t_w$  umístěné u plastické neutrální osy.



#### Legenda

1 tlak  
2 tah

3 plastická neutrální osa  
4 zanedbaná část stojiny

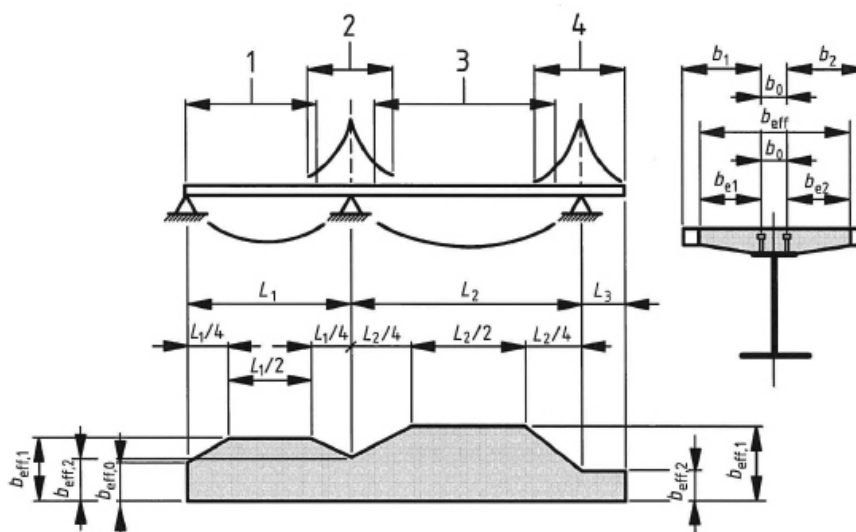
Obrázek 6.3 – Stojina účinného průřezu třídy 2

V posudcích je již zohledněna zanedbaná část stojiny.

### 8.3 Stanovení efektivní šířky betonové pásnice

Šířka betonové pásnice  $b_{eff}$  se stanoví dle ČSN EN 1994-1-1 [14N].

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



#### Legenda

- 1  $L_e = 0,85L_1$  pro  $b_{eff,1}$
- 2  $L_e = 0,25(L_1 + L_2)$  pro  $b_{eff,2}$
- 3  $L_e = 0,70L_2$  pro  $b_{eff,1}$
- 4  $L_e = 2L_3$  pro  $b_{eff,2}$

$L_1$	=	17,50 m	$b_0$	=	0,10 m
$L_2$	=	30,00 m	$b_1$	=	0,90 m
$L_3=L_1$	=	17,50 m	$b_2$	=	0,90 m

$$L_e \text{ pro } L_1 = 14,875 \text{ m}$$

$$b_{e1} = 1,859 \text{ m}$$

$$b_{e1} > b_1$$

$$b_{e2} > b_2$$

$$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei} = 0,9+0,9+0,1=2,00 \text{ m}$$

$$L_e \text{ pro } L_2 = 11,875 \text{ m}$$

$$b_{e1} = 1,484$$

$$b_{e1} > b_1$$

$$b_{e2} > b_2$$

$$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei} = 0,9+0,9+0,1=2,00 \text{ m}$$

Efektivní šířka  $b_{eff}$  je uvažována konstantní 2,00 m po celé délce krajních i vnitřních nosníků.

## 9 Posouzení

### 9.1 Klopení

Tuhost konstrukce je zajištěna v kritických místech příčným ztužením již v průběhu montáže. V krajních polích je ztužení zajištěno vždy v 1/3 rozpětí a ve středním poli vždy v 1/4 rozpětí včetně nadpodporového ztužení. Tímto se vzpěrná délka v krajních polí zredukuje ze 17,5 m na ~ 5,9 m a ve středním poli ze 30,0 m na ~ 7,5 m.

#### Výpočet kritického momentu

Výpočet kritického momentu dle [11N] NB.3.2 pro nosník č. 4 průřez F.

$$M_{cr} = \mu_{cr} * \frac{\pi * \sqrt{E * I_z * G * I_t}}{L}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} * \left[ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j)^2} - (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j) \right]$$

E	=	210000	MPa
G	=	81000	MPa
L	=	7,5	m
k <sub>y</sub>	=	1	
k <sub>z</sub>	=	1	
k <sub>w</sub>	=	0,5	
C <sub>1</sub>	=	1,23	
C <sub>2</sub>	=	0,39	
C <sub>3</sub>	=	0,81	
I <sub>fc</sub>	=	5,498E-05	m <sup>4</sup>
I <sub>ft</sub>	=	8,796E-04	m <sup>4</sup>
ψ <sub>f</sub>	=	-0,8824	
I <sub>z</sub>	=	2,199E-04	m <sup>4</sup>
I <sub>y</sub>	=	8,796E-04	m <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	=	3,338E-06	m <sup>4</sup>
h <sub>s</sub>	=	1,199	m
I <sub>w</sub>	=	1,750E-05	m <sup>4</sup>
z <sub>a</sub>	=	0,896	m
z <sub>s</sub>	=	0,214	m
z <sub>g</sub>	=	0,682	m
z <sub>j</sub>	=	-0,592	m

$$\zeta_j = \frac{\pi * z_j}{k_z * L} * \sqrt{\frac{E * I_z}{G * I_t}} = -3,241$$

$$\zeta_g = \frac{\pi * z_g}{k_z * L} * \sqrt{\frac{E * I_z}{G * I_t}} = 3,731$$

$$K_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{E * I_w}{G * I_t}} = 3,089$$

$$\mu_{cr} = 0,660$$

$$M_{cr} = 9766,508$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = 0,616$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 * \left[ 1 + \alpha_{LT} * (\overline{\lambda}_{LT} - \overline{\lambda}_{LT,0}) + \beta * \overline{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\overline{\lambda_{LT,0}} = 0,4$$

$$\beta = 0,75$$

$$\frac{h}{b} > 2 = 1229/300 \quad \text{volím křivku klopení d}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76$$

$$\Phi_{LT} = 0,725$$

$$X_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta * \overline{\lambda_{LT}^2}}}$$

$$X_{LT} = 0,823$$

Analogicky byly stanoveny kritické momenty pro rozhodující průřez F na nosníku č. 1 a průřez B na nosníku č. 4.

Nosník	průřez	$X_{LT}$
4	B	0,888
1	F	1,051

U nosníku č. 1 nedochází ke klopení a  $X_{LT} = 1$ .



## 9.2 Posouzení montážního stavu

### 9.2.1 Montážní stav ocelových nosníků

#### Osazení nosníku

Posouzení montážního stavu při osazení ocelového nosníku.

*Největšího kladného momentu bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez F*

#### Návrhový moment únosnosti na klopení

Ohybový moment	$M_{ED}$	=	127,2 kNm
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,01046 m <sup>3</sup>
Mez kluzu oceli	$f_{yd}$	=	355 MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_{M1}$	=	1,1 -

Rovnice 6.55 ČSN EN 1993-1-1

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

	$\chi_{LT}$	=	0,823
Moment únosnosti	$M_{b,Rd}$	=	2777,21 kNm
	$M_{b,Rd}$	>	$M_{ED}$
	2777,21	>	127,2 kNm

#### Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	46,8 kN
	$A_{v,red}$	=	8405,6 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

	$V_{pl,Rd}$	=	1722,81 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	1722,81	>	46,8 kN

*Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje*

#### Posouzení interakce smyku s ohybem

	$0,5 * V_{pl,Rd}$	=	861,40 kN
	$V_{ED}$	<	$0,5 * V_{pl,Rd}$
	46,8	<	861,40 kN

*moment únosnosti není nutno redukovat*

#### Kontrola napětí

	$z_d$	=	401,2 mm
	$z_h$	=	827,8 mm
	$I_{a,y}$	=	6,40E-03 m <sup>4</sup>

$$\sigma_a^d = \frac{M_a}{I_a} * z_d = 7,974 \text{ MPa}$$

Působí moment od vl. tíhy nosníků

$$\sigma_a^h = \frac{M_a}{I_a} * z_h = -16,453 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

## 9.2.2 Betonáž desky

### Betonáž desky na krajních polí.

Největšího kladného momentu bylo dosaženo na nosníku č.4 průřez B

#### Návrhový moment únosnosti na klopení

Ohybový moment	$M_{ED}$	=	377,3 kNm
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,00976 m <sup>3</sup>
Mez kluzu oceli	$f_{yd}$	=	355 MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_{M1}$	=	1,1 -

Rovnice 6.55 ČSN EN 1993-1-1

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

	$\chi_{LT}$	=	0,888
Moment únosnosti	$M_{b,Rd}$	=	2797,08 kNm
	$M_{b,Rd}$	>	$M_{ED}$
	2797,08	>	377,3 kNm

#### Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	0 kN
	$A_{v,red}$	=	9482,4 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

	$V_{pl,Rd}$	=	1943,51 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	1943,51	>	0 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

#### Posouzení interakce smyku s ohybem

	$0,5 * V_{pl,Rd}$	=	971,75 kN
	$V_{ED}$	<	$0,5 * V_{pl,Rd}$
	0	<	971,75 kN

moment únosnosti není nutno redukovat

#### Kontrola napětí

	$z_d$	=	507,4 mm
	$z_h$	=	721,6 mm
	$I_{a,y}$	=	5,50E-03 m <sup>4</sup>

Působí moment od vl. tíhy nosníků + zatížení od čerstvého betonu

$$\sigma_a^d = \frac{M_a}{I_a} * z_d = 34,808 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_a}{I_a} * z_h = -49,502 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

Největšího záporného momentu bylo dosaženo na nosníku č.4 průřez E

### Mezní plastický moment

Ohybový moment	$M_{ED}$	=	443,2 kNm
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,01122 m <sup>3</sup>
Mez kluzu oceli	$f_{yd}$	=	355 MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.55 ČSN EN 1993-1-1  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$  pro průřezy třídy 1 nebo 2

Mezní plastický moment	$M_{pl,Rd}$	=	3983,1 kNm
	$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
	3983,1	>	443,20 kNm

### Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	161,9 kN
	$A_{v,red}$	=	9362,4 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1  $V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$

	$V_{pl,Rd}$	=	1918,91 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	1918,91	>	161,9 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

### Posouzení interakce smyku s ohybem

	$0,5 * V_{pl,Rd}$	=	959,46 kN
	$V_{ED}$	<	$0,5 * V_{pl,Rd}$
	161,9	<	959,46 kN

mezní plastický moment není nutno redukovat

### Kontrola napětí

	$z_d$	=	570 mm
	$z_h$	=	659 mm
	$I_{a,y}$	=	1,45E-02 m <sup>4</sup>

Působí moment od vl. tíhy nosníků + zatížení od čerstvého betonu  $\sigma_a^d = \frac{M_a}{I_a} * z_d = -17,422$  MPa

$$\sigma_a^h = \frac{M_a}{I_a} * z_h = 20,143 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

### Betonáž desky ve středním poli

Největšího kladného momentu bylo dosaženo na nosníku č.1 průřez F

#### Návrhový moment únosnosti na klopení

Ohybový moment	$M_{ED}$	=	674,9 kNm
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,01046 m <sup>3</sup>
Mez kluzu oceli	$f_{yd}$	=	355 MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.55 ČSN EN 1993-1-1

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$\chi_{LT} = 1,05$$

$$\chi_{LT} = 1,00$$

Moment únosnosti	$M_{b,Rd}$	=	3711,525 kNm
	$M_{b,Rd}$	>	$M_{ED}$
	3711,525	>	674,9 kNm

#### Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	0 kN
	$A_{v,red}$	=	9312,8 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

	$V_{pl,Rd}$	=	1908,75 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	1908,75	>	0 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

#### Posouzení interakce smyku s ohybem

	$0,5 * V_{pl,Rd}$	=	954,37 kN
	$V_{ED}$	<	$0,5 * V_{pl,Rd}$
	0	<	954,37 kN

moment únosnosti není nutno redukovat

#### Kontrola napětí

	$z_d$	=	581 mm
	$z_h$	=	908 mm
	$I_{a,y}$	=	5,20E-03 m <sup>4</sup>

Působí moment od vl. tíhy nosníků +  
zatížení od čerstvého betonu

$$\sigma_a^d = \frac{M_a}{I_a} * z_d = 75,407 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_a}{I_a} * z_h = -117,848 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

Největšího záporného momentu bylo dosaženo na nosníku č.4 průřez E

### Mezní plastický moment

Ohybový moment	$M_{ED}$	=	1096,6 kNm
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,01122 m <sup>3</sup>
Mez kluzu oceli	$f_{yd}$	=	355 MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.13 ČSN EN 1993-1-1  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$  pro průřezy třídy 1 nebo 2

Mezní plastický moment	$M_{pl,Rd}$	=	3983,1 kNm
	$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
	3983,1	>	1096,6 kNm

### Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	238,2 kN
	$A_{v,red}$	=	9362,4 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1  $V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$

	$V_{pl,Rd}$	=	1918,91 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	1918,91	>	238,2 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

### Posouzení interakce smyku s ohybem

	$0,5 * V_{pl,Rd}$	=	959,46 kN
	$V_{ED}$	<	$0,5 * V_{pl,Rd}$
	238,2	<	959,46 kN

mezní plastický moment není nutno redukovat

### Kontrola napětí

	$z_d$	=	570,0 mm
	$z_h$	=	659,0 mm
	$I_{a,y}$	=	1,45E-02 m <sup>4</sup>
	$\sigma_a^d = \frac{M_a}{I_a} * z_d$	=	-43,108 MPa

Působí moment od vl. tíhy nosníků +  
zatížení od čerstvého betonu

$$\sigma_a^h = \frac{M_a}{I_a} * z_h = 49,839 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h < f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

### 9.3 Posouzení na začátku životnosti

Největšího momentu v poli bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez F

Součinitel materiálu - beton	$\gamma_c$	=	1,5
Součinitel materiálu - ocel	$\gamma_a$	=	1
Součinitel dlouhodobých účinků na pevnost v tlaku	$\alpha_{cc}$	=	0,9
Beton C30/37	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	=	18 MPa
Ocel S355	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$	=	355 MPa
Plocha ocelového průřezu	$A_{a,red}$	=	29800 mm <sup>2</sup>
Efektivní šířka	$b_{eff}$	=	2000,00 mm
Výška desky	$d$	=	260,00 mm
Neutrálná osa neprochází deskou	$x = \frac{A_a * f_{yd}}{b_{eff} * 0,85 f_{cd}}$	=	345,72 mm

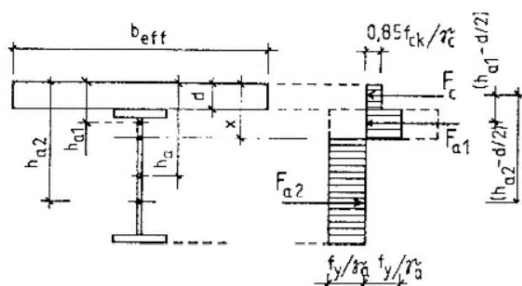
Neutrálná osa prochází pásnicí

Podmínka  $F_{a2} = F_{a1} + F_c$

Redukovaná plocha průřezu

$A_{a,red} = 0,0298 \text{ m}^2$

Využití plochy



$A_1$	=	0,001728 m <sup>2</sup>	5,80%
$A_2$	=	0,028072 m <sup>2</sup>	94,20%
$F_a$	=	10579 kN	
$F_{a2}$	=	9965,42 kN	
$F_{a1}$	=	613,58	
$F_c$	=	9360,00	$\Sigma 9973,58$
$F_{a2}$	$\cong$	$F_{a1} + F_c$	

Výpočet neutrálné osy pomocí iterací ploch v CAD softwaru

$x$	=	268,60 mm
$h$	=	1229 mm
$h_{a1}$	=	264,30 mm
$h_{a2}$	=	1274,70 mm
$h_a$	=	1156,00 mm

$$M_{pl,Rd} = F_a * \left( h_a - \frac{d}{2} \right) - 2 * F_{a1} * \left( h_{a2} - \frac{d}{2} \right) = 9449,32 \text{ kNm}$$

$M_{ED}$	=	719,3 kNm
$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
9449,32	>	719,3 kNm

Vzdálenost neutrálné osy od horní hrany desky

$x_{pl}$	=	268,60 mm
$x_{pl}$	<	0,4 * H
268,60	<	595,60 mm
$x_{pl}$	<	0,15 * H
268,60	<	223,35 mm

Moment se musí redukovat součinitelem  $\beta$

$$\frac{x_{pl}}{H} = 0,18$$

$$\begin{aligned} \beta &= 0,97 \\ \beta * M_{pl,Rd} &> M_{ED} \\ 9165,84 &> 719,3 \text{ kNm} \end{aligned}$$

#### Návrhová únosnost ve svislém smyku

$$\begin{aligned} V_{ED} &= 0 \text{ kN} \\ A_{v,red} &= 9362,4 \text{ mm}^2 \\ f_{yd} &= 355 \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &= 1,0 \text{ -} \end{aligned}$$

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$\begin{aligned} V_{pl,Rd} &= 1918,91 \text{ kN} \\ V_{pl,Rd} &> V_{ED} \\ 1918,91 &> 0 \text{ kN} \end{aligned}$$

*Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje*

#### Posouzení interakce smyku s ohybem

$$\begin{aligned} 0,5 * V_{pl,Rd} &= 959,46 \text{ kN} \\ V_{ED} &< 0,5 * V_{pl,Rd} \\ 0 &< 959,46 \text{ kN} \end{aligned}$$

*mezní plastický moment není nutno redukovat*

Největšího momentu nad podporou bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez E

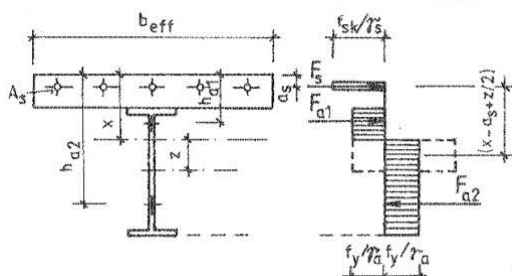
Součinitel materiálu - beton	$\gamma_c$	=	1,5
Součinitel materiálu - bet. ocel	$\gamma_s$	=	1,15
Součinitel materiálu - ocel	$\gamma_a$	=	1
Výztuž B500B	$f_{sd} = f_s / \gamma_s$	=	434,78 MPa
Ocel S355	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$	=	355 MPa
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,02253 m <sup>3</sup>
Plocha výztuže 13Ø 22/150	$A_s$	=	4941,7 mm <sup>2</sup>
Krytí výztuže	$c_{nom}$	=	50,0 mm
	$a_s$	=	61,0 mm

Předpoklad neutrálná osa prochází stojnou

Podmínka	$F_{a2}$	=	$F_{a1} + F_s$
----------	----------	---	----------------

Celková plocha průřezu

$A_a$	=	0,0529 m <sup>2</sup>	Využití plochy
$A_1$	=	0,029201 m <sup>2</sup>	55,20%
$A_2$	=	0,023170 m <sup>2</sup>	43,80%



$F_{a2}$	=	10366,28 kN
$F_{a1}$	=	8225,42
$F_s$	=	2148,58
$F_{a2}$	$\cong$	$F_{a1} + F_s$

Výpočet neutrálné osy pomocí iterací ploch v CAD softwaru

$x$	=	1126,30 mm
$h$	=	1229 mm
$t_H$	=	659,00 mm
$t_D$	=	570,00 mm
$z$	=	259,20 mm
$d$	=	260,00 mm

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} * f_{yd} + A_s * f_{sd} * \left( x - a_s - \frac{z}{2} \right) = 10006,80 \text{ kNm}$$

$M_{ED}$	=	5779,8 kNm
$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
10006,80	>	1704,2 kNm

Návrhová únosnost ve svislém smyku

$V_{ED}$	=	271,4 kN
$A_{v,red}$	=	10009,6 mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	=	355 MPa
$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$V_{pl,Rd}$	=	2051,56 kN
$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
2051,56	>	271,4 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje



### Posouzení interakce smyku s ohybem

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 1025,78 \text{ kN}$$

$$V_{ED} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$271,4 > 1025,78 \text{ kN}$$

*mezní plastický moment je nutno redukovat*

Součinitel  $\rho$  - redukce využití stojiny  $\rho = \left( \frac{2 \cdot V_{ED}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 0,540844029$

$$(1 - \rho) \cdot f_{yd} = 163,000 \text{ MPa}$$

Redukovaný plastický moment  $M_{pl,Rd,red} = 5682,01 \text{ kNm}$

$$M_{pl,Rd,red} > M_{ED}$$

$$5682,01 > 1704,2 \text{ kNm}$$

Kontrola výztuže

$$A_s \geq \rho \cdot A_c$$

$$b_{eff} = 2000 \text{ mm}$$

$$A_c = 520000,00 \text{ mm}^2$$

$$\delta = 1,0$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$z_0 = 73,8 \text{ mm}$$

$$k_c = \frac{1}{1 + \frac{d}{2 \cdot z_0}} + 0,3 = 0,662119725$$

$$\rho = \delta \cdot \frac{f_y}{235} \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{sk}} \cdot \sqrt{k_c} = 0,007129462$$

$$A_s \geq \rho \cdot A_c$$

$$4941,7 \geq 3707,32 \text{ mm}^2$$

## 9.4 Posouzení na konci životnosti

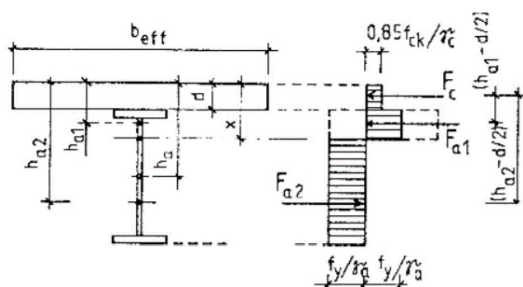
Největšího momentu v poli bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez F

Součinitel materiálu - beton	$\gamma_c$	=	1,5
Součinitel materiálu - ocel	$\gamma_a$	=	1
Součinitel dlouhodobých účinků na pevnost v tlaku	$\alpha_{cc}$	=	0,9
Beton C30/37	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	=	18 MPa
Ocel S355	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$	=	355 MPa
Plocha ocelového průřezu	$A_{a,red}$	=	29800 mm <sup>2</sup>
Efektivní šířka	$b_{eff}$	=	2000,00 mm
Výška desky	$d$	=	260,00 mm
Neutrálná osa neprochází deskou	$x = \frac{A_a * f_{yd}}{b_{eff} * 0,85 f_{cd}}$	=	345,72 mm

Neutrálná osa prochází pásnicí

Podmínka  $F_{a2} = F_{a1} + F_c$

Redukovaná plocha průřezu



$A_{a,red}$	=	0,0298 m <sup>2</sup>	Využití plochy
$A_1$	=	0,001728 m <sup>2</sup>	5,80%
$A_2$	=	0,028072 m <sup>2</sup>	94,20%
$F_a$	=	10579 kN	
$F_{a2}$	=	9965,42 kN	
$F_{a1}$	=	613,58	$\Sigma$ 9973,58
$F_c$	=	9360,00	
$F_{a2}$	$\cong$	$F_{a1} + F_c$	
$x$	=	268,60 mm	
$h$	=	1229 mm	
$h_{a1}$	=	264,30 mm	
$h_{a2}$	=	1274,70 mm	
$h_a$	=	1156,00 mm	

Výpočet neutrálné osy pomocí iterací ploch v CAD softwaru

$$M_{pl,Rd} = F_a * \left( h_a - \frac{d}{2} \right) - 2 * F_{a1} * \left( h_{a2} - \frac{d}{2} \right) = 9449,32 \text{ kNm}$$

$M_{ED}$	=	4681,8 kNm
$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
9449,32	>	300,5 kNm

Vzdálenost neutrálné osy od horní hrany desky

$x_{pl}$	=	268,60 mm
$x_{pl}$	<	0,4*H
268,60	<	595,60 mm
$x_{pl}$	<	0,15*H
268,60	<	223,35 mm

Moment se musí redukovat součinitelem  $\beta$

$$\frac{x_{pl}}{H} = 0,18$$

$$\beta = 0,97$$

$$\beta * M_{pl,Rd} > M_{ED}$$

$$9165,84 > 300,5 \text{ kNm}$$

#### Návrhová únosnost ve svislém smyku

$$V_{ED} = 0 \text{ kN}$$

$$A_{v,red} = 9362,4 \text{ mm}^2 \quad \text{kN}$$

$$f_{yd} = 355 \text{ MPa} \quad \text{kN}$$

$$\gamma_{M0} = 1,0 \text{ -}$$

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = 1918,91 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} > V_{ED}$$

$$1918,91 > 0 \text{ kN}$$

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

#### Posouzení interakce smyku s ohybem

$$0,5 * V_{pl,Rd} = 959,46 \text{ kN}$$

$$V_{ED} < 0,5 * V_{pl,Rd}$$

$$0 < 959,46 \text{ kN}$$

mezní plastický moment není nutno redukovat

Největšího momentu nad podporou bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez E

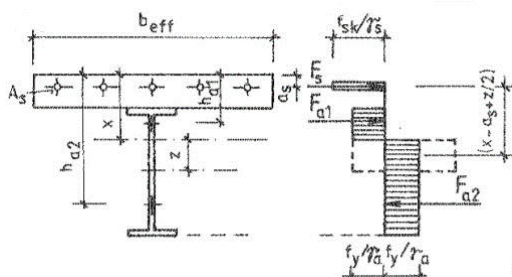
Součinitel materiálu - beton	$\gamma_c$	=	1,5
Součinitel materiálu - bet. ocel	$\gamma_s$	=	1,15
Součinitel materiálu - ocel	$\gamma_a$	=	1
Výztuž B500B	$f_{sd} = f_s/\gamma_s$	=	434,78 MPa
Ocel S355	$f_{yd} = f_y/\gamma_a$	=	355 MPa
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,02253 m <sup>3</sup>
Plocha výztuže 13Ø 22/150	$A_s$	=	4941,7 mm <sup>2</sup>
Krytí výztuže	$c_{nom}$	=	50,0 mm
	$a_s$	=	61,0 mm

Předpoklad neutrálná osa prochází stojnou

Podmínka	$F_{a2}$	=	$F_{a1} + F_s$
----------	----------	---	----------------

Celková plocha průřezu

	$A_a$	=	0,0529 m <sup>2</sup>	Využití plochy
	$A_1$	=	0,029201 m <sup>2</sup>	55,20%
	$A_2$	=	0,023170 m <sup>2</sup>	43,80%



Výpočet neutrálné osy pomocí iterací ploch v CAD softwaru

	$F_{a2}$	=	10366,28 kN
	$F_{a1}$	=	8225,42
	$F_s$	=	2148,58
	$F_{a2}$	$\cong$	$F_{a1} + F_s$
	$x$	=	1126,30 mm
	$h$	=	1229 mm
	$t_H$	=	659,00 mm
	$t_D$	=	570,00 mm
	$z$	=	259,20 mm
	$d$	=	260,00 mm

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} * f_{yd} + A_s * f_{sd} * \left( x - a_s - \frac{z}{2} \right) = 10006,80 \text{ kNm}$$

	$M_{ED}$	=	5779,8 kNm
	$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
	10006,80	>	2156,8 kNm

Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	276,8 kN
	$A_{v,red}$	=	10009,6 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

	$V_{pl,Rd}$	=	2051,56 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	2051,56	>	276,8 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

### Posouzení interakce smyku s ohybem

$$0,5 * V_{pl,Rd} = 1025,78 \text{ kN}$$

$$V_{ED} < 0,5 * V_{pl,Rd}$$

$$276,8 > 1025,78 \text{ kN}$$

mezní plastický moment je nutno redukovat

Součinitel  $\rho$  - redukce využití stojiny  $\rho = \left( \frac{2 * V_{ED}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 0,533128812$

$$(1 - \rho) * f_{yd} = 165,739 \text{ MPa}$$

Redukovaný plastický moment  $M_{pl,Rd,red} = 5743,70 \text{ kNm}$

$$M_{pl,Rd,red} > M_{ED}$$

$$5743,70 > 2156,8 \text{ kNm}$$

Kontrola výztuže

$$A_s \geq \rho * A_c$$

$$b_{eff} = 2000 \text{ mm}$$

$$A_c = 520000,00 \text{ mm}^2$$

$$\delta = 1,0$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$z_0 = 73,8 \text{ mm}$$

$$k_c = \frac{1}{1 + \frac{d}{2 * z_0}} + 0,3 = 0,662119725$$

$$\rho = \delta * \frac{f_y}{235} * \frac{f_{ctm}}{f_{sk}} * \sqrt{k_c} = 0,007129462$$

$$A_s \geq \rho * A_c$$

$$4941,7 \geq 3707,32 \text{ mm}^2$$

## 9.5 Posouzení mezního stavu únosnosti

Pro posouzení nosníků jsou vybrána místa největších momentů nad podporou a ve středu rozpětí.  
Klopení ocelových nosníků je zabráněno příčným ztužením. Vliv ztužení je spočítán v kapitole 9.1.

### 9.5.1 Kombinace MSÚ – 6.10a

Největšího momentu v poli bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez F

Součinitel materiálu - beton	$\gamma_c$	=	1,5
Součinitel materiálu - ocel	$\gamma_a$	=	1
Součinitel dlouhodobých účinků na pevnost v tlaku	$\alpha_{cc}$	=	0,9
Beton C30/37	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	=	18 MPa
Ocel S355	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$	=	355 MPa
Plocha ocelového průřezu	$A_{a,red}$	=	29800 mm <sup>2</sup>
Efektivní šířka	$b_{eff}$	=	2000,00 mm
Výška desky	$d$	=	260,00 mm

Neutrálná osa neprochází deskou

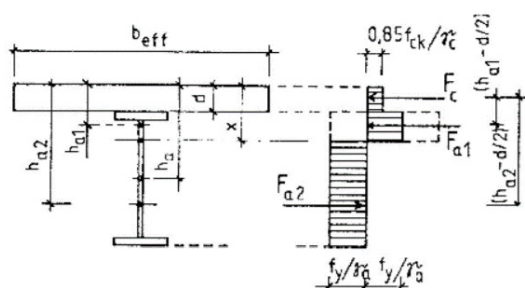
$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{b_{eff} \cdot 0,85 f_{cd}} = 345,72 \text{ mm}$$

Neutrálná osa prochází pásnicí

Podmínka

$$F_{a2} = F_{a1} + F_c$$

Redukovaná plocha průřezu



$A_{a,red}$	=	0,0298 m <sup>2</sup>	Využití plochy
$A_1$	=	0,001728 m <sup>2</sup>	5,80%
$A_2$	=	0,028072 m <sup>2</sup>	94,20%
$F_a$	=	10579 kN	
$F_{a2}$	=	9965,42 kN	
$F_{a1}$	=	613,58	
$F_c$	=	9360,00	$\Sigma$ 9973,58
$F_{a2}$	$\cong$	$F_{a1} + F_c$	

Výpočet neutrálné osy pomocí iterací ploch v CAD softwaru

$x$	=	268,60 mm
$h$	=	1229 mm
$h_{a1}$	=	264,30 mm
$h_{a2}$	=	1274,70 mm
$h_a$	=	1156,00 mm

$$M_{pl,Rd} = F_a \cdot \left( h_a - \frac{d}{2} \right) - 2 \cdot F_{a1} \cdot \left( h_{a2} - \frac{d}{2} \right) = 9449,32 \text{ kNm}$$

$M_{ED}$	=	4681,8 kNm
$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
9449,32	>	4681,8 kNm

Vzdálenost neutrálné osy od horní hrany desky

$x_{pl}$	=	268,60 mm
$x_{pl}$	<	0,4 * H
268,60	<	595,60 mm
$x_{pl}$	<	0,15 * H

268,60 < 223,35 mm  
Moment se musí redukovat součinitelem  $\beta$

$$\frac{x_{pl}}{H} = 0,18$$

$$\beta = 0,97$$

$$\beta \cdot M_{pl,Rd} > M_{ED}$$

$$9165,84 > 4681,8 \text{ kNm}$$

#### Návrhová únosnost ve svislém smyku

$$V_{ED} = 378,18 \text{ kN}$$

$$A_{v,red} = 9362,4 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = 1918,91 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} > V_{ED}$$

$$1918,91 > 378,18 \text{ kN}$$

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje

#### Posouzení interakce smyku s ohybem

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 959,46 \text{ kN}$$

$$V_{ED} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$378,18 < 959,46 \text{ kN}$$

mezní plastický moment není nutno redukovat

Největšího momentu nad podporou bylo dosaženo na nosníku č.5 průřez E

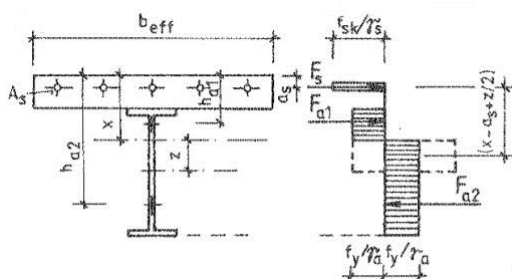
Součinitel materiálu - beton	$\gamma_c$	=	1,5
Součinitel materiálu - bet. ocel	$\gamma_s$	=	1,15
Součinitel materiálu - ocel	$\gamma_a$	=	1
Výztuž B500B	$f_{sd} = f_s / \gamma_s$	=	434,78 MPa
Ocel S355	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$	=	355 MPa
Plastický modul ocelového průřezu	$W_{pl,y,red}$	=	0,02253 m <sup>3</sup>
Plocha výztuže 13Ø 22/150	$A_s$	=	4941,7 mm <sup>2</sup>
Krytí výztuže	$c_{nom}$	=	50,0 mm
	$a_s$	=	61,0 mm

Předpoklad neutrálná osa prochází stojnou

Podmínka	$F_{a2}$	=	$F_{a1} + F_s$
----------	----------	---	----------------

Celková plocha průřezu

	$A_a$	=	0,0529 m <sup>2</sup>	Využití plochy
	$A_1$	=	0,029201 m <sup>2</sup>	55,20%
	$A_2$	=	0,023170 m <sup>2</sup>	43,80%



Výpočet neutrálné osy pomocí iterací ploch v CAD softwaru

	$F_{a2}$	=	10366,28 kN
	$F_{a1}$	=	8225,42
	$F_s$	=	2148,58
	$F_{a2}$	$\cong$	$F_{a1} + F_s$
	$x$	=	1126,30 mm
	$h$	=	1229 mm
	$t_H$	=	659,00 mm
	$t_D$	=	570,00 mm
	$z$	=	259,20 mm
	$d$	=	260,00 mm

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} * f_{yd} + A_s * f_{sd} * \left( x - a_s - \frac{z}{2} \right) = 10006,80 \text{ kNm}$$

	$M_{ED}$	=	5779,8 kNm
	$M_{pl,Rd}$	>	$M_{ED}$
	10006,80	>	5779,8 kNm

Návrhová únosnost ve svislém smyku

	$V_{ED}$	=	1553,1 kN
	$A_{v,red}$	=	10009,6 mm <sup>2</sup>
	$f_{yd}$	=	355 MPa
	$\gamma_{M0}$	=	1,0 -

Rovnice 6.18 ČSN EN 1993-1-1

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

	$V_{pl,Rd}$	=	2051,56 kN
	$V_{pl,Rd}$	>	$V_{ED}$
	2051,56	>	1553,1 kN

Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku vyhovuje



### Posouzení interakce smyku s ohybem

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 1025,78 \text{ kN}$$

$$V_{ED} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$1553,1 > 1025,78 \text{ kN}$$

mezní plastický moment je nutno redukovat

Součinitel  $\rho$  - redukce využití stojiny  $\rho = \left( \frac{2 \cdot V_{ED}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 0,264264426$

$$(1 - \rho) \cdot f_{yd} = 261,186 \text{ MPa}$$

Redukovaný plastický moment  $M_{pl,Rd,red} = 7893,64 \text{ kNm}$

$$M_{pl,Rd,red} > M_{ED}$$

$$7893,64 > 5779,8 \text{ kNm}$$

Kontrola výztuže

$$A_s \geq \rho \cdot A_c$$

$$b_{eff} = 2000 \text{ mm}$$

$$A_c = 520000,00 \text{ mm}^2$$

$$\delta = 1,0$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$z_0 = 73,8 \text{ mm}$$

$$k_c = \frac{1}{1 + \frac{d}{2 \cdot z_0}} + 0,3 = 0,662119725$$

$$\rho = \delta \cdot \frac{f_y}{235} \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{sk}} \cdot \sqrt{k_c} = 0,007129462$$

$$A_s \geq \rho \cdot A_c$$

$$4941,7 \geq 3707,32 \text{ mm}^2$$

### 9.5.2 Spřažení ocelového nosníku s železobetonovou deskou

Pro spřažení ocelových nosníků s železobetonovou deskou navrhuji spřahovací trny s hlavou typu KB. Spojení železobetonové desky s ocelovým nosníkem je navrženo na plné spřažení.

Průměr trnu	$d_1$	19 mm
Průměr hlavy trnu	$d_2$	30,7 mm
Výška hlavy trnu	$k$	10 mm
Celková výrobní výška trnu	$l$	175 mm
Výška trnu po přivaření (výška trnu se zkrátí cca o 5mm)	$h_{sc}$	170 mm
Mez pevnosti po přivaření	$f_u$	450 MPa

$$\alpha = 1 \text{ pro } h_{sc} > 4$$

$$\gamma_V = 1,25$$

#### Únosnost trnu

$$P_{Rk} = \min \left( \begin{array}{l} 0,8 * f_u * \frac{\pi * d^2}{4} = 102,07 \text{ kN} \\ 0,29 * \alpha * d^2 * \sqrt{f_{ck} * E_{cm}} = 113,35 \text{ kN} \end{array} \right)$$

$$= 102,07 \text{ kN}$$

#### Únosnost trnu pro MSP

$$0,6 * P_{Rk} = 61,24 \text{ kN}$$

#### Únosnost trnu pro MSÚ

$$P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_V} = 81,66 \text{ kN}$$

#### Posouvající síla v místě podpory

$$X_1 = 17,5 \text{ m}$$

$$V_{Ek,1} = 1132,9 \text{ kN}$$

#### Vodorovná posouvající síla

$$n = 6,5625$$

$$t_c = 0,26 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 2,0 \text{ m}$$

$$x_i = 0,362 \text{ m}$$

$$I_1 = 0,014645 \text{ m}^4$$

$$V_1 = V_{Ek,1} * \frac{S_i}{I_i} = V_{Ek,1} * \frac{\frac{1}{n} * t_c * b_{eff} * (x_i - \frac{t_c}{2})}{I_i}$$

$$= 1422,038 \text{ kN}$$

### Posouvající síla v 1/4 rozpětí vnitřního pole

$$X_1 = 25 \text{ m}$$

$$V_{Ek,2} = 835,6 \text{ kN}$$

Vodorovná posouvající síla

$$n = 6,5625$$

$$t_c = 0,26 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 2,0 \text{ m}$$

$$x_i = 0,268 \text{ m}$$

$$I_1 = 0,022927 \text{ m}^4$$

$$V_2 = V_{Ek,2} * \frac{S_i}{I_i} = V_{Ek,1} * \frac{\frac{1}{n} * t_c * b_{eff} * (x_i - \frac{t_c}{2})}{I_i}$$

$$= 398,5304 \text{ kN}$$

### Odvození výpočtu pro maximální rozteč spřahovacích trnů

Trojice/dvojice trnů přenese troj/dvoj násobek únosnosti jednoho trnu a z jejich celkové únosnosti lze odvodit podélnou rozteč.

$$V_{Ed,i} = V_i * e_i \leq 3 * 0,6 * P_{Rk} \Rightarrow e_i^{max}$$

*Maximální rozteč nad podporou*

$$e_1^{max} = \frac{3 * 0,6 * P_{Rk}}{V_1} = 0,129 \text{ m}$$

$$e_1 = 0,100 \text{ m}$$

*Maximální rozteč v poli*

$$e_2^{max} = \frac{2 * 0,6 * P_{Rk}}{V_2} = 0,307 \text{ m}$$

$$e_2 = 0,25 \text{ m}$$

### Posouzení MSÚ

Únosnost trnu v desce je ovlivněna méně únosným prvkem, který je ve styku se spřahovacím trnem.

V desce bude použita výztuž B500B 13Ø 22/150

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

$$A_a = 0,054554 \text{ m}^2$$

$$A_s = 0,004942 \text{ m}^2$$

$$f_{sd} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

Maximální vodorovná síla průřezu - rozhoduje menší hodnota

$$F_{cf} = \frac{A_a * f_y}{\gamma_{Ma}} = 19366,67 \text{ kN}$$

$$F_{cf} = A_c * \left(0,85 * \frac{\alpha_{cc} * f_{ck}}{\gamma_c}\right) + A_s * \left(\frac{f_{sk}}{\gamma_s}\right) = 10104,58 \text{ kN}$$

Minimální počet trnů na 1/2 nosníku

$$n_{min}^F = \frac{F_{cf}}{P_{Rd}} = 123,7$$

**minimálně 124 trnů**

Počet trnů pro plné spřažení na 1/2 nosníku

$$n_F = \left(\frac{L}{4 * e_1} + \frac{L}{4 * e_2} + 1\right) * 2 = 124,5$$

$$n_F = 125 > n_{min}^F = 124$$

**Počet a rozteč trnů**

Počet trnů v krajním poli

$$n_s = \left(\frac{17,5}{4 * 0,1} + \frac{17,5}{4 * 0,25} + 1\right) * 2 * 3$$

$$n_s = 374 \text{ ks}$$

Počet trnů ve středním poli

$$n_m = \left(\frac{30,0}{4 * 0,1} + \frac{30,0}{4 * 0,25} + 1\right) * 2 * 2$$

$$n_m = 424$$

Celkový počet trnů na jeden nosník

$$n_r = 2 * n_s + n_m$$

$$n_r = 1171 \text{ ks}$$

## 9.6 Posouzení mezního stavu použitelnosti

Předpoklad pružného působení nosníku. Vzniklé napětí se akumuluje v materiálu a výsledná hodnota nesmí překročit danou mez pevnosti.

### 9.6.1 Dotvarování

VÝPOČET SOUČiniteLE DOTVAR. DLE ČSN EN 1992-1-1					
Veličina	Označení	Jednotka	cem. N	cem. N	cem. N
Třída betonu ( $f_{ck}/f_{ck,cube}$ )	$f_{ck}/f_{ck,cube}$	MPa	C30/37	C30/37	C30/37
Válcová pevnost (dle tab. 3.1)	$f_{ck}$	MPa	30	30	30
Průměrná pevnost $f_{cm}=f_{ck}+8$	$f_{cm}$	MPa	38	38	38
Druh cementu (S, N, R)			N	N	N
Relativní vlhkost prostředí	RH	%	70	70	70
Plocha průřezu	Ac	m <sup>2</sup>	4,1	4,1	4,1
Obvod vystavený vysychání	u	m	14,85	14,85	14,85
Stáří betonu v době vnesení zatížení	$t_0$	dny	3	3	3
Stáří betonu v uvažované době	t	dny	28	172	36500
Mocnitel dle druhu cementu	$\alpha$		0	0	0
Upravené stáří betonu o vliv cementu	$t_0$	dny	3,0000	3,0000	3,0000
Kriterium pro uprav. stáří $t_0 > 0,5$	$t_0$	dny	3,0000	3,0000	3,0000
Součinitel vlivu stáří betonu	$\beta(t_0)$		0,7431	0,7431	0,7431
Součinitel vlivu pevnosti betonu	$\beta(f_{cm})$		2,7253	2,7253	2,7253
Součinitel vlivu pevnosti betonu	$\alpha_1$		1,0593	1,0593	1,0593
Součinitel vlivu pevnosti betonu	$\alpha_2$		1,0166	1,0166	1,0166
Součinitel vlivu pevnosti betonu	$\alpha_3$		1,0420	1,0420	1,0420
Náhradní rozměr prvku	$h_0$	mm	552,2	552,2	552,2
Součinitel vlivu vlhkosti a rozměru $h_0$	$\beta_H$		1124,6861	1124,6861	1124,6861
Kriterium $\beta_H \leq 1500$ , resp. $\beta_H \leq 1500 \alpha_3$	$\beta_H$		1124,6861	1124,6861	1124,6861
Součinitel časového průběhu dotvar.	$\beta_c(t, t_0)$		0,3171	0,5430	0,9909
Součinitel vlivu relativní vlhkosti	$\varphi_{RH}$		1,4103	1,4103	1,4103
Základní součinitel dotvarování	$\varphi_0$		2,8562	2,8562	2,8562
<b>Součinitel dotvarování</b>	<b><math>\varphi(t, t_0)</math></b>		<b>0,9057</b>	<b>1,5510</b>	<b>2,8303</b>

#### Výpočet pracovního součinitele na začátku životnosti stavby

$$n_L = n_0 * (1 + \psi_L * \varphi_t)$$

$$n_0 = \frac{E_a}{E_{cm}} = \frac{210000}{32000} = 6,5625 \text{ pro krátkodobé účinky}$$

$$\psi_L = 0,55$$

$$n_L = 12,16 - \text{pracovní součinitel na začátku životnosti}$$

#### Výpočet pracovního součinitele na konci životnosti stavby

$$n_L = n_0 * (1 + \psi_L * \varphi_t)$$

$$n_0 = \frac{E_a}{E_{cm}} = \frac{210000}{32000} = 6,5625 \text{ pro krátkodobé účinky}$$

$$\psi_L = 0,55$$

$$n_L = 16,78 - \text{pracovní součinitel na konci životnosti}$$

### 9.6.2 Smršťování

VÝPOČET POMĚR. SMRŠŤOVÁNÍ DLE ČSN EN 1992-1-1					
Veličina	Označení	Jednotka	cem. N	cem. N	cem. N
Třída betonu ( $f_{ck}/f_{ck,cube}$ )	$f_{ck}/f_{ck,cube}$	MPa	C30/37	C30/38	C30/37
Válcová pevnost (dle tab. 3.1)	$f_{ck}$	MPa	30	30	30
Průměrná pevnost $f_{cm}=f_{ck}+8$	$f_{cm}$	MPa	38	38	38
Počáteční pevnost $f_{cm0}$	$f_{cm0}$	MPa	10	10	10
Druh cementu (S, N, R)			N	N	N
Relativní vlhkost prostředí	RH	%	70	70	70
Relativní vlhkost prostředí RHo	RHo	%	100	100	100
Plocha průřezu	Ac	m <sup>2</sup>	4,1	4,1	4,1
Obvod vystavený vysychání	u	m	14,85	14,85	14,85
Stáří betonu na začátku smršťování	$t_s$	dny	3	3	3
Stáří betonu v uvažované době	t	dny	28	172	36500
Součinitel dle druhu cementu	$\alpha_{ds1}$		4	4	4
Součinitel dle druhu cementu	$\alpha_{ds2}$		0,12	0,12	0,12
Součinitel vlivu vlhkosti	$\beta_{RH}$		1,0184	1,0184	1,0184
Zákl. poměr. přetvoř. od vysychání	$\epsilon_{cd,0}$		0,000362	0,000362	0,000362
Náhradní rozměr prvku	$h_0$	mm	552,2	552,2	552,2
Součinitel $k_h$	$k_h$		0,7000	0,7000	0,7000
Součinitel časového průběhu smršť.	$\beta_{ds}(t,t_s)$		0,0460	0,2456	0,9860
Poměrné smrštění vysycháním	$\epsilon_{cd}(t)$		0,000012	0,000062	0,000250
Konečné poměrné přetvoření od autogenního smršťování	$\epsilon_{ca(\infty)}$		0,000050	0,000050	0,000050
Součinitel časového průběhu smršť.	$\beta_{as}(t)$		0,6529549	0,9274134	1
Poměrné autogenní smrštění	$\epsilon_{ca}(t)$		0,000033	0,000046	0,000050
<b>Celkové poměrné smršťování</b>	<b><math>\epsilon_{cs}(t,t_s)</math></b>		<b>0,000044</b>	<b>0,000109</b>	<b>0,000300</b>

#### Začátek životnosti

Modul pružnosti betonu ve stáří 172 dní – uvedení do provozu

$$E_c = \frac{E_a}{n_L} = \frac{210000}{12,16} = 17269,7 \text{ MPa}$$

Napětí od smršťování

$$\sigma_c^{tah} = \epsilon_{cs} * E_c = 0,000109 * 17269,7 = 1,88 \text{ MPa}$$

Tahová síla

$$N_c^{tah} = \sigma_c^{tah} * h_c * b_{eff} = 1,88 * 260 * 2000 = 977,6 \text{ kN}$$

Velikost momentu od smršťování

$$M_c = N_c * \left( c_{z,u} - \frac{t_c}{2} \right) = 977,6 * \left( 250 - \frac{260}{2} \right) = 117,31 \text{ kNm}$$

#### Konec životnosti

Modul pružnosti betonu ve stáří 36500 dní – konec životnosti

$$E_c = \frac{E_a}{n_L} = \frac{210000}{16,78} = 12514,9 \text{ MPa}$$

Napětí od smršťování

$$\sigma_c^{tah} = \epsilon_{cs} * E_c = 0,000300 * 12514,9 = 3,75 \text{ MPa}$$

Tahová síla

$$N_c^{tah} = \sigma_c^{tah} * h_c * b_{eff} = 3,75 * 260 * 2000 = 1950 \text{ kN}$$

Velikost momentu od smršťování

$$M_c = N_c * \left( c_{z,u} - \frac{t_c}{2} \right) = 1950 * \left( 250 - \frac{260}{2} \right) = 234,0 \text{ kNm}$$

### 9.6.3 V poli

#### Omezení napětí

Pro posouzení MSP v poli je vybrán průřez F na nosníku č. 4.

Ocel	
Třída	S355
$f_{yd}$ [MPa]	355
Deska	
Třída	C30/37
$f_{ck}$ [MPa]	30
$0,45f_{ck}$ [MPa]	13,5
$0,60f_{ck}$ [MPa]	18,0
Rozměry	
h [m]	1,229
$t_c$ [m]	0,26
$b_{eff}$ [m]	2,00

Zatížení	
M.ostatní stále [kN/m]	341,55
M.traffic [kN/m]	1797,3

Pracovní součinitel krát.	
$n_0 = \epsilon_a / \epsilon_{cm}$	6,5625
Pracovní součinitel dot. konec živ.	$n_L = n_0 * (1 + \psi_L * \varphi(t, t_0))$
	16,78
Pracovní součinitel dot. začátek živ.	$n_L = n_0 * (1 + \psi_L * \varphi(t, t_0))$
	12,16

Průřezové charakteristiky	
Nosník	
A [m <sup>2</sup> ]	0,034828
$c_{z,u1}$ [m]	-0,828
$c_{z,d1}$ [m]	0,401
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	0,007415813
Spřažený průřez	
$A_{eff}$ [m <sup>2</sup> ]	0,114066095
$c_{z,u2}$ [m]	-0,250
$c_{z,d2}$ [m]	0,979
$I_{y,eff}$ [m <sup>4</sup> ]	0,02697312

$M_a$  – představuje moment od vlastní tíhy ocelového nosníku

$M_c$  – představuje moment od tíhy čerstvého betonu, u začátku životnosti tíhu zatvrdělého betonu

$M$  – představuje moment od příslušného zatížení

$$\sigma_a^h = \frac{M_a}{I_y} * c_{z,u1}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_c}{I_{y,eff}} * c_{z,u1}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} * \frac{M_c}{I_{y,eff}} * c_{z,u2}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M_a}{I_y} * c_{z,d1}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M_c}{I_{y,eff}} * c_{z,d1}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} * \frac{M_c}{I_{y,eff}} * c_{z,d2}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M}{I_{y,eff}} * c_{z,u1}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} * \frac{M}{I_{y,eff}} * c_{z,u2}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M}{I_{y,eff}} * c_{z,d1}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} * \frac{M}{I_{y,eff}} * c_{z,d2}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n_L} * \frac{M * (c_{z,u2} - t_c)}{I_{y,eff}}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n_L} * \frac{M * (h - c_{z,u2} + t_c)}{I_{y,eff}}$$

Část		Nosník	Deska	Ost. st.	Doprava	Dotv.	Smršť.	Σfreq	Σkvaz	Posudek
volně nosník	F [kN]	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
	M [kNm]	127,2	—	—	—	—	—	—	—	—
	σ <sub>c,h</sub> [MPa]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	σ <sub>c,d</sub> [MPa]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	-14,2	—	—	—	—	—	-14,2 < -355,0	-14,2 < -355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	6,9	—	—	—	—	—	6,9 < 355,0	6,9 < 355,0	VYHOVÍ
Betonáž desky	F [kN]	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—
	M [kNm]	127,2	547,7	—	—	—	—	—	—	—
	σ <sub>c,h</sub> [MPa]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	σ <sub>c,d</sub> [MPa]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	-14,2	-61,1	—	—	—	—	-75,3 < -355,0	-75,3 < -355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	6,9	29,6	—	—	—	—	36,5 < 355,0	36,5 < 355,0	VYHOVÍ
Začátek živ.	F [kN]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	977,6	—	—	—
	M [kNm]	127,2	522,6	341,6	1797,3	0,0	117,3	—	—	—
	σ <sub>c,h</sub> [MPa]	-0,2	-0,7	-0,5	-2,5	-0,26	-0,62	-4,8 < -18,0	-1,4 < -13,5	VYHOVÍ
	σ <sub>c,d</sub> [MPa]	-0,5	-2,1	-1,4	-7,3	-0,53	-0,52	-12,4 < 18,0	-4,0 < 13,5	VYHOVÍ
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	-14,2	-4,9	-3,2	-16,7	-6,46	-10,79	-56,2 < -355,0	-22,2 < -355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	6,9	19,0	12,4	65,2	5,20	12,54	121,2 < 355,0	38,2 < 355,0	VYHOVÍ
Konec živ.	F [kN]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1950,0	—	—	—
	M [kNm]	127,2	522,6	341,6	1797,3	0,0	234,0	—	—	—
	σ <sub>c,h</sub> [MPa]	-0,2	-0,7	-0,5	-2,5	-0,19	-0,89	-5,0 < -18,0	-2,5 < -13,5	VYHOVÍ
	σ <sub>c,d</sub> [MPa]	-0,5	-2,1	-1,4	-7,3	-0,39	-0,75	-12,5 < 18,0	-5,2 < 13,5	VYHOVÍ
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	-14,2	-4,9	-3,2	-16,7	-6,46	-21,52	-66,9 < -355,0	-22,2 < -355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	6,9	19,0	12,4	65,2	5,20	20,66	129,3 < 355,0	38,2 < 355,0	VYHOVÍ

Ocelový nosník zůstává v pružném stavu. Ani po dlouhodobých účincích dotvarování a smršťování betonu nedochází k plastizaci I profilu.

#### 9.6.4 Nad podporou

##### Omezení napětí

Pro posouzení MSP nad podporou je vybrán průřez E na nosníku č. 4.

Ocel	
Třída	S355
f <sub>yd</sub> [MPa]	355
Betonářská výztuž	
Třída	B500B
f <sub>sk</sub> [MPa]	500,0
0,8 f <sub>sk</sub> [MPa]	400,0
Pl.výztuže 13Ø 22/150	
A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	4941,7

Rozměry	
h [m]	1,229
h <sub>s</sub> [m]	0,061
w <sub>s</sub> [m]	2,00

Zatížení	
M <sub>.ostatní stáje</sub> [kN/m]	-368,2
M <sub>.traffic</sub> [kN/m]	-1062,8

Průřezové charakteristiky	
Nosník	
A [m <sup>2</sup> ]	0,054554
c <sub>z,u1</sub> [m]	-0,659
c <sub>z,d1</sub> [m]	0,570
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	0,014645
Efektivní průřez	
A <sub>eff</sub> [m <sup>2</sup> ]	0,065202
c <sub>z,u2</sub> [m]	-0,530
c <sub>z,d2</sub> [m]	0,699
I <sub>y,eff</sub> [m <sup>4</sup> ]	0,020193

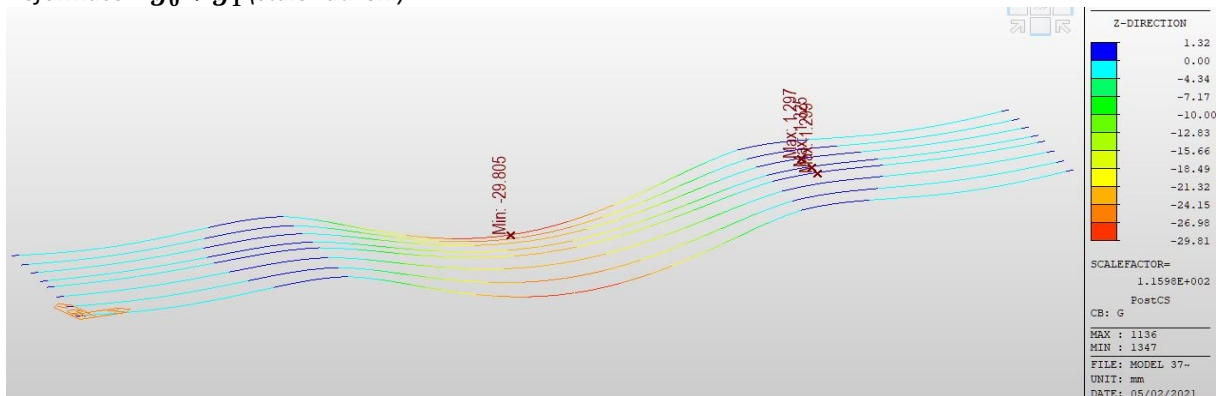
Napětí ve výztuži bylo stanoveno jako podíl výsledného momentu nad podporou a součinem navržené plochy výztuže a ramene od daného momentu.



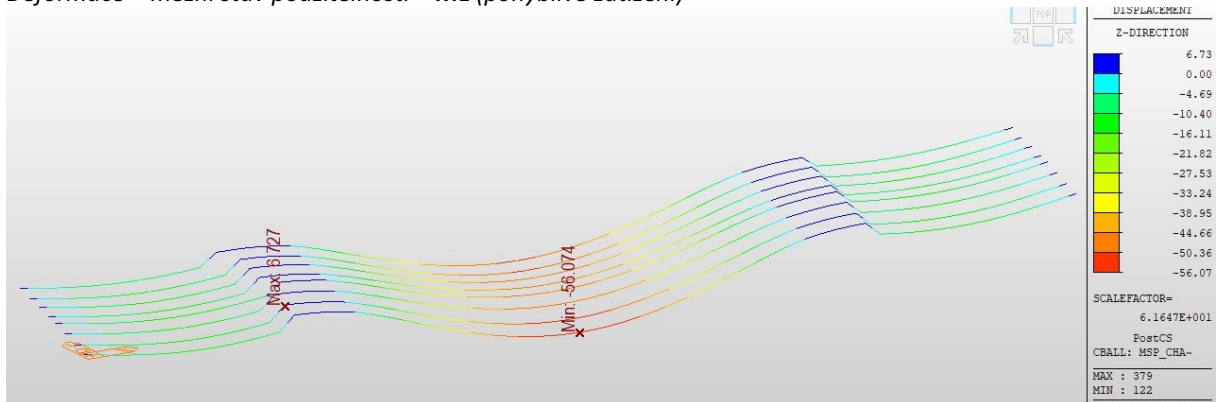
Část		Nosník	Výztuž	Ost.	Doprava	Dotv.	Smrš.	Σfreq	Σkvaz	Posudek
volně nosník	F [kN]	0,0	—	—	—	—	—	—	—	
	M [kNm]	-176,7	—	—	—	—	—	—	—	
	σ <sub>s</sub> [MPa]	—	—	—	—	—	—	—	—	
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	8,0	—	—	—	—	—	8,0 < 355,0	8,0 < 355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	-6,9	—	—	—	—	—	-6,9 < -355,0	-6,9 < -355,0	VYHOVÍ
Betonáž desky	F [kN]	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	
	M [kNm]	-176,7	-653,4	—	—	—	—	—	—	
	σ <sub>s</sub> [MPa]	—	—	—	—	—	—	—	—	
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	8,0	29,4	—	—	—	—	37,4 < 355,0	37,4 < 355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	-6,9	-25,4	—	—	—	—	-32,3 < -355,0	-32,3 < -355,0	VYHOVÍ
Začátek životnosti	F [kN]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	977,6	—	—	
	M [kNm]	-176,7	-931,0	-368,2	-1062,8	0,0	117,3	—	—	
	σ <sub>s</sub> [MPa]	21,1	111,4	44,0	127,1	0,0	12,27	316,0 < 400,0	176,6 < 400,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	8,0	24,4	9,7	27,9	9,67	11,91	91,6 < 355,0	42,1 < 355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	-6,9	-32,2	-12,7	-36,8	-1,83	-8,60	-99,1 < -355,0	-51,8 < -355,0	VYHOVÍ
Konec životnosti	F [kN]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1950,0	—	—	
	M [kNm]	-176,7	-931,0	-368,2	-1062,8	0,0	234,0	—	—	
	σ <sub>s</sub> [MPa]	21,1	111,4	44,0	127,1	0,0	24,47	328,2 < 400,0	176,6 < 400,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,h</sub> [MPa]	8,0	24,4	9,7	27,9	9,67	23,76	103,4 < 355,0	42,1 < 355,0	VYHOVÍ
	σ <sub>a,d</sub> [MPa]	-6,9	-32,2	-12,7	-36,8	-1,83	-17,16	-107,6 < -355,0	-51,8 < -355,0	VYHOVÍ

### 9.6.5 Omezení průhybu konstrukce

Deformace –  $g_0 + g_1$  (stálé zatížení)



Deformace – mezní stav použitelnosti – ML (pohyblivé zatížení)



#### Deformace

Maximální svislé průhyby hlavních nosníků od stálého zatížení dosahují hodnoty **29,8 mm** a maximální svislé průhyby od pohyblivého zatížení dosahují hodnoty **56,1 mm**. Celkový průhyb konstrukce je **85,9 mm**. Tato hodnota odpovídá přibližně **1/350** rozpětí středního pole mostu, která je větší než hraniční hodnota stanovená normou **1/300**. Ocelová konstrukce mostu bude výrobně nadvýšena o 40 mm ve středě rozpětí.

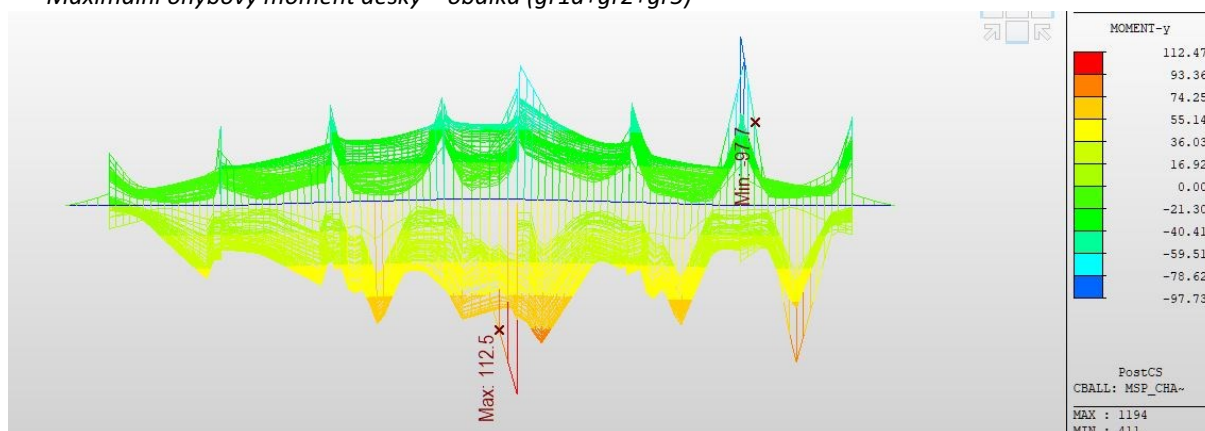
## 10 Příkladný směr

Železobetonová deska je v podélném směru spřažená s hlavními nosníky, v příčném směru se chová jako spojitý nosník s osmi podporami. Tloušťka desky je navržena 260 mm a kopíruje příčný sklon vozovky. Pro výztuž desky navrhuji typ B500B.

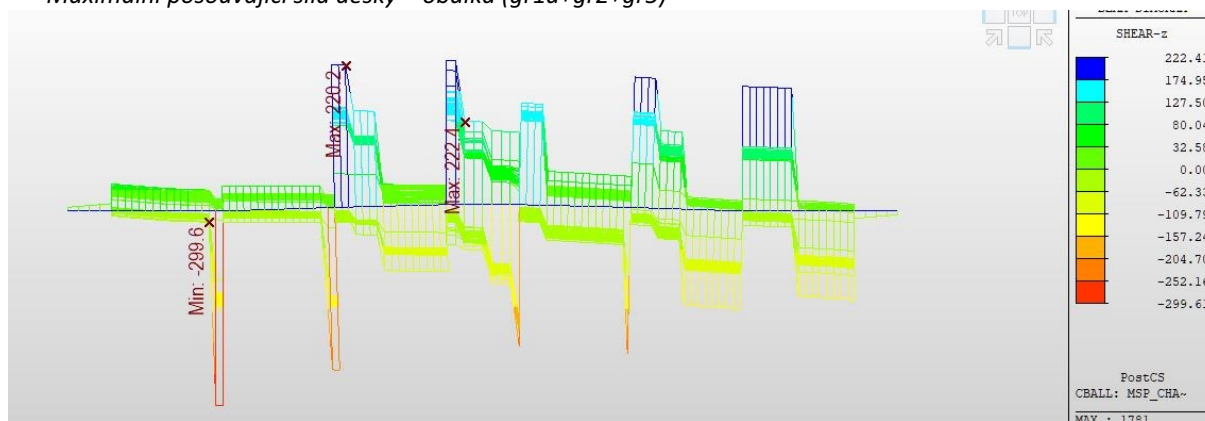
Beton	C30/37	$f_{ck}$	30	MPa
		$f_{ck,cube}$	37	MPa
		$f_{ctm}$	2,9	MPa
		$E_c$	32	Gpa
Výztuž	B500B	$f_{yk}$	500	MPa
		$E_s$	210	Gpa

### 10.1 Návrhové hodnoty vnitřních sil

Maximální ohybový moment desky – obálka ( $gr1a+gr2+gr5$ )



Maximální posouvající síla desky – obálka ( $gr1a+gr2+gr5$ )



Maximální kladný ohybový moment	$m^+_{y,Ed}$	112,5	kNm
Maximální záporný ohybový moment	$m^-_{y,Ed}$	-97,7	kNm
Maximální posouvající síla	$V_{z,Ed,1}$	220,4	kN
Maximální posouvající síla	$V_{z,Ed,2}$	299,6	kN

## 10.2 Návrh hlavní výztuže

Tloušťka betonové desky	$h_c$	260	mm
Rozměr desky	$x_c$	65000	mm
	$y_c$	14850	mm

### 10.2.1 Krycí vrstva výztuže

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} = 18 \\ c_{min,dur} = 40 \\ c = 10 \end{cases}$$

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

$$\Delta c_{der} = 10 \text{ mm}$$

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

### 10.2.2 Omezení šířky trhlin

Dle [9N] tab. 7.2N a 7.3N se navrhne tahová výztuž, která omezí šířku trhlin na  $w_k = 0,3 \text{ mm}$ .

Tabulka 7.2N – Maximální průměry prutů  $\phi_s$  pro omezení šířky trhlin<sup>1)</sup>

Napětí ve výztuži <sup>2)</sup> [MPa]	Maximální průměr prutu [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

Tabulka 7.3N – Maximální vzdálenost prutů pro omezení šířky trhliny<sup>1)</sup>

Napětí ve výztuži <sup>2)</sup> [MPa]	Maximální vzdálenost prutů [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	–
360	100	50	–

POZNÁMKY jsou vysvětleny v tabulce 7.2N

V dalším výpočtu je v závislosti s uvažovanou šířkou trhlin  $w_k = 0,3 \text{ mm}$  počítáno s maximálním napětím ve výztuži  $f_{y,w_k=0,3} = 200 \text{ MPa}$ , dále je nutno dodržet maximální průměr výztuže  $\phi 25$  a maximální vzdálenost prutů **250 mm**.

### 10.2.1 Návrh výztuže – kladný ohybový moment

Navrhují 7 Ø25/125

Profil výztuže	Ø	25	mm
	vzd.	125	mm
plocha výztuže	a <sub>s</sub>	3436,12	mm <sup>2</sup>

účinná výška průřezu

$$d = h_c - c_{nom} - 0,5 * \varnothing = 197,5 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$f_{cd} = 18 \text{ MPa}$$

$$\mu = \frac{m_{ed}}{(b * d^2 * f_{cd})}$$

$$\mu = 0,16$$

$$\mu = 0,16 \gg \zeta = 0,910$$

Požadovaná plocha výztuže

$$f_{y,wk=0,3} = 200 \text{ MPa}$$

$$a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{(\zeta * d * f_{y,wk=0,3})} = 2377,43 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,req} < a_s$$

$$2377,43 < 3436,12 \text{ mm}^2$$

**Posouzení výztuže**

Síla ve výztuži

$$F_s = a_s * f_{y,wk=0,3} = 687,22 \text{ kN}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{F_s}{0,8 * b * f_{cd}} = 47,72 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 178,41 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$m_{Rd} = F_s * z = 122,61 \text{ kNm}$$

$$m_{Rd} > m_{Ed}$$

$$122,61 > 112,5 \text{ kNm}$$

**Kontrola poměrného přetvoření výztuže**

$$\varepsilon_{cu} = 0,0035$$

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{y,wk=0,2}}{E_s} = 0,0009524$$

$$\frac{x_{bal,1}}{d} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{x_{bal,1}}{d} = 0,786$$

Výška tláčené oblasti může být max. 78,6% účinné výšky průřezu

### Konstrukční zásady

*Omezení výšky tláčené oblasti*

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max} = 0,45$$

$$\xi = 0,24 \text{ Vyhovuje}$$

*Omezení tahové výztuže*

$$f_{y,wk=0,3} = 200 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{y,wk=0,3}} * b * d \\ 0,0013 * b * d \end{array} \right. \begin{array}{l} 744,575 \text{ mm}^2 \\ 256,75 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$a_{s,min} = 744,575 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 * b * d = 7900 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} < a_s < a_{s,max}$$

$$744,575 < 3436,12 < 7900$$

Vyhovuje

*Maximální vzdálenost výztuže*

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 * h = 520 \text{ mm} \\ 250 \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

$$s = 125 \text{ mm} < 250 \text{ mm}$$

Vyhovuje

## 10.2.2 Návrh výztuže – záporný ohybový moment

Navrhují 7 Ø25/125

Profil výztuže	Ø	25	mm
	vzd.	125	mm
plocha výztuže	a <sub>s</sub>	3436,12	mm <sup>2</sup>

účinná výška průřezu

$$d = h_c - c_{nom} - 0,5 * \varnothing = 197,5 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$f_{cd} = 18 \text{ MPa}$$

$$\mu = \frac{m_{ed}}{(b * d^2 * f_{cd})}$$

$$\mu = 0,14$$

$$\mu=0,14 \gg \zeta=0,922$$

Požadovaná plocha výztuže

$$f_{y,wk=0,3} = 200 \text{ MPa}$$

$$a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{(\zeta * d * f_{y,wk=0,3})} = 2682,67 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,req} < a_s$$

$$2682,67 < 3436,12 \text{ mm}^2$$

**Posouzení výztuže**

Síla ve výztuži

$$F_s = a_s * f_{y,wk=0,3} = 687,22 \text{ kN}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{F_s}{0,8 * b * f_{cd}} = 47,72 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 178,41 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$m_{Rd} = F_s * z = 122,61 \text{ kNm}$$

$$m_{Rd} > m_{Ed}$$

$$122,61 > 97,7 \text{ kNm}$$

**Kontrola poměrného přetvoření výztuže**

$$\varepsilon_{cu} = 0,0035$$

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{y,wk=0,3}}{E_s} = 0,0009524$$

$$\frac{x_{bal,1}}{d} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{x_{bal,1}}{d} = 0,786$$

Výška tlačené oblasti může být max. 78,6% účinné výšky průřezu

### Konstrukční zásady

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max} = 0,45$$

$$\xi = 0,24 \text{ Vyhovuje}$$

*Omezení tahové výztuže*

$$f_{y,wk=0,3} = 200 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{y,wk=0,3}} * b * d \\ 0,0013 * b * d \end{array} \right. \begin{array}{l} 744,575 \text{ mm}^2 \\ 256,75 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$a_{s,min} = 744,575 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 * b * d = 7900 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} < a_s < a_{s,max}$$

$$744,575 < 3436,12 < 7900$$

Vyhovuje

*Maximální vzdálenost výztuže*

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 * h = 520 \text{ mm} \\ 250 \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

$$s = 125 \text{ mm} < 250 \text{ mm}$$

Vyhovuje

### 10.2.3 Návrh rozdělovací výztuže

Navrhují 4  $\emptyset 16/250$

Profil výztuže	$\emptyset$	16	mm
	vzd.	300	mm
plocha výztuže	$a_{sk}$	804,25	mm <sup>2</sup>

*Požadovaná plocha výztuže*

$$a_{sk,req} = 0,2 * a_s = 687,22 \text{ mm}^2$$

*Maximální vzdálenost rozdělovací výztuže*

$$s_{sk,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 * h = 780 \text{ mm} \\ 400 \end{array} \right\} = 400 \text{ mm}$$

$$\begin{array}{l} s_{sk} < s_{sk,max} \\ 250 < 400 \text{ mm} \end{array}$$

### 10.2.4 Smyková výztuž

#### Posouzení prvku, který nevyžaduje smykovou výztuž

Dle [9N] čl.6.2.2

Posuzují 7 Ø25/125

Profil výztuže	Ø	25	mm
	vzd.	125	mm
plocha výztuže	a <sub>s</sub>	3436,12	mm <sup>2</sup>

$$b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$d = 260,00 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ MPa}$$

$$\rho_l = \frac{a_s}{d * b_w} = 0,013216$$

$$\rho_l \leq 0,02$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,877$$

$$k \leq 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

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

$$V_{Rd,c} = 199,697 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} < V_{Ed}$$

Je potřeba navrhnout smykovou výztuž.

#### Návrh smykové výztuže

Dle ČSN EN 1992-1-1 čl. 6.2.3

Navrhují 2x dvoustřížné třmínky Ø20/125

Profil výztuže	Ø	20	mm
	s	125	mm
plocha výztuže	A <sub>sw</sub>	1256,64	mm <sup>2</sup>

$$b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN}$$

$$A_c = b * d = 260000 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} = 18 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{cw} = 1,000$$

$$v_1 = 0,6$$

předpoklad úhlu 50° a cot Ø = 1,2

$$z = 178,41 \text{ mm}$$



$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot \phi$$

$$V_{Rd,s} = 935,78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} * b_w * z * v_1 * \frac{f_{cd}}{\cot \phi + \tan \phi}$$

$$V_{Rd,max} = 806,21 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} > V_{z,Ed,2}$$

$$806,21 > 299,6 \text{ kN}$$

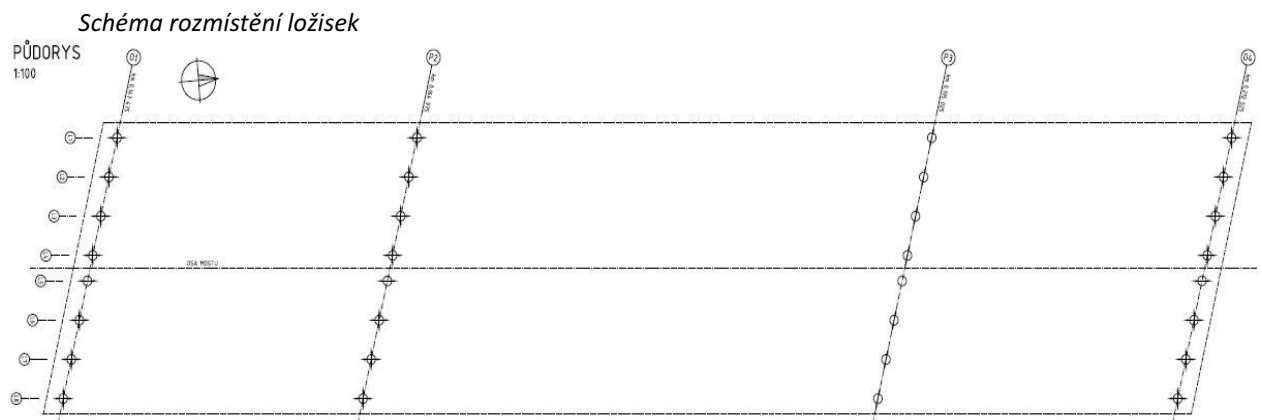
$$V_{Rd,s} > V_{z,Ed,2}$$

$$935,78 > 299,6 \text{ kN}$$

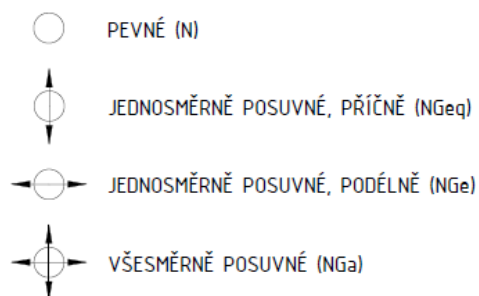
Dle [9N] 6.2.3(3) je pro prvky se svislou smykovou výztuží únosnost ve smyku  $V_{Rd}$  menší z hodnot  $V_{Rd,s}$  nebo  $V_{Rd,max}$ . Menší z hodnot vychází  $V_{Rd,max}$ .

## 11 Ložiska

### Rozmístění ložisek

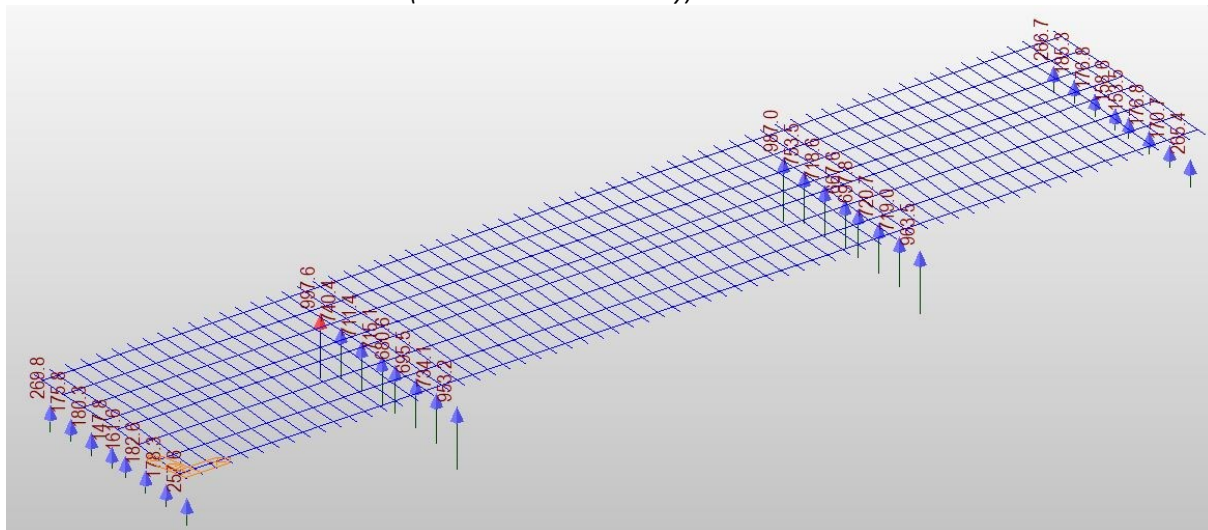


### Legenda ložisek

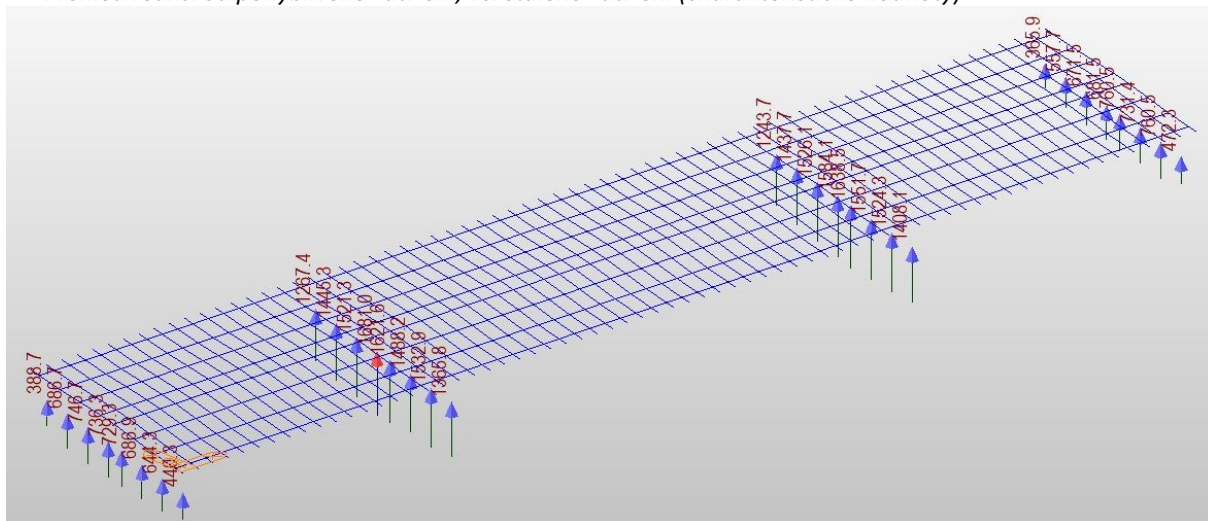


## Přehled výsledků

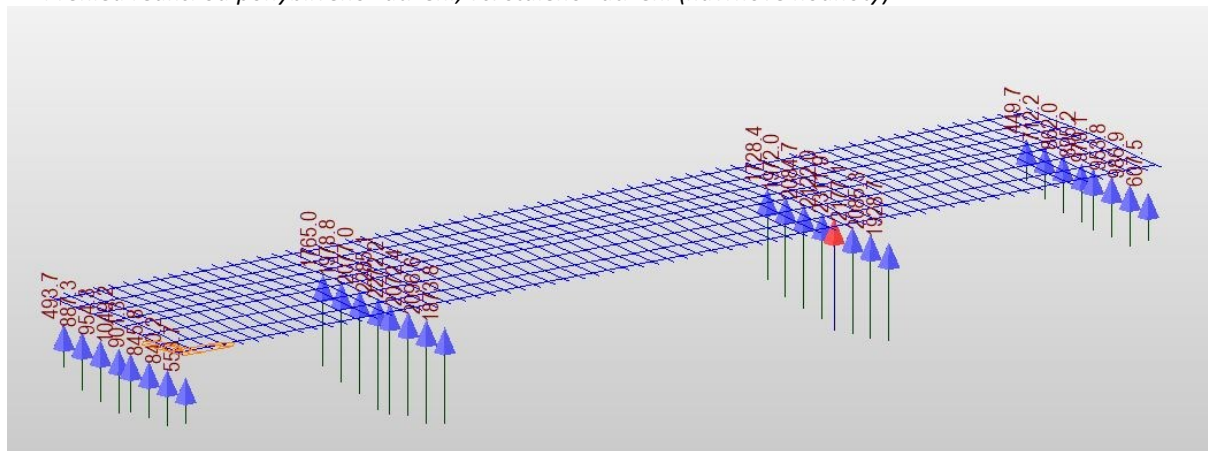
*Přehled reakcí od stálého zatížení (charakteristické hodnoty)*



*Přehled reakcí od pohyblivého zatížení, vč. stálého zatížení (charakteristické hodnoty)*



*Přehled reakcí od pohyblivého zatížení, vč. stálého zatížení (návrhové hodnoty)*



### Návrhové hodnoty pro jednotlivá ložiska

PODPORA	TYP	01									
		CHARAKTERISTICKÉ SÍLY				NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY	
		$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	x [mm]	y [mm]
L1	GL	198	472	-	-	229	607	-	-	±25	±5
L2	GL	97	761	-	-	85	987	-	-	±25	±5
L3	GL	118	747	-	-	64	954	-	-	±25	±5
L4	GL	10	760	-	-	41	1049	-	-	±25	±5
L5	GGL	66	729	-	20	40	901	-	27	±25	-
L6	GL	32	687	-	-	42	862	-	-	±25	±5
L7	GL	113	644	-	-	120	840	-	-	±25	±5
L8	GL	184	440	-	-	205	554	-	-	±25	±5

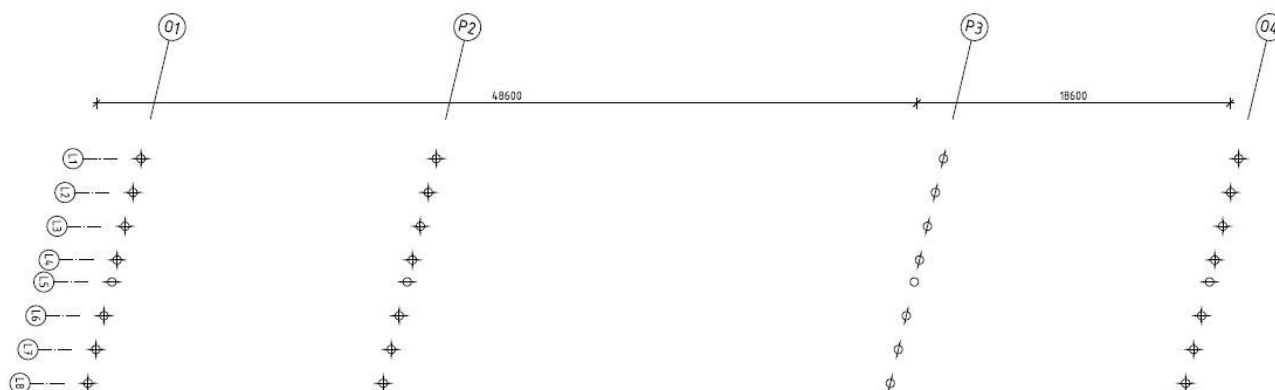
PODPORA	TYP	P2									
		CHARAKTERISTICKÉ SÍLY				NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY	
		$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	x [mm]	y [mm]
L1	NGa	888	1408	-	-	1226	1929	-	-	±15	±5
L2	NGa	649	1524	-	-	900	2085	-	-	±15	±5
L3	NGa	560	1552	-	-	835	2177	-	-	±15	±5
L4	NGa	632	1681	-	-	892	2312	-	-	±15	±5
L5	NGe	622	1622	-	57	829	2272	-	77	±15	-
L6	NGa	549	1526	-	-	800	2084	-	-	±15	±5
L7	NGa	660	1533	-	-	914	2097	-	-	±15	±5
L8	NGa	887	1366	-	-	1227	1874	-	-	±15	±5

PODPORA	TYP	P3									
		CHARAKTERISTICKÉ SÍLY				NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY	
		$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	x [mm]	y [mm]
L1	NGeq	887	1366	58	-	1227	1874	78	-	-	±5
L2	NGeq	660	1533	61	-	914	2097	82	-	-	±5
L3	NGeq	549	1526	67	-	800	2084	70	-	-	±5
L4	NGeq	622	1622	82	-	829	2272	111	-	-	±5
L5	N	632	1681	114	57	892	2312	154	77	-	-
L6	NGeq	560	1552	81	-	835	2177	109	-	-	±5
L7	NGeq	649	1524	74	-	900	2085	100	-	-	±5
L8	NGeq	888	1408	72	-	1226	1929	97	-	-	±5

PODPORA	TYP	04									
		CHARAKTERISTICKÉ SÍLY				NÁVRHOVÉ SÍLY				POSUNY	
		$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]	x [mm]	y [mm]
L1	GL	184	440	-	-	205	554	-	-	±10	±5
L2	GL	113	644	-	-	120	840	-	-	±10	±5
L3	GL	32	687	-	-	42	862	-	-	±10	±5
L4	GL	66	729	-	-	40	901	-	-	±10	±5
L5	GGL	10	760	-	20	41	1049	-	27	±10	-
L6	GL	118	747	-	-	64	954	-	-	±10	±5
L7	GL	97	761	-	-	85	987	-	-	±10	±5
L8	GL	198	472	-	-	229	607	-	-	±10	±5

## 12 Mostní závěr

### Dilatující délky



### Výpočet dilatace mostních závěrů

Tato práce se nezabývá návrhem spodní stavby a proto posuvy vyvolané účinkem brzdných a rozjezdových sil jsou v rámci návrhu mostního závěru zanedbány. Stávající spodní stavba se předpokládá v podélném směru jako tuhá.

#### Dilatační úsek D1

$$\begin{aligned} d_{1,k} &= (\Delta T_{N,con} + \Delta T_{N,exp}) \cdot \alpha \cdot l_1 + d_{shrink,1} + d_{creep,1} \\ &= (32 + 29,5) \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 48600 + 13,5 + 5,3 = \\ &= 54,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d_{1,d} = \gamma \cdot d_{1,k} = 1,3 \cdot 54,7 = 71,1 \text{ mm}$$

#### Dilatační úsek D2

$$\begin{aligned} d_{1,k} &= (\Delta T_{N,con} + \Delta T_{N,exp}) \cdot \alpha \cdot l_1 + d_{shrink,1} + d_{creep,1} \\ &= (-32 + 29,5) \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 18600 + 5,2 + 2,1 = \\ &= 21,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d_{1,d} = \gamma \cdot d_{1,k} = 1,3 \cdot 21,0 = 27,3 \text{ mm}$$


### Návrh mostních závěrů

Opěra	$\Delta x$ [mm]
O1	70
O4	30

## 13 Závěr

Navržená konstrukce vyhovuje všem požadavkům stanovených v aktuálně platných normách a vyhovuje jak meznímu stavu únosnosti, tak meznímu stavu použitelnosti. Statický výpočet ověřil mechanickou odolnost, stabilitu a použitelnost konstrukce.

## Příloha A - Vytvořené kombinace v SW

MIDAS/Civil		LOAD COMBINATION	
PROJECT TITLE: Odina			
	Company		Client
	Author	Kurel	File Name
			Model 001_DPjcp

MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software)	
MIDAS/Civil - Load Combinations	
(c)SINCE 1989	
MIDAS Information Technology Co.,Ltd. (MIDAS IT)	MIDAS/Civil Version 8.9.5

-----  
DESIGN TYPE : General  
-----

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	G	Active	Add	Vlastni tiha( 1.000) +	vozovka( 1.000) +	rinsy( 1.000)
2	gr2	Active	Envelope	Brzdny_rozjezdLM1+( 1.000) +	Brzdny_rozjezdLM1-( 1.000) +	Brzdny_rozjezdLM3+( 1.000)
				Brzdny_rozjezdLM3-( 1.000)		
3	TGP	Active	Envelope	TPG P( 1.000) +	TPG N( 1.000)	
4	HSP	Active	Add	G( 1.000) +	TGP( 0.500) +	Brzdny_rozjezdLM1+( 1.000)
				vitri( 1.000)		
5	LM1_casta	Active	Envelope	LM1a_casta( 1.000) +	LM1b_casta( 1.000)	
6	LM1_char	Active	Envelope	LM1a_char( 1.000) +	LM1b_char( 1.000)	
7	MSU_6.10a_gr1a	Active	Add	G( 1.350) +	TGP( 0.900) +	vitri( 0.900)
				LM1_casta( 1.350) +	Creep Secondary( 1.000) +	Shrinkage Secondary( 1.000)
8	MSU_6.10a_gr5	Active	Add	G( 1.350) +	TGP( 0.900) +	vitri( 0.900)
				LM3_casta( 1.350) +	Creep Secondary( 1.000) +	Shrinkage Secondary( 1.000)
9	MSU_6.10b_gr1a	Active	Add	G( 1.150) +	LM1_char( 1.350) +	vitri( 0.900)
				TGP( 0.900) +	Creep Secondary( 1.000) +	Shrinkage Secondary( 1.000)
10	MSU_6.10b_gr2	Active	Add	G( 1.150) +	LM1_char( 1.350) +	vitri( 0.900)
				TGP( 0.900) +	Creep Secondary( 1.000) +	Shrinkage Secondary( 1.000)
				gr2( 1.350)		
11	MSU_6.10b_gr5	Active	Add	G( 1.150) +	LM3_char( 1.000) +	vitri( 0.900)
				TGP( 0.900) +	Creep Secondary( 1.000) +	Shrinkage Secondary( 1.000)
12	MSU_6.10b	Active	Envelope	MSU_6.10b_gr1a( 1.000) +	MSU_6.10b_gr5( 1.000) +	MSU_6.10b_gr2( 1.000)

Modeling, Integrated Design & Analysis Software  
<http://www.MidasUser.com>  
MIDAS/Civil V 8.9.5

Print Date/Time : 07/06/2021 21:23

-1/3-

MIDAS/Civil

LOAD COMBINATION

PROJECT TITLE: Odina

MIDAS	Company	Client	
	Author	Kurel	File Name

13	MSU_6.10a	Active	Envelope		
	MSU 6.10a	gr1a( 1.000) +	MSU 6.10a	gr5( 1.000)	
14	MSP_char	gr1a	Active	Add	
		G( 1.000) +	LM1_char( 1.000) +		vitri( 0.600)
		TGP( 0.600)			
15	MSP_char	gr2	Active	Add	
		G( 1.000) +	LM1_casta( 1.000) +		vitri( 0.600)
		TGP( 0.600) +	gr2( 1.000)		
16	MSP_char	gr5	Active	Add	
		G( 1.000) +	LM3_char( 1.000) +		vitri( 0.600)
		TGP( 0.600)			
17	MSP_char	gr1a	Active	Envelope	
	MSP_char	gr1a( 1.000) +	MSP_char	gr2( 1.000) +	MSP_char
					gr5( 1.000)
18	MSP_cast	Active	Add		
		G( 1.000) +	LM1_casta( 1.000) +		TGP( 0.500)
19	MSP_kva	Active	Add		
		G( 1.000) +	TGP( 0.500)		
20	ll	Active	Envelope		
		LM1_char( 1.000) +	LM3_char( 1.000)		
21	MSU_ob_a+b	Active	Envelope		
	MSU 6.10a	( 1.000) +	MSU 6.10b	( 1.000)	
22	MSU_6.10	gr1a	Active	Add	
		G( 1.350) +	TGP( 0.900) +		vitri( 0.900)
		LM1_char( 1.350) +	Creep Secondary( 1.000) +		Shrinkage Secondary( 1.000)
23	MSU_6.10	gr5	Active	Add	
		G( 1.350) +	TGP( 0.900) +		vitri( 0.900)
		LM3_char( 1.350) +	Creep Secondary( 1.000) +		Shrinkage Secondary( 1.000)
24	MSU_6.10	gr2	Active	Add	
		G( 1.350) +	LM1_casta( 1.350) +		vitri( 0.900)
		TGP( 0.900) +	Creep Secondary( 1.000) +		Shrinkage Secondary( 1.000)
		gr2( 1.350)			
25	MSU_6.10	gr1a	Active	Envelope	
	MSU 6.10	gr1a( 1.000) +	MSU 6.10	gr2( 1.000) +	MSU 6.10
					gr5( 1.000)
26	Doprava	Active	Envelope		
		LM1a_char( 1.350) +	LM3_char( 1.350)		
27	ost stale	Active	Add		
	vozovka	( 1.000) +	rimsy( 1.000)		
28	creep	Active	Add		
		Creep Primary( 1.000)			
29	shrink	Active	Add		
		Shrinkage Primary( 1.000)			
30	MSP_char	gr1b	Active	Add	
		G( 1.000) +	LM2_casta( 1.000) +		vitri( 0.600)
		TGP( 0.600)			

Modeling, Integrated Design & Analysis Software  
<http://www.MidasUser.com>  
 MIDAS/Civil V 8.9.5


Print Date/Time : 07/06/2021 21:23

- 2 / 3 -

MIDAS/Civil

LOAD COMBINATION

PROJECT TITLE: Odina

	Company		Client	
	Author	Kurel	File Name	Model 001_DP1cp

31	UDL_char	Active UDL_char( 1.350)	Add
32	TS_char	Active TS_char( 1.350)	Add
33	kva_	Active G( 1.000)	Add