



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FAKULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH MOSTU O JEDNOM POLI

DESIGN OF A ONE-SPAN BRIDGE

MOST PŘES ŘEKU VALOVÁ

BRIDGE OVER THE VALOVÁ RIVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE: ONDŘEJ VYTÁSEK

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE: ING. JOSEF PANÁČEK

SUPERVISOR

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Ondřej Vytásek
Název	Most přes řeku Valová
Vedoucí práce	Ing. Josef Panáček
Datum odevzdání	27.5. 2022

V Brně dne 30.11. 2021

Prof. RNDR. Ing. Petr Štěpánek, CSc.

Vedoucí ústavu

Prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry

Základní normy:

ČSN 73 6201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních objektů

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 – 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992 – 2: Betonové moty – Navrhování a konstrukční zásady

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Místo stávajícího mostního objektu nejdříve vypracujte dvě až tři studie nového mostu o jednom poli jejich zhodnocení

Dále se zaměřte na návrh monolitické nebo spřažené nosné konstrukce z předpjatého betonu. Most může být navržen přímý, kolmý nebo šikmý. Převáděnou komunikaci lze rozšířit. Výškové úpravy nivelety, dna řeky nebo hladiny stoleté vody jsou přípustné.

Dimenzování proveďte metodou mezních stavů v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy nebo změny provádějte se souhlasem vedoucího práce

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT „Úprava odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT“ (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT „Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací“ a platné Směrnice děkana „Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT“ (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Cílem této práce byl návrh nové mostní konstrukce o jednom poli. Bylo zpracováno několik studií, z nichž jsem vybral jednu a sice monolitickou jednotrámovou variantu z předpjatého betonu, jenž nahradí stávající již nevyhovující most. Most má rozpětí 28,94m a šířku 9,6m. Součástí práce je statický výpočet, výkresy výztuže, tvaru a dispozice mostu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Předpjatý beton, most, šikmý most, jednotrámový most, analýza fází provozu konstrukce, změny předpětí, skruž, smyk, ohyb.

ABSTRACT

The aim of this work was to design a new bridge structure with one span. Several studies were carried out, from which I selected one, namely a monolithic single-beam variant made of prestressed concrete, which will replace the existing already unsatisfactory bridge. The bridge has a span of 28.94 m and a width of 9.6 m. Part of the work is a static calculation, drawings of reinforcement, shape and layout of the bridge.

KEYWORDS

Prestressed concrete, bridge, single - beam bridge, analysis of construction phases of the structure, changes in prestress, ring, shear, bending.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Ondřej Vytásek, Most přes řeku Valová. Brno, 2022. 93 stran, 512 stran příloha Bakalářské práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí.

Vedoucí práce Ing. Josef Panáček.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, listinná forma závěrečné bakalářské práce s názvem Most přes řeku Valová se plně shoduje s elektronickou formou.

V Brně dne 27.5. 2022

Ondřej Vytásek
Autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODU ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci s názvem Most přes řeku Valová vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité zdroje

Ondřej Vytásek
Autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu práce Ing. Josefu Panáčkovi za velmi cenné rady a pomoc při zpracovávání práce a rovněž také všem vyučujícím z Ústavu betonových a zděných konstrukcí za pomoc.

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. IDENTIFIKACE A ÚDAJE O UMÍSTĚNÍ MOSTU.....	2
3. STÁVAJÍCÍ STAV.....	3
3.1 LOKALITA.....	3
3.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO MOSTU.....	6
3.3 PŮVODNÍ NAVRHOVANÁ NÁHRADA MOSTU.....	19
3.4 NÁHRADA STÁVAJÍCÍHO MOSTU.....	20
4. NOVÝ STAV.....	18
4.1 NOVÝ MOST.....	18
4.1.1 PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU.....	18
4.1.2 ÚPRAVA STÁVAJÍCÍ SILNICE.....	18
4.1.3 ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU.....	21
4.1.4 VÝŠKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU.....	21
4.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY V MÍSTĚ NAVRŽENÉHO MOSTU.....	22
4.1.6 PŘEVÁDĚNÁ KOMUNIKACE – SKLADBA VOZOVKY.....	25
4.1.7 MOSTNÍ VYBAVENÍ – ZÁCHYTNÉ SYSTÉMY.....	29
4.2 NAVRHOVANÉ STUDIE MOSTU.....	32
4.2.1 STUDIE A.....	32
4.2.2 STUDIE B.....	34
4.2.3 STUDIE C.....	35
4.2.4 STUDIE D.....	37
4.2.4 STUDIE E.....	38
4.2.4 STUDIE F.....	41
4.2.4 STUDIE G.....	42
4.3 VYBRANÁ STUDIE MOSTU.....	44



4.4 CHARAKTERISTIKA MOSTU.....	45
4.4.1 NOSNÁ KONSTRUKCE.....	46
4.4.2 KRAJNÍ NADPODPOROVÉ PŘÍČNÍKY.....	47
4.4.3 SPODNÍ STAVBA.....	47
4.4.3.1 LOŽISKA.....	47
4.4.3.2 PODLOŽISKOVÉ BLOKY.....	48
4.4.3.3 ÚLOŽNÝ PRÁH.....	48
4.4.3.4 OPĚRA.....	48
4.4.3.5 ZALOŽENÍ MOSTU.....	49
4.4.3.6 ZÁVĚRNÁ ZEĎ.....	49
4.4.3.7 MOSTNÍ KŘÍDLA.....	50
4.4.4 PŘECHODOVÁ OBLAST.....	50
4.4.4.1 PŘECHODOVÁ DESKA.....	50
4.4.5 ZÁSYPY.....	51
4.4.6 MOSTNÍ SVRŠEK.....	51
4.4.6.1 VOZOVKA NA MOSTĚ.....	51
4.4.7 MOSTNÍ ŘÍMSY.....	51
4.4.8 MOSTNÍ ZÁVĚR.....	52
4.4.9 MOSTNÍ VYBAVENÍ.....	54
4.4.9.1 ZÁCHYTNÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY.....	54
4.4.9.2 ODVODNĚNÍ MOSTU.....	54
4.4.10 ZPEVNĚNÍ SVAHŮ.....	57
4.4.11 TERÉNNÍ ÚPRAVY.....	57
4.4.12 ODVODNĚNÍ KOMUNIKACE MIMO MOST.....	57
4.5 VÝSTAVBA.....	58

4.5.1 DOTČENÁ ÚZEMÍ.....	58
4.5.1 POSTUP VÝSTAVBY.....	62
4.5.1.1 ZAHÁJENÍ VÝSTAVBY:	62
4.5.1.2 UKONČENÍ VÝSTAVBY:	62
4.5.1.3 UVEDENÍ STAVBY DO PROVOZU:	62
4.5.1.4 NAVRŽENÝ POSTUP VÝSTAVBY:	62
4.5.2 DOPRAVNÍ OBSLUŽNOST.....	63
4.5.3 STAVENIŠTĚ.....	65
4.5.4 SKLÁDKA MATERIÁLU.....	65
4.5.5 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY.....	66
4.5.6 PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY S OHLEDEM.....	66
NA BEZPEČNOST A OCHRANU ZDRAVÍ	
5. VÝPOČET.....	66
5.1 POUŽITÉ MATERIÁLY.....	67
5.1.1 BETON.....	67
5.1.2 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ.....	68
5.1.3 PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ.....	69
5.2 IDEALIZACE KONSTRUKCE.....	69
5.3 VÝPOČETNÍ PROGRAM.....	69
5.4 VÝPOČTOVÉ MODEL Y.....	70
5.5 VNĚJŠÍ ZATÍŽENÍ.....	71
5.6 PRVNÍ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PŘEDPĚTÍ NA PRUTOVÉM MODELU.....	71
5.7 ÚPRAVA PRŮŘEZU.....	72
5.8 UPRAVENÝ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PŘEDPĚTÍ NA PRUTOVÉM MODELU.....	72
5.9 NÁVRH PŘEDPĚTÍ RUČNĚ DLE PODMÍNEK NAPĚTÍ.....	72
5.10 PRŮBĚH NORMÁLOVÝCH SIL NA DESKOVÉM MODELU.....	73

5.11 POROVNÁNÍ PRŮBĚHU NAPĚTÍ NA PRUTOVÉM A DESKOVÉM.....	73
MODELU S VYMODELOVANÝMI A NATRASOVANÝMI KABELY	
5.12 VÝPOČET KRÁTKODOBÝCH A DLOUHODOBÝCH ZTRÁT.....	77
5.13 VÝPOČET MEZNÍHO STAVU POUŽITELNOSTI.....	78
5.14 VÝPOČET MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI V PODÉLNÉM SMĚRU.....	84
5.15 VÝPOČET MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI V PŘÍČNÉM SMĚRU.....	88
5.16 VÝPOČET PRŮHYBU A KOTEVNÍ OBLAST.....	90
5.17 DIMENZOVÁNÍ PŘÍČNÍKŮ.....	91
6. ZÁVĚR.....	92
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	92

1. ÚVOD

V rámci této práce je řešen návrh silničního mostu o jednom poli namísto stávajícího mostu. Most se nachází nedaleko obce Polkovice v okrese Přerov a převádí silnici č. 43418 přes řeku Valovou. Silnice spojuje obce Polkovice a Lobodice.

V současnosti se zde nachází stávající železobetonový most z roku 1920. V rámci bakalářské práce je navržen nový most nahrazující stávající mostní objekt, který z důvodů uvedených níže již nedostačuje.

V rámci bakalářské práce byly zpracovány studie, ze kterých byla vybrána konečná varianta ke statickému posouzení.

Výpočet byl proveden ve výpočetním programu SCIA Engineer, kontrolní výpočty byly provedeny ručně.

2. IDENTIFIKACE A ÚDAJE O MOSTU

NÁZEV MOSTU:	Most přes řeku Valová
DRUH MOSTU:	Silniční
PŘEVÁDĚNÁ KOMUNIKACE:	Silnice III. Třída č. 43518
MÍSTO UMÍSTĚNÍ:	Polkovice
KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:	Polkovice č. 725480
OKRES:	Přerov
KRAJ:	Olomoucký
INVESTOR:	Olomoucký kraj Jeremenkova 40a, 779 00 Olomouc IČ: 60609460 TEL: +420 585 508 111 Email: posta@olkraj.cz
SPRÁVCE:	Správa silnic Olomoucké kraje Středisko Jih, cestmistrovství Přerov Tovačovská 974, 751 52 Přerov Telefon - 581 286 235
PROJEKTANT:	Ondřej Vytásek Čechůvky 8; Prostějov; 798 11 TEL. 607 235 874 Email: 205817@vutbr.cz



3. STÁVAJÍCÍ STAV

3.1 LOKALITA

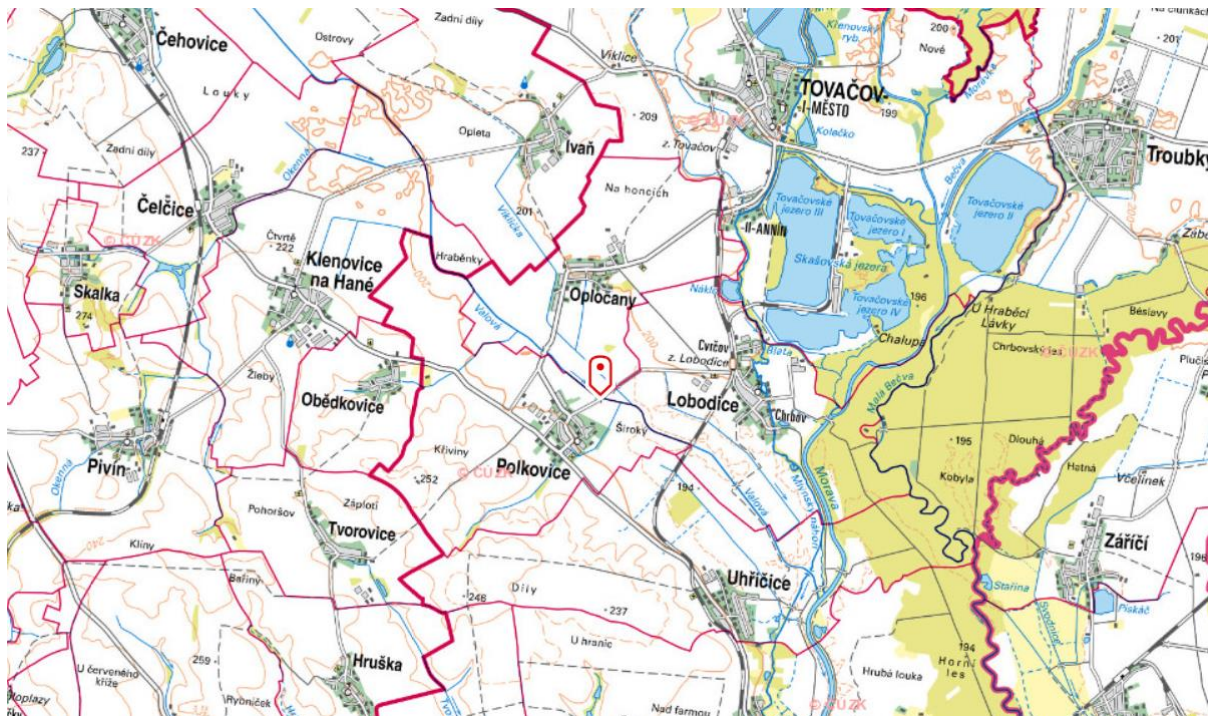
Místo se nachází na Střední Moravě v okrese Přerov mezi obcemi Polkovice a Lobodice. Mostní objekt se nachází přímo na rozhraní katastrálních území Polkovice č. 725480, Lobodice č. 586298 a Oplocany č. 711918 a převádí silnici III. Třídy číslo 43518 přes řeku Valovou (na některých mapách a podkladech ŘSD Romže).



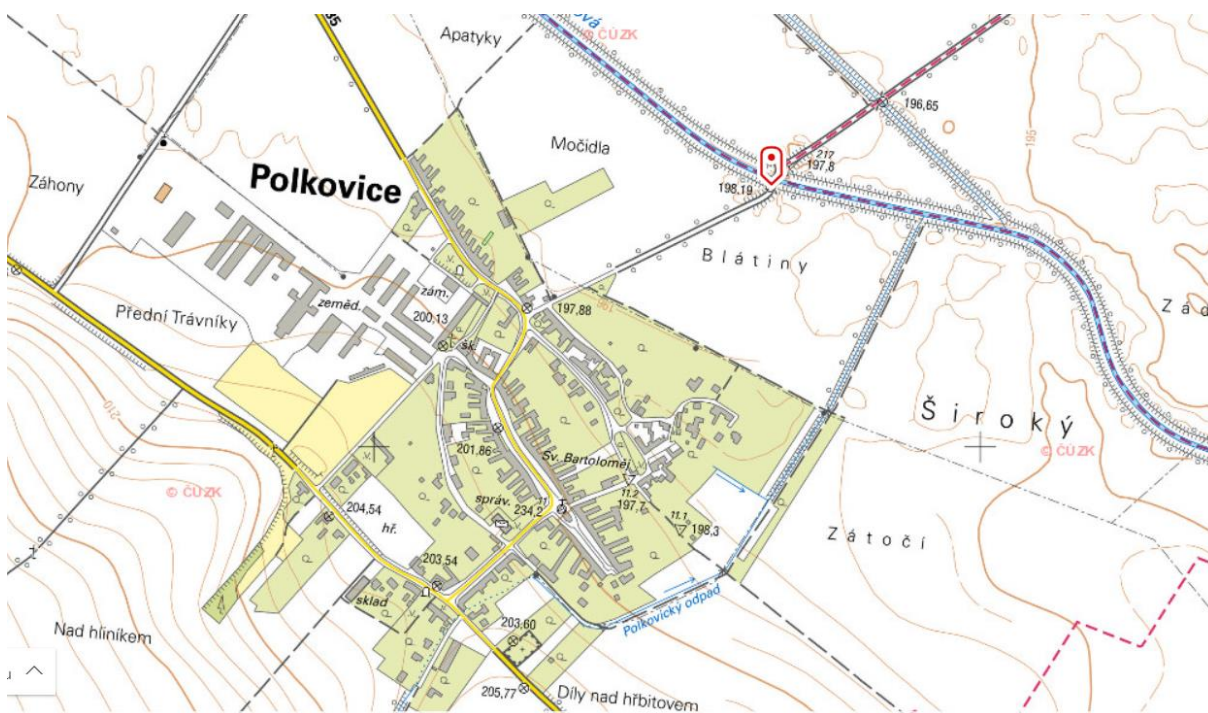
Obr.1: poloha mostu – červeně vyznačená



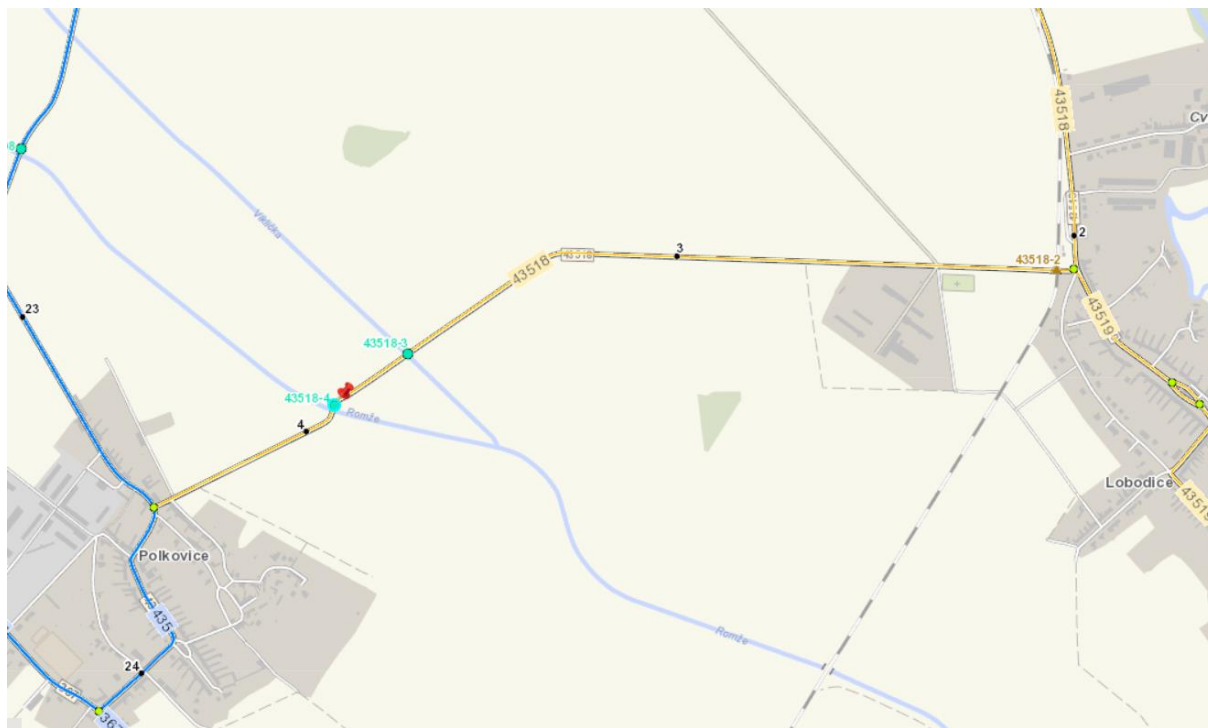
Obr.2: Řeka Valová protékající pod mostem



Obr.3: poloha mostu – červeně vyznačená



Obr.4: poloha mostu u obce Polkovice – červeně vyznačená



Obr.5: Evidenční číslo mostu a číslo převáděné komunikace



Obr.6: Pohled na umístění mostu



Obr.7: Poloha mostu vzhledem ke katastrálním územím

3.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO MOSTU

Stávající most č. 43518-4 o třech polích pochází z roku 1920. Most má šikmost 90° - je tedy kolmý. Střední pole má světlost 11,5 m a rozpětí 12,02 m, krajní pole mají ob shodně světlost 5,78 m. Celková délka přemostění je 24,1 m a délka nosné konstrukce 25,6 m. Konstrukční výška ve středním poli je 0,85 m v krajních polích 0,55 m. Výška mostu nad terénem činí 4,8 m. Na mostě se nachází nivelační značka Lc1 -59 s nadmořskou výškou 198,193 m. n. m. Na straně převáděné silnice se nachází i geodetický stabilizovaný bod č. 217.

Hlavní nosná konstrukce je železobetonová tvořená 5 spojitými trámy. Rozměry trámů ve středním poli jsou 700/330 mm a v krajních polích 440/220 mm. Osová vzdálenost trámů je 1000 mm. V místech přechodu trámů z průřezu ve středním poli do průřezu krajních polí jsou provedeny náběhy. Náběhy jsou rovněž i u přechodu trámů krajních polí do opěr.

Nad trámy je nadbetonovaná deska o tloušťce 150 mm tvořící mostovku.

Obě vnitřní podpěry jsou železobetonové rámové stojky, které tvoří příčel s převislými konci a dva sloupy. Sloupy mají průřez čtverce o šířce 520 mm. Na sloupy navazuje příčel o výšce 600 mm a šířce 520 mm. V místě přechodu sloupů do příčle jsou rovněž provedeny náběhy 150/150 mm.



Krajní opěry jsou masivní z prostého betonu.

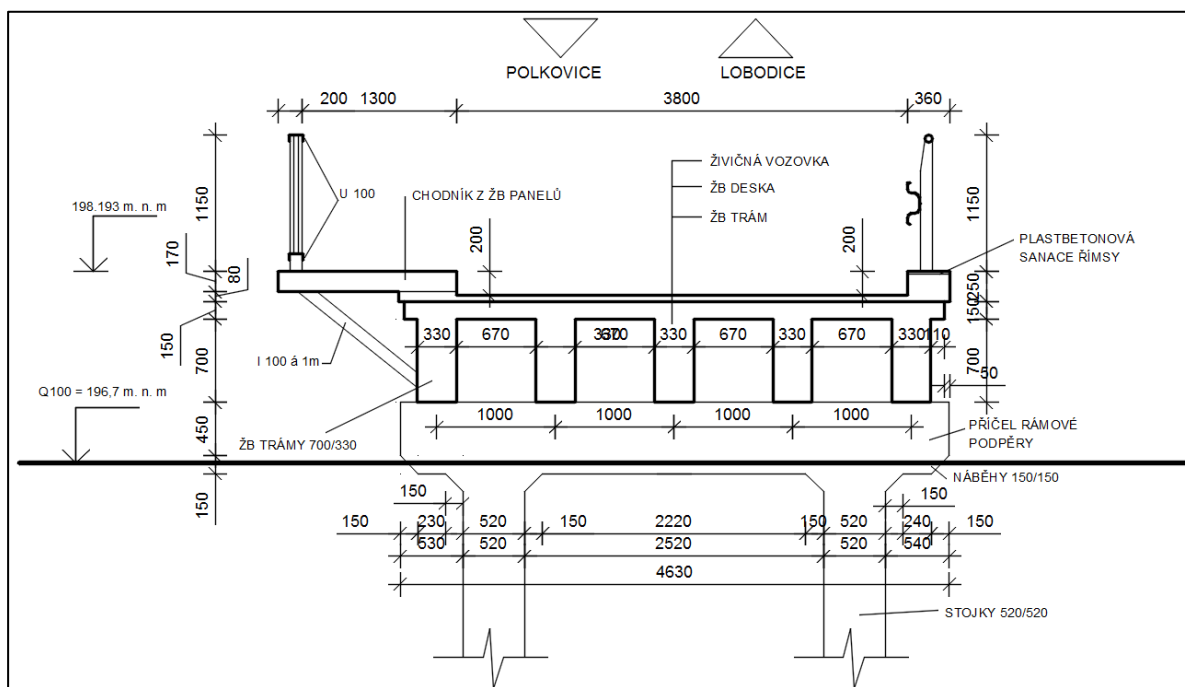
Založení mostu je na plošných základech.

Převáděná silnice na mostě je zúžená, provoz je jednosměrný. Celková šířka mostu je 5,85 m, volná šířka je 5,1 m a šířka mezi zvýšenými obrubami je 3,8 m. Výška mostu nad terénem činí 4,8 m. Vozovka na mostě je živičná s lokálními výtluky a zvlněním povrchu. Na mostě není odvodnění. Most neměl původně chodník.

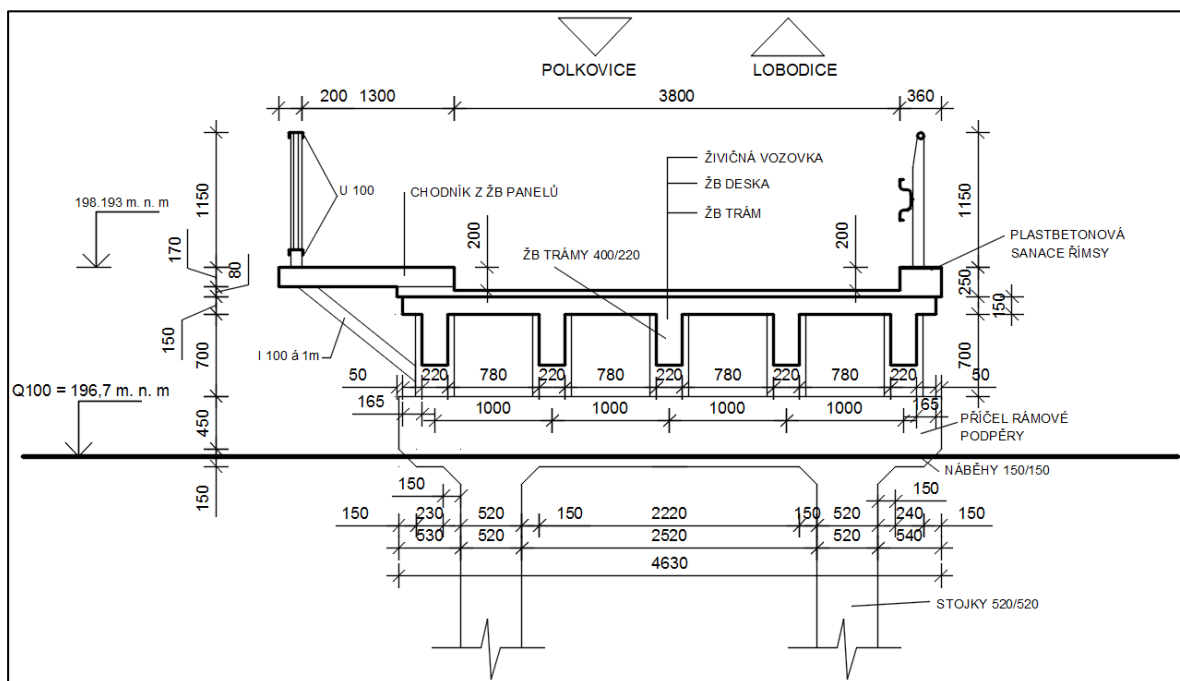
Řeka Valová má za běžného stavu šířku 5m a výšku hladiny okolo 40 – 50 cm. Po obou stranách je opatřena protipovodňovými sypanými hrázemi.

Dle poslední prohlídky je normální zatížitelnost mostu 26 tun a výhradní 48 tun. Vyjíměčná zatížitelnost nebyla stanovena.

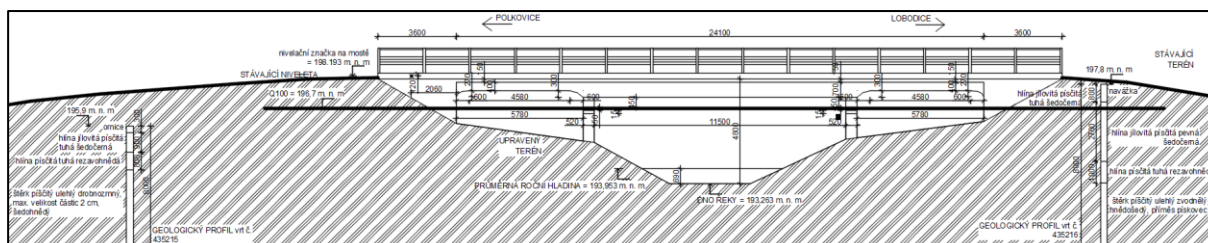
V příloze je uveden mostní list i poslední hlavní prohlídka mostu z let 2013 a 20174.



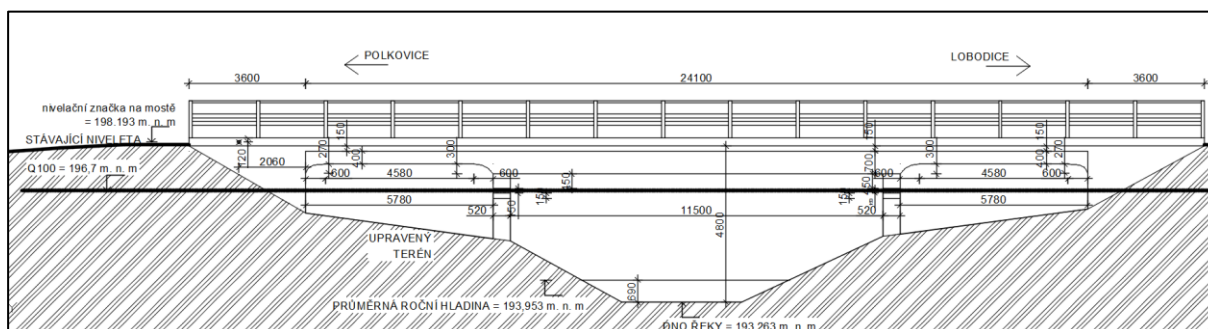
Obr.8: Příčný řez stávajícím mostem ve středním poli



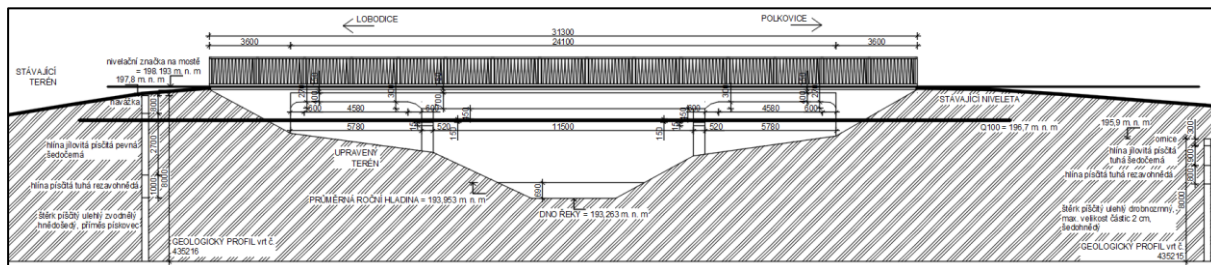
Obr.9: Příčný řez stávajícím mostem v krajním poli



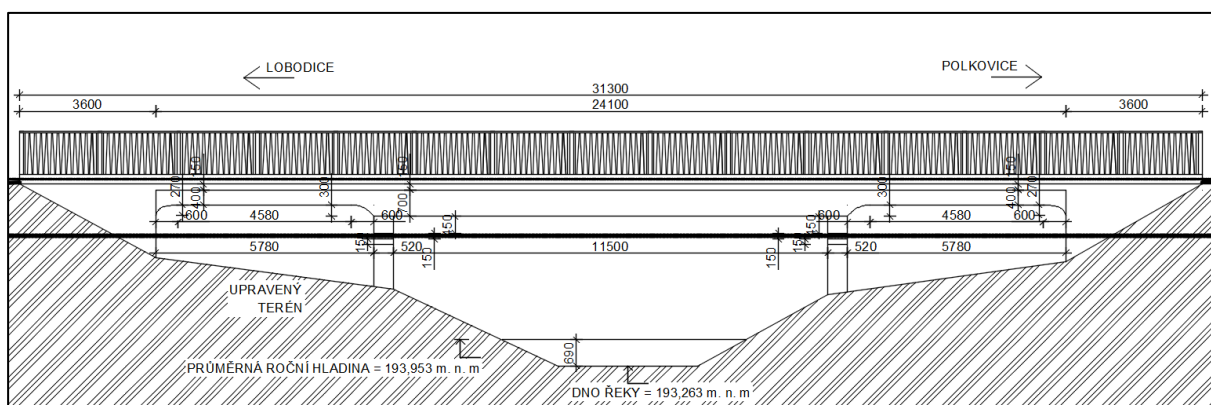
Obr.10: Podélný řez stávajícího mostu – pohled na Oplocany



Obr.11: Podélný řez stávajícího mostu – pohled na Oplocany



Obr.12: Podélný řez stávajícího mostu – pohled na Lobodice



Obr.13: Podélný řez stávajícího mostu – pohled na Lobodice

3.3 PŮVODNÍ NAVRHOVANÁ NÁHRADA MOSTU

Na základě požadavku lepšího průjezdu autobusů a také zemědělské techniky místního JZD Tovačov se ve 2. polovině 80 let se uvažovalo o náhradě stávajícího mostu novým mostem. Byly zpracovány předběžné návrhy. Most měl být v půdorysném směru více napřímen a řeku Valovou měl křížit pod úhlem 62°. Nosná konstrukce měla být tvořena šesti prefabrikovanými nosníky typu I 73 o délce 30 m a výšce 1400 mm. Nosníky měly být uloženy na ložiscích na krajních opěrách. Opěry měly řešeny jako železobetonové z betonu B 250. Na opěry měla navazovat závěrná zeď a přechodová deska na onou stranách. Založení mostu mělo být hlubinné na pilotách. Převáděná komunikace se měla rozšířit tak, aby odpovídala kategorii S 7,5/60 – požadavek JZD byla minimální šířka mezi zábradlím 8 m. Nakonec však z důvodu nedostatku finančních prostředků byla stavba odložena

V roce 1992 byla na základě požadavku provedena na mostě chodníková konzola. Konzola byla provedena ze železobetonu třídy B250 a oceli 10 425. Konzola je podepřena ocelovými válcovanými profily typu I 100, kotvení do stávající konstrukce je pomocí hmoždinek.

Rovněž byla provedena sanace poškozené levé římsy plastbetonem.

Návrhy mostu i statický výpočet chodníkové konzoly jsou přiloženy v podkladech.



Obr.14: Pohled na stávající most



Obr.15: Pohled na stávající most



Obr.16: Pohled na stávající most



Obr.17: Pohled na vnitřní podpěru mostu



Obr.18: Pohled na krajní opěru



Obr.19: Pohled na podpěru na pravém břehu a trémovou nosnou konstrukci



Obr.20: Pohled na opěru na pravém břehu a trámovou nosnou konstrukci v krajním poli



Obr.21: Spodní pohled na nosnou trámovou konstrukci



Obr.22: Spodní pohled na nosnou trámovou konstrukci



Obr.23: Pohled na konstrukci chodníkové konzoly



Obr.24: Pohled na most směrem k Polkovicím



Obr.25: Pohled na most směrem k Polkovicím



Obr.26: Pohled na most směrem k Lobodicím



Obr.27: Stávající nivelační značka na levé opěře



Obr.28: Pohled na obnaženou zkorodovanou výztuž příčle vnitřní odpěry

3.4 NÁHRADA STÁVAJÍCÍHO MOSTU

Cílem této práce je návrh nového mostu místo stávajícího. Stávající most je již delší dobu šířkově nevyhovující. Šířka mezi zvýšenými obrubami činí pouze 3,8 m, což znemožňuje obousměrný provoz na mostě. Rovněž i prostorové uspořádání není dobré, jelikož osa mostu svírá s osou tekoucí řeky 90°, nicméně převáděná komunikace řeku křížuje pod šikmým úhlem cca 45°. Směrové oblouky pozemní komunikace navazují těsně na mostní objekt a mají velmi malé poloměry, proto zde musí všechna vozidla výrazně zpomalit.

Stavební stav nosné konstrukce i spodní stavby mostu je dle poslední prohlídky ŘDS hodnocen jako uspokojivý. V krajních polích jsou patrné smykové trhliny, tato místa byla dodatečně zesílena externími ocelovými táhly, na kterých je patrná koroze. Na několika místech je opadaná betonová krycí vrstva – patrně vlivem zkarbonátování betonu a následného vzniku koroze a odpadnutí krycí vrstvy, rovněž zde dále pokračuje koroze výztuže. Trhliny jsou rovněž v místech styku trámů a podpěr, respektive krajních opěr.

V roce 2013 bylo rozhodnuto o změně zatížitelnosti a změně klasifikačního stupně stavu nosné konstrukce a spodní stavby mostu. Normální zatížitelnost byla stanovena na 26 tun a výhradní zatížitelnost na 48 tun. Výjimečná zatížitelnost není stanovena. Klasifikační stupně stavu nosné konstrukce a spodní stavby mostu byly změněny na IV uspokojivý. Při prohlídce z roku 2017 bylo rozhodnuto o osazení dopravních značek B13 a EO5, které zakazují vjezd vozidel, jejichž okamžitá hmotnost přesahuje 12 tun, respektive pro jediné vozidlo 19 tun. Z těchto důvodů je mým záměrem návrh nového mostu.

4. NOVÝ STAV

4.1 NOVÝ MOST

Z důvodů uvedených v minulém odstavci je mým cílem výstavba nového mostu o jednom poli. Nový most bude postaven bezprostředně v místě stávajícího mostu, před započítáním výstavby bude tedy nutná demolice stávajícího objektu.

4.1.1 PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU

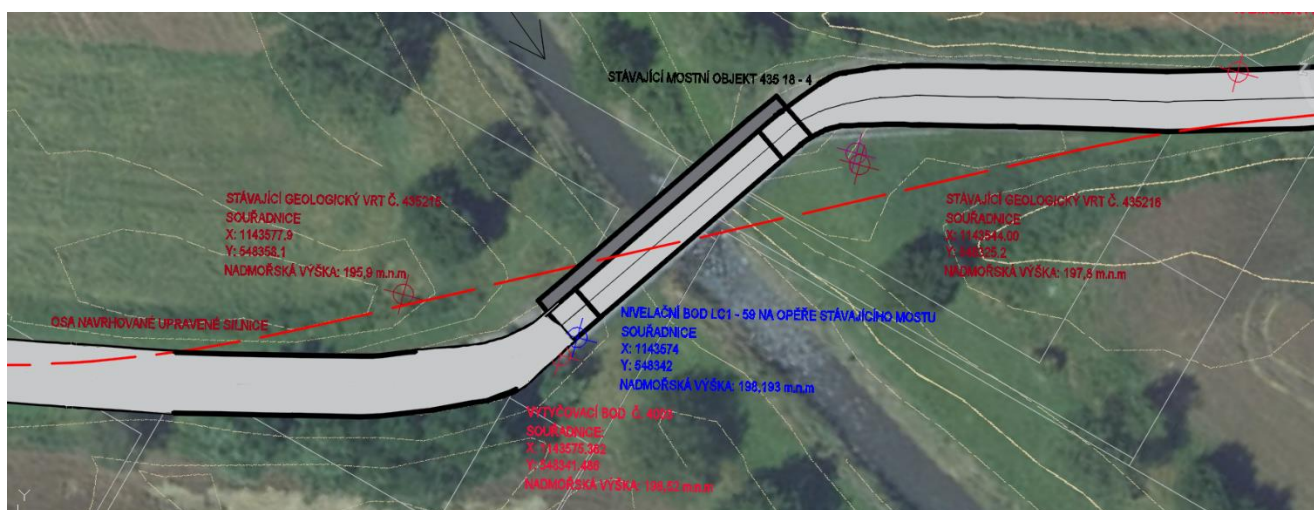
Nový most je řešen tak, aby umožnil obousměrný provoz a zároveň, aby byly odstraněny směrové oblouky těsně před a za mostem. Most bude navržen o jednom poli tak, aby v příčném profilu koryta nebyla podpěra nebo jakákoliv část mostu, aby netvořila překážku pro řeku zejména v době zvýšené hladiny a zároveň tak, aby byla zohledněna návrhová hladina Q_{100} včetně vzdutí hladiny.

4.1.2 ÚPRAVA STÁVAJÍCÍ SILNICE

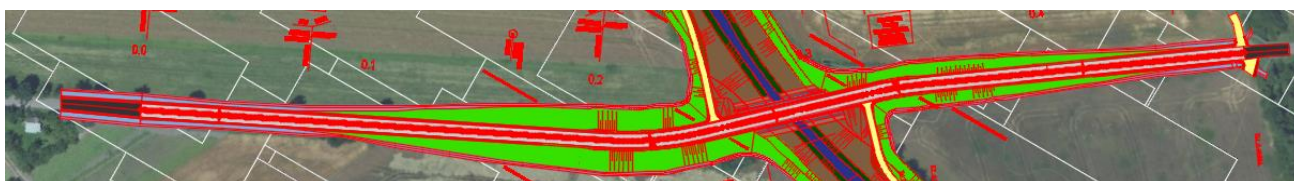
Silnice zde bude více narovnaná z pohledu podélné osy komunikace mezi Polkovicemi a Lobodicemi, bude upravená v nezbytně dlouhých úsecích od mostu a bude se plynule napojovat na stávající komunikaci. Před a za mostem jsou navrženy dva směrové oblouky o poloměru 145 m. Jelikož zde byla snaha o co nejmenší zábory pozemků a celkově o co nejmenší úpravy a také se jedná o dílčí úpravu stávající komunikace, tak zde byly použity poloměry o mezních hodnotách. Před oběma oblouky je provedena změna příčného sklonu ze střešovitého -2,5% na dostředný 2,5% na délce vzestupnice 25 tak, aby byl dodržen minimální a maximální sklon vzestupnice. Dostředný sklon v oblouku je zde z důvodu snadného odvodnění a lepšího průjezdu obloukem vzhledem k menšímu poloměru. Jelikož mají oba oblouky malý středový úhel- v obou případech do 20°, tak zde nejsou navrženy přechodnice. Změna příčného sklonu je tedy provedena v celé délce v přímé části silnice.



Poloha oblouku vzhledem ke změně příčného sklonu byla také provedena tak, aby klopení a rovněž i samotný oblouk nezasahovali do místa nosné konstrukce mostu. V podélném směru jsou navrženy na začátku dva vyduuté výškové oblouky a na konci jeden, všechny tvaru paraboly druhého stupně o poloměru 2100m. Před a za mostem jsou dva vypuklé výškové oblouky shodného typu a poloměru. Podélné sklony jsou navrženy tak, aby nepřesahovaly hodnotu 4,5%. V místě nulového sklonu nivelety je z pohledu příčného sklonu dodržen minimální výsledný sklon 0,5% z důvodu odvodnění komunikace. Odvodnění komunikace bude realizováno odvodňovacími příkopy na obou stranách, které se budou napojovat na stávající příkopy, respektive na druhé straně budou ústít do potoku Viklička. Před a za mostem se na silnici napojují účelové komunikace sloužící k údržbě koryta řeky a jeho okolí, zejména k údržbě protipovodňových opatření. Celková délka úpravy silnice je 486,58m. Díky těmto úpravám bude mít most šikmost 58°. Šířka převáděné komunikace bude odpovídat kategorii S 7,5 v návrhové rychlosti 70km/h, to znamená šířku jízdních pruhů 3 m, šířku zpevněných krajnic 0,25m a šířku nezpevněných krajnic 0,5m. V místech osazení svodidel bude nezpevněná část krajnice rozšířena na 1m. Svodidla budou osazena před a za mostem v délce 28m + koncová část v délce 5m. Před mostem budou svodidla prodloužena na 60 + 5m z důvodu výšky násypu nad 3m.



Obr.29: Stávající silnice a navržená úprava osy



Obr.30: Navržená úprava silnice v celé své délce



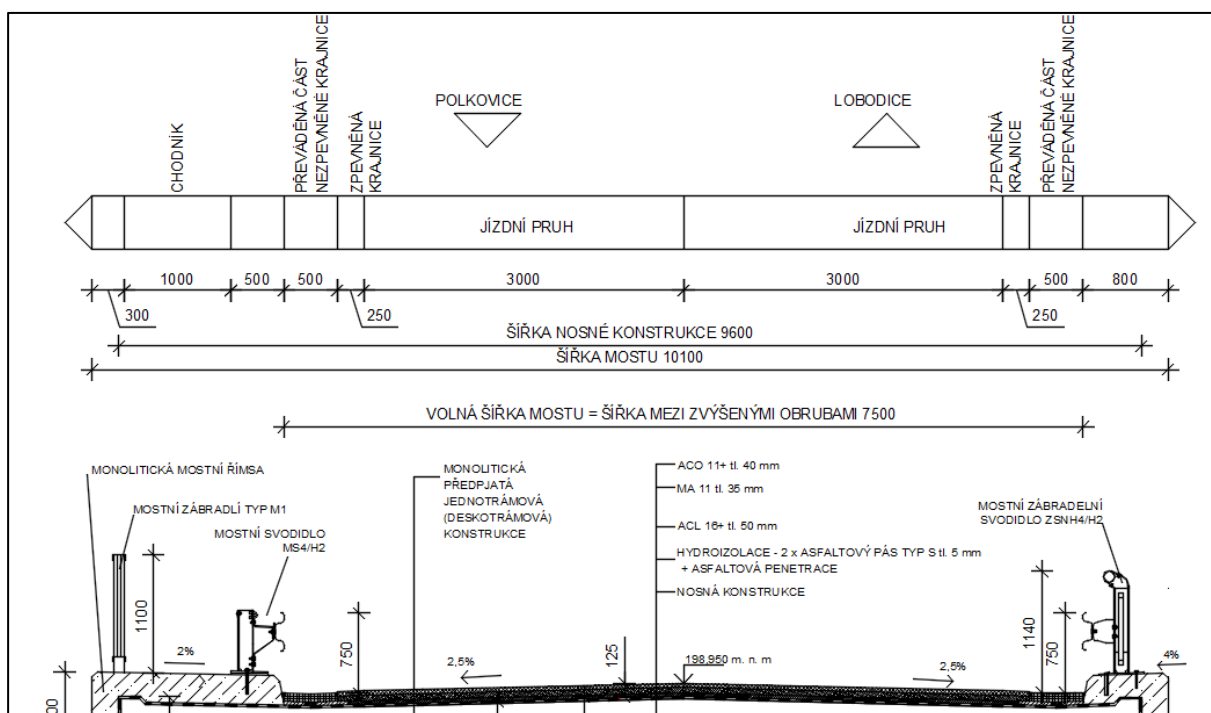
Obr.31: Pohled na stávající silnici č. 43518 v místě konce úpravy silnice – silnice zde navazuje na stávající mostní objekt



Obr.32: Pohled na stávající silnici č. 43518 v místě začátku úpravy silnice

4.1.3 ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU

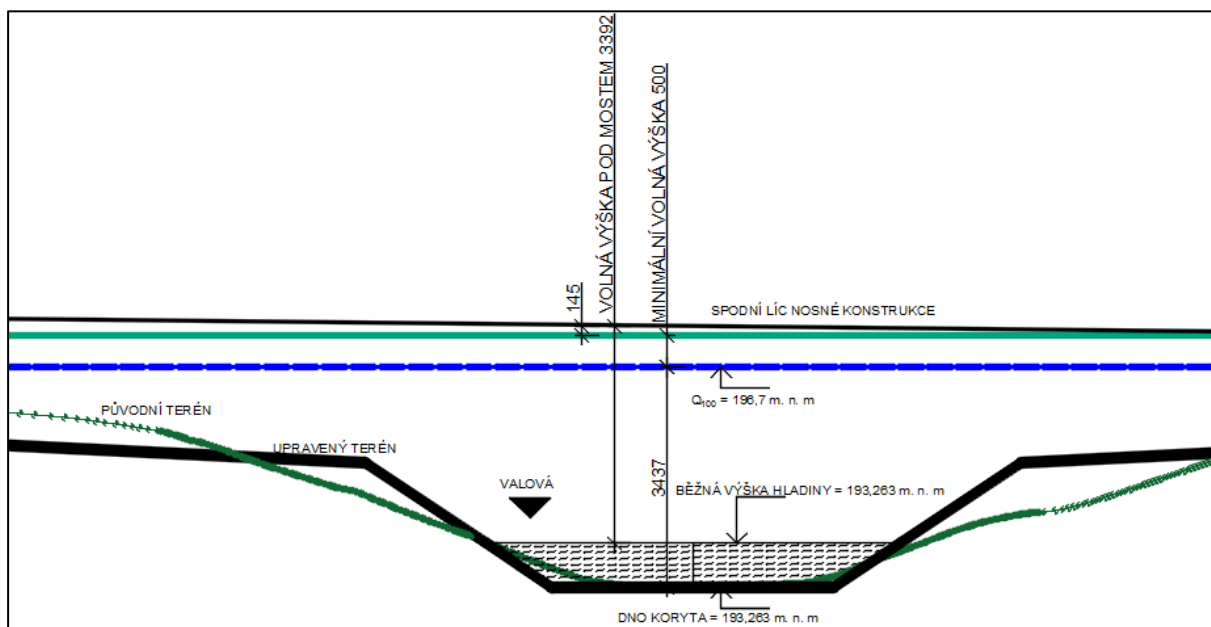
Most je navržen tak, aby umožnil převedení silnice v kategorii S 7,5 v plné šířce. Rovněž zde bude zřízen chodník pro chodce na levé straně. Šířka obou jízdních pruhů je 3 m, šířka zpevněných krajnic je 0,25 m a šířka převedených částí nezpevněných krajnic je 0,5 m. V místě převedených částí nezpevněných krajnic budou umístěny odvodňovací proužky v šířce 0,5 m. Chodník pro chodce má navrženou průchozí šířku 1 m. Příčný sklon komunikace bude 2,5%, podélný sklon je s ohledem na odvodnění 1%. Na obou stranách konstrukce budou osazeny monolitické římsy.



Obr.33: Příčné uspořádání nového mostu

4.1.4 VÝŠKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU

Most bude navržen tak, aby zohlednil návrhovou hladinu vycházející z návrhového průtoku Q_{100} . Průtok Q_{100} v místě měřicí stanice Polkovice dosahuje $59,9 \text{ m}^3/\text{s}$, průtok Q_1 . Variační rozpětí kříženého vodního toku Q_{100}/Q_1 dosahuje 4,47. Návrhová hladina včetně vzduť zde dosahuje výšky 196,7 m. n. m. Nad návrhovou hladinou bude dodržena minimální volná výška, která dosahuje 0,5 m s ohledem na výše uvedený koeficient variačního rozpětí kříženého vodního toku a na skupinu pozemní komunikace 2 + zde bude rezerva 0,145 m zohledňující maximální průhyb mostu.



Obr.34: Výškové uspořádání nového mostu

4.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY V MÍSTĚ NAVRŽENÉHO MOSTU

V bezprostřední blízkosti stávajícího mostu se nachází dva geologické vrtů číslo 435215 a 435216. Oba pochází z roku 1986. Profily z těchto vrtů jsou patrné na přiloženém obrázku.

Vrt č. 435215 je hluboký 8m. Horní část pokrývá ornice v tloušťce 0,3m V hloubce do 1,2m se nachází hlína písčité a jílovitá s tuhou konzistencí a šedočernou barvou, na ní navazuje taktéž vrstva písčité hlíny tuhé konzistence a rezavohnědé barvy. V hloubce od 2 do 8m se vyskytuje písčité štěrky ulehlý, drobnozrnný s velikostí částí do 20mm šedohnědé barvy. Hladina ustálené podzemní vody byla zjištěna v hloubce 1,6m.

Vrt č. 43516 dosahuje celkové hloubky taktéž 8m. Ve vrchní vrstvě dosahující hloubky 0,8m se nachází navážka, do 3,5 se vyskytuje písčité a jílovitá hlína pevné konzistence a šedohnědé barvy. Od 3,5 do 4,5m se vyskytuje písčité hlína tuhé konzistence a rezavohnědé barvy. Zbylou část do hloubky 8m vyplňuje písčité štěrky ulehlý a zvodnělý hnědošedé barvy s příměsí pískovce. Ustálená hladina podzemní vody zde byla zjištěna v hloubce 4,5m.

V blízkém okolí mostu se nachází ještě vrt č. 556823 hluboký 8m, který pochází z roku 1962. V něm se střídá kvartérní a neogenní pokryv. V kvartérní části se do hloubky 0,6m vyskytuje náplavová hlína hnědé barvy a fluvialní geneze, dále v hloubce 0,6 – 2,2m taktéž náplavová hlína rezavohnědé barvy a v hloubce 2,2 – 4m hlinitý štěrky drobnozrnný s velikostí částic do 30mm hnědé barvy.

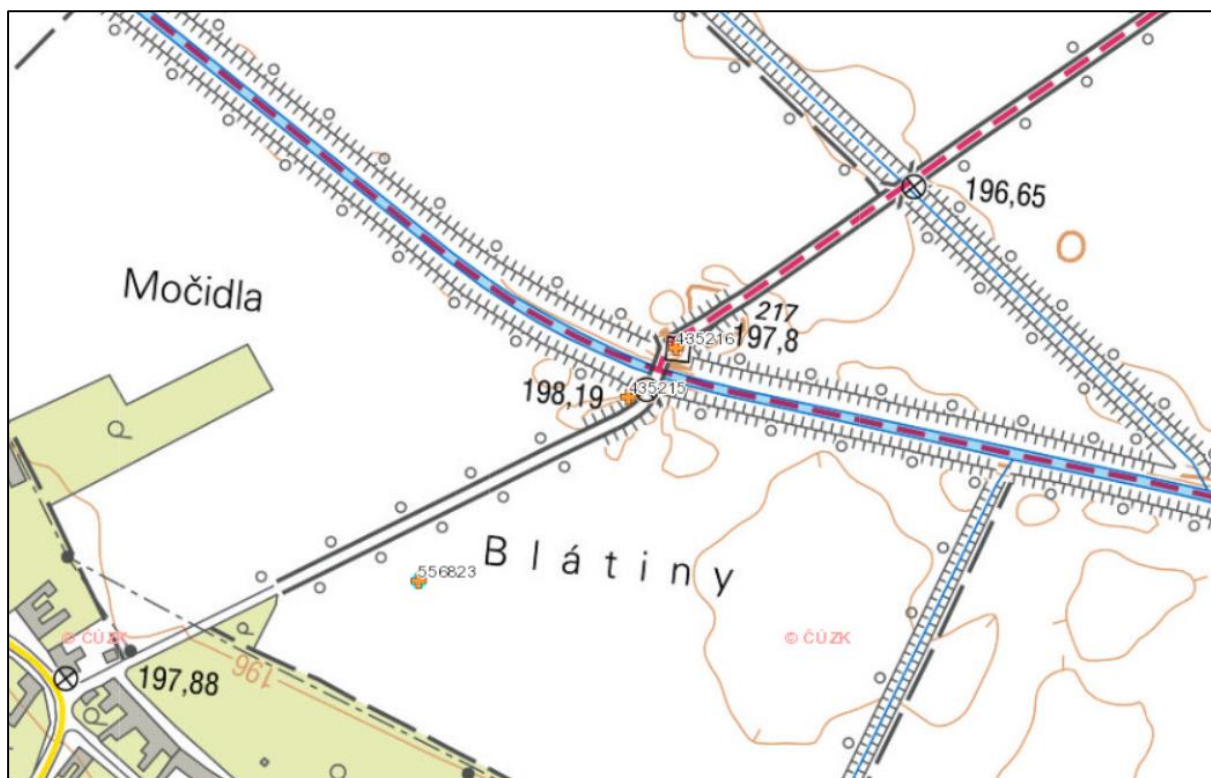


Neogenní část tvoří do hloubky 6,2m plastický jíl tuhé konzistence hnědé barvy a do hloubky 8m taktéž jíl tuhé konzistence tmavohnědé barvy. Ustálená hladina podzemní vody byla zjištěna v hloubce 1,2m.

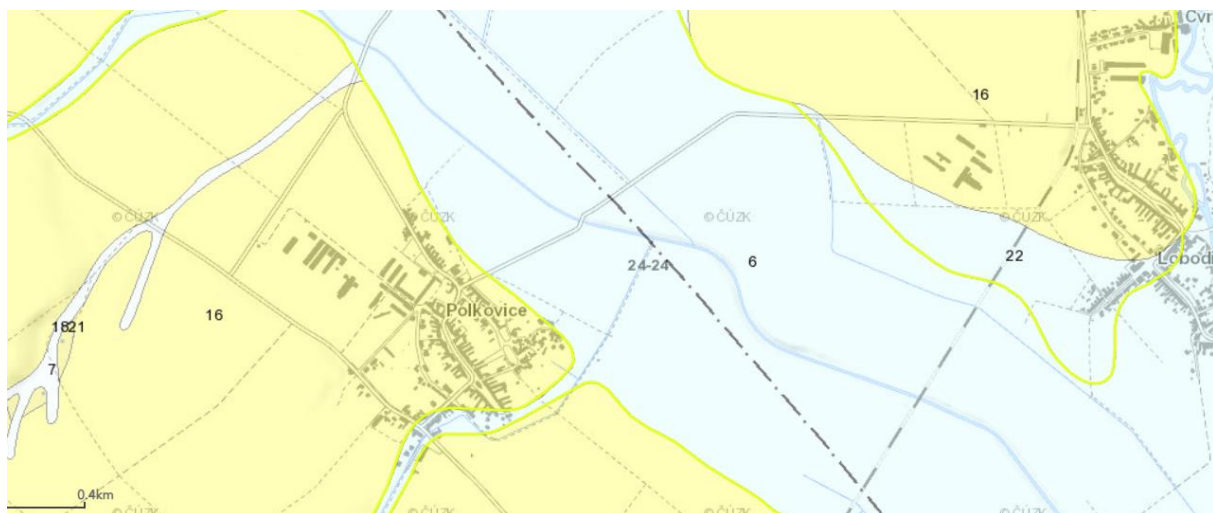
V rámci plánované náhrady stávající mostu v 80. letech byly v bezprostřední blízkosti odebrány 4 vzorky zeminy k tabelárnímu přehledu fyzikálně – mechanických vlastností zemin. Výpis těchto vzorků i údaje o geologických vrtech jsou patrné v příloze.

Z výše uvedených údajů je patrná převaha zemin, které jsou méně příznivé pro založení mostu. Proto bude založení hlubinné na pilotách. Patrná je též proměnlivá výška hladiny podzemní vody, nicméně piloty budou pod hladinou podzemní vody. Proto je navržena technologie provádění pilot rotačně náběrové vrtání Kelly.

Dle geologické mapy 1:50 000 se v lokalitě okolo řeky Valová nachází nepevněný nivní sediment s obsahem hlíny, písku a štěrku, což odpovídá výskytu okolí řeky.



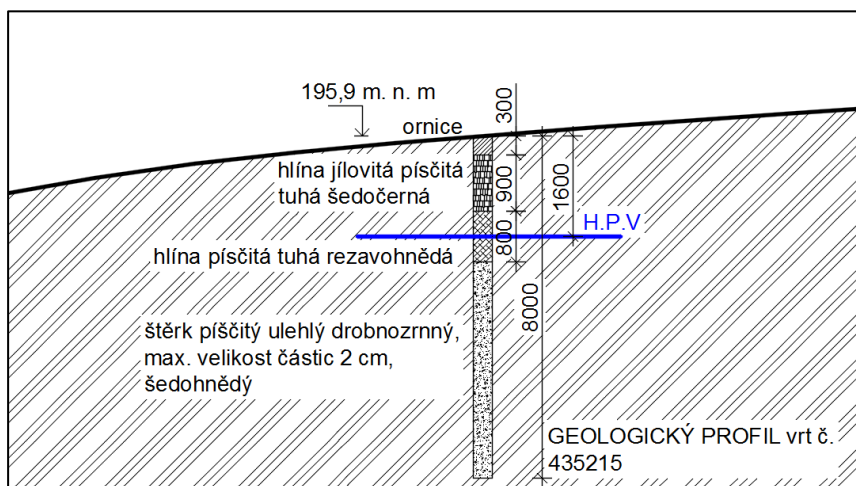
Obr.35: Poloha geologických vrtů



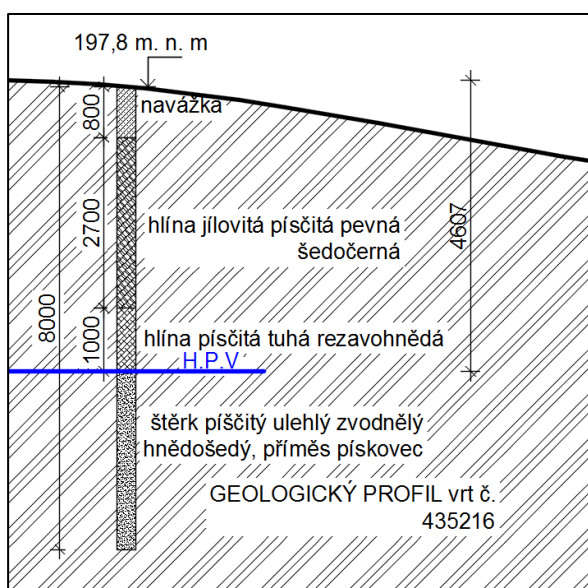
Obr.36: Geologická mapa

Číslo mapového listu	2424
Legenda ID	6
Geneze	fluviální nečlenené + sedimenty vodních nádrží
Horninový typ	sediment nezpevněný
Hornina	nivní sediment
Soustava	Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity
Oblast	kvartér
Region	
Regionální jednotka	
Subregionální jednotka	
Éra	KENOZOIKUM
Útvar	KVARTÉR
Oddělení	holocén

Obr.37: Legenda ke geologické mapě



Obr.38: Profil geologickým vrtem č. 435215



Obr.39: Profil geologickým vrtem č. 435216

4.1.6 PŘEVÁDĚNÁ KOMUNIKACE – SKLADBA VOZOVKY

Návrh skladby vozovky vychází ze sčítání dopravy z roku 2016 ŘSD na sousední silnici číslo 435, která navazuje u Polkovic na převáděnou silnici číslo 43518.

$$\text{TNV}_0 = 0,1 \cdot N_1 + 0,9 \cdot N_2 + \text{PN}_2 + N_3 + \text{PN}_3 + 1,3 \cdot \text{NS} + \text{A} + \text{PA} = 0,1 \cdot 153 + 0,9 \cdot 31 + 5 + 7 + 36 + 1,3 \cdot 43 + 30 = 177 \text{ voz/den}$$

TNV_0 = charakteristický součet vozidel na 24 hodin

$N_1 = LN$ = lehká nákladní vozidla do 3,5 t

$N_2 = SN$ = střední nákladní vozidla 3,5 - 10 t

$PN_2 = SNP$ = přívěsy středních nákladních vozidel

$N_3 = TN$ = těžká nákladní vozidla nad 10 t

$PN_3 = TNP$ = přívěsy těžkých nákladních vozidel

$NS = NSN$ = návěsové soupravy nákladních vozidel

$A = A$ = autobusy

PA = přívěsy autobusů

$$TNV_K = 0,5 \cdot (\delta_z + \delta_k) \cdot TNV_0 = 0,5 \cdot (1 + 1) \cdot 177 = 177 \text{ voz/den}$$

$$\delta_z = (1 + 0,01 \cdot m)^{t_i} = (1 + 0,01 \cdot 1)^8 = 1$$

m = nárůst dopravy v čase – silnice III. Třídy – 0 % = $m = 1$

$t_i = 8$ = sčítání dopravy 2016, zahájení provozu 2024 = 2024 - 2016 = 8

$$\delta_k = (1 + 0,01 \cdot m)^{t_i} = (1 + 0,01 \cdot 1)^{33} = 1$$

m = nárůst dopravy v čase – silnice III. Třídy – 0 % = $m = 1$

$t_i = 8$ = sčítání dopravy 2016, životnost vozovky 25 let, konec životnosti = 2049, 2049 – 2016 = 33

$$TNV_d = TNV_K \cdot 365 \cdot C_1 = 177 \cdot 365 \cdot 0,5 = 32303 \text{ voz}$$

C_1 = podíl intenzity TNV na nejvíce zatíženém jízdním pruhu = 0,5 – dvoupruhová

Podloží – předpoklad P_{III} – nebezpečně namrzavá zemina

Vodní režim kapilární

Návrhová úroveň porušení – D1

Třída dopravního zatížení – $TNV_K = 177 \text{ voz/den}$ = třída IV (101 -500)

Index mrazu $I_{mk} = 332^{\circ}\text{C}$

$I_{md} = I_{mk} \cdot \delta = 332 \cdot 1,0 = 332$

$\delta = 1,0$

$d_{pr} = 0,05 \cdot \sqrt{I_{md}} = 0,05 \cdot \sqrt{332} = 0,91 \text{ m}$

minimální tloušťka nenamrzavých vrstev = 0,35 – 0,4 m

Skladba vozovky mimo most:

ASFALTOVÝ BETON PRO OBRUSNOU VRSTVU - ACO 11+ 50/70 40mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121

SPOJOVACÍ POSTŘÍK PS-E 0,4Kg/m² ČSN 73 6129

ASFALTOVÝ BETON PRO PODKLADNÍ VRSTVU - ACP 16+ 50/70 80mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121

INFILTRAČNÍ POSTŘÍK PI-E 0,4Kg/m², ČSN 73 6129

MECHANICKY ZPEVNĚNÉ KAMENIVO - MZK 0/32 GA 150mm, ČSN EN 73 6126-1, ČSN EN 13285

ŠTĚRKODRŤ ŠDa 200mm, ČSN EN 73 6126-1, ČSN EN 13285

ZHUTNĚNÝ NÁSYP

Skladba vozovky na mostě:

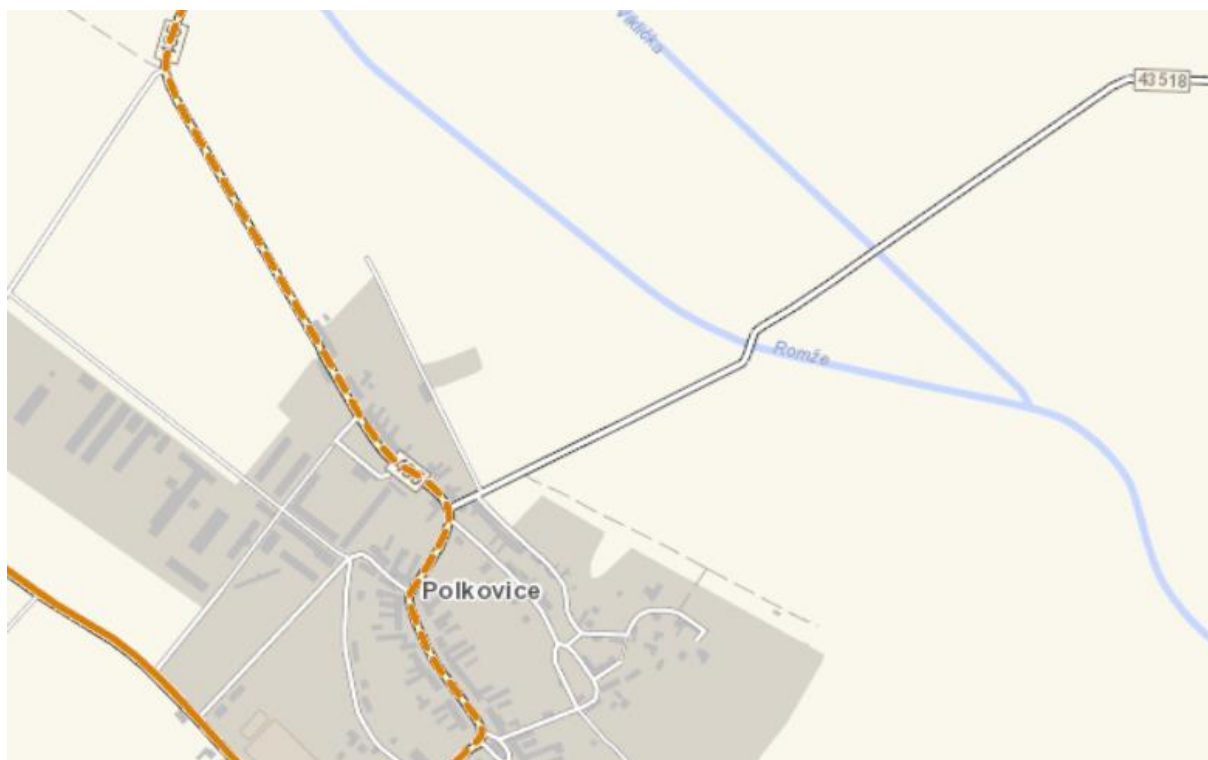
ASFALTOVÝ BETON PRO OBRUSNOU VRSTVU - ACO 11+ 50/70 40mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121

SPOJOVACÍ POSTŘÍK PS-E 0,4Kg/m² ČSN 73 6129

ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVU - ACL 16+ 50/70 50mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121

SPOJOVACÍ POSTŘÍK PS-E 0,4Kg/m² ČSN 73 6129

LITÝ ASFALT- MA 11 50/70 35mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121



Obr.40: Silnice č. 435 pro údaje o sčítání dopravy

Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 7-0820)															... význam zkratk		X		
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV				
RPDI - všechny dny	voz/den	124	25	4	6	28	34	26	0	1	2	250	1 277	11	1 538				
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV				
RPDI - pracovní dny (Po-Pá)	voz/den	153	31	5	7	36	43	30	0	1	2	308	1 386	10	1 704				
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	50	10	1	2	9	11	16	0	0	1	100	1 005	13	1 118				
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV						
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											31	188						
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											28	171						
Těžká nákladní vozidla - TNV												TNV							
Hodnota TNV	voz/den											209							
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem				
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den	Tabulky s intenzitami dopravy pro hlukové a emisní výpočty vznikly přepočtem z RPDI pomocí TP 219 platných v době prezentace výsledků CSD 2016. Pro aktuální výpočty je nutné použít platné TP 219.										1 021	157	53	1 231				
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											175	10	6	191				
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											92	17	7	116				
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem		
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											184	18	5	9	4	220		
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gamma	PS				
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy	-											0.88	0.88	1.00	50:50				
Intenzita cyklistické dopravy												C							
Cyklistická doprava	cyklo/den											139							

1 km

Obr.41: Údaje o sčítání dopravy

Význam použitých zkratk:

LN	Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3,5 t) bez přívěsů i s přívěsy
SN	Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10t) bez přívěsů
SNP	Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10t) s přívěsy
TN	Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10t) bez přívěsů
TNP	Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10t) s přívěsy
NSN	Návěsové soupravy nákladních vozidel
A	Autobusy
AK	Autobusy kloubové
TR	Traktory bez přívěsů
TRP	Traktory s přívěsy
TV	Těžká motorová vozidla celkem
O	Osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy
M	Jednostopá motorová vozidla
SV	Všechna motorová vozidla celkem (součet vozidel)
TNV	Těžká nákladní vozidla (0,1.LN+0,9.SN+1,9.SNP+TN+2,0.TNP+2,3.NSN+A+AK)
PS	Poměr intenzit protisměrných dopravních proudů v nedělní (odpolední) návratové špičce
ALFA, BETA	Ukazatele variací silniční dopravy ALFA – poměr intenzity v letní neděli k celoročnímu průměru [-] BETA – poměr intenzity v letním pracovním dnu k celoročnímu průměru [-]
GAMA	ALFA/BETA [-]
C	Cyklisté [cyklo/den]

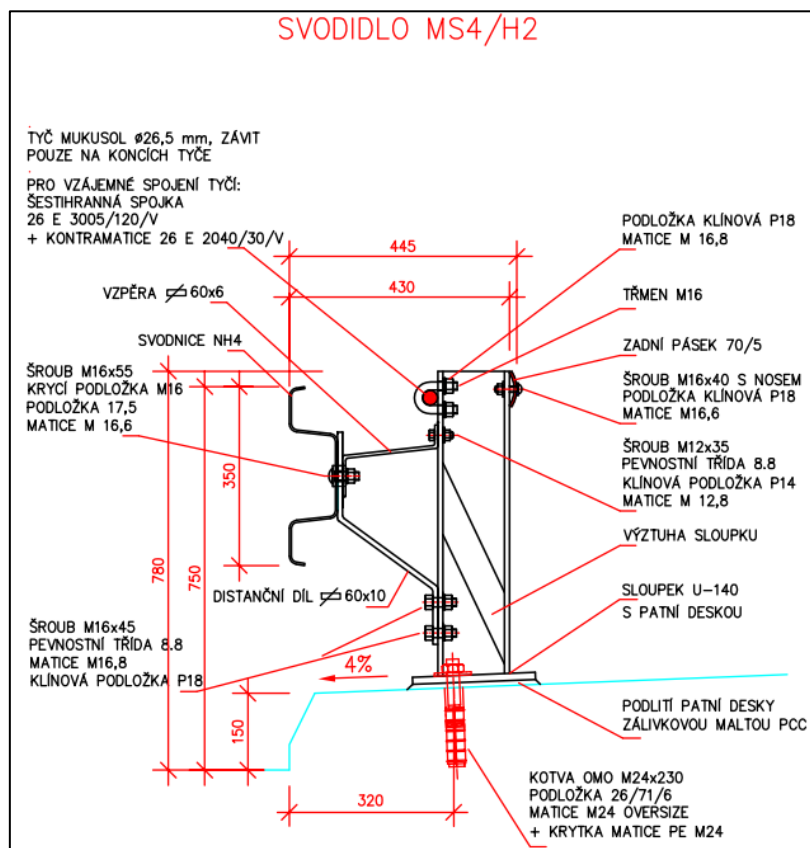
Obr.42: Význam zkratk

4.1.7 MOSTNÍ VYBAVENÍ – ZÁCHYTNÉ SYSTÉMY

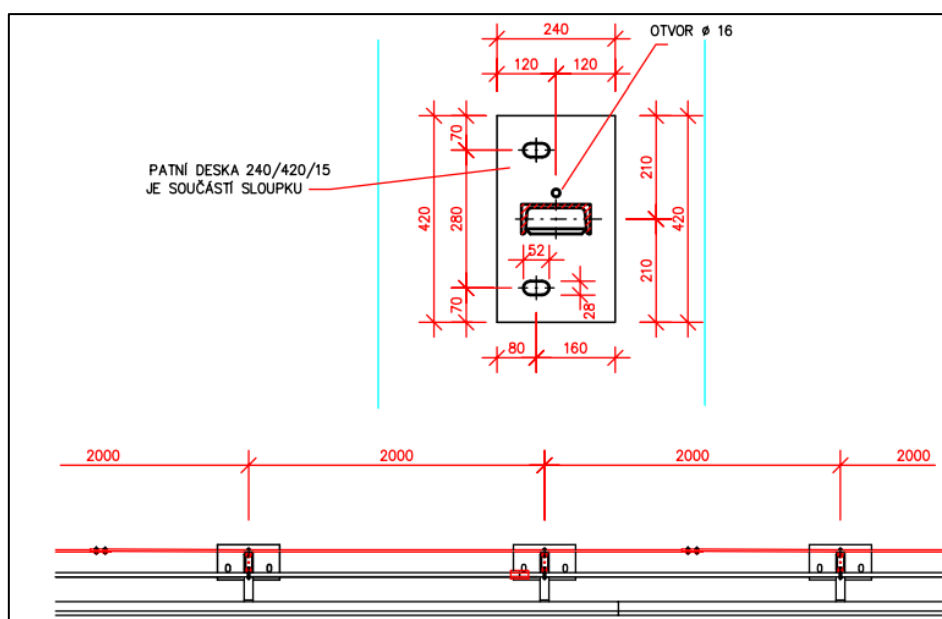
Na mostě budou osazeny ocelová svodidla s úrovní zadržení H2. Na pravé straně se jedná o mostní zábradelní svodidlo ZSNH4/H2, na levé straně o mostní svodidlo MS4/H2 oddělující komunikaci od chodníku. Na okraji chodníku bude osazeno zábradlí typu M1 se svislou výplní.



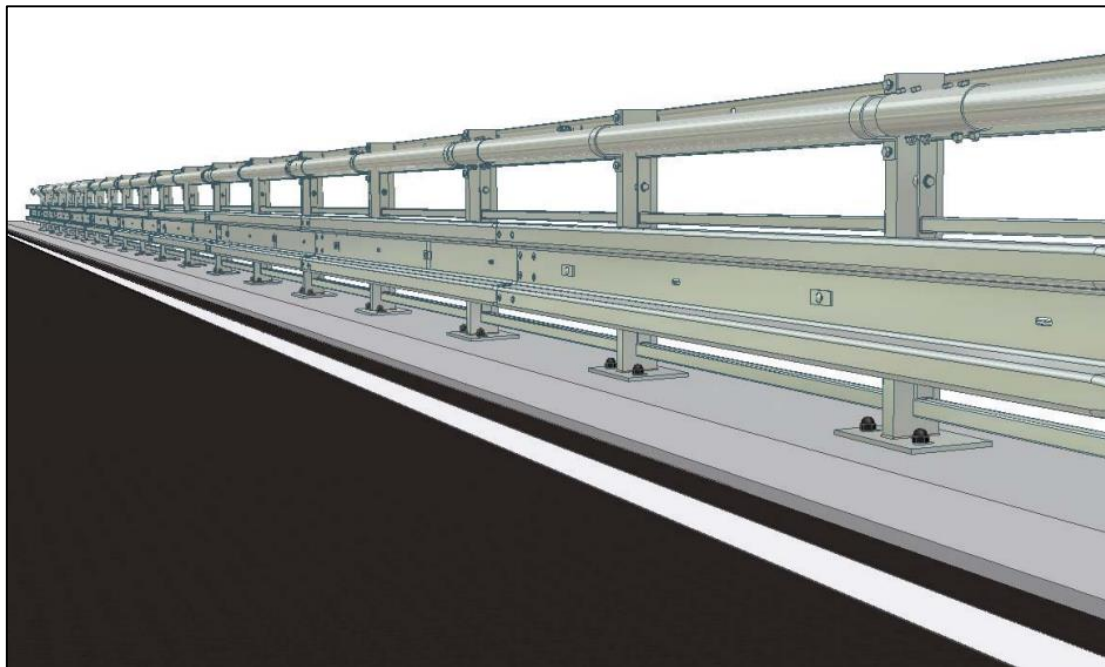
Obr.43: Stávající mostní vybavení – zachytné systémy



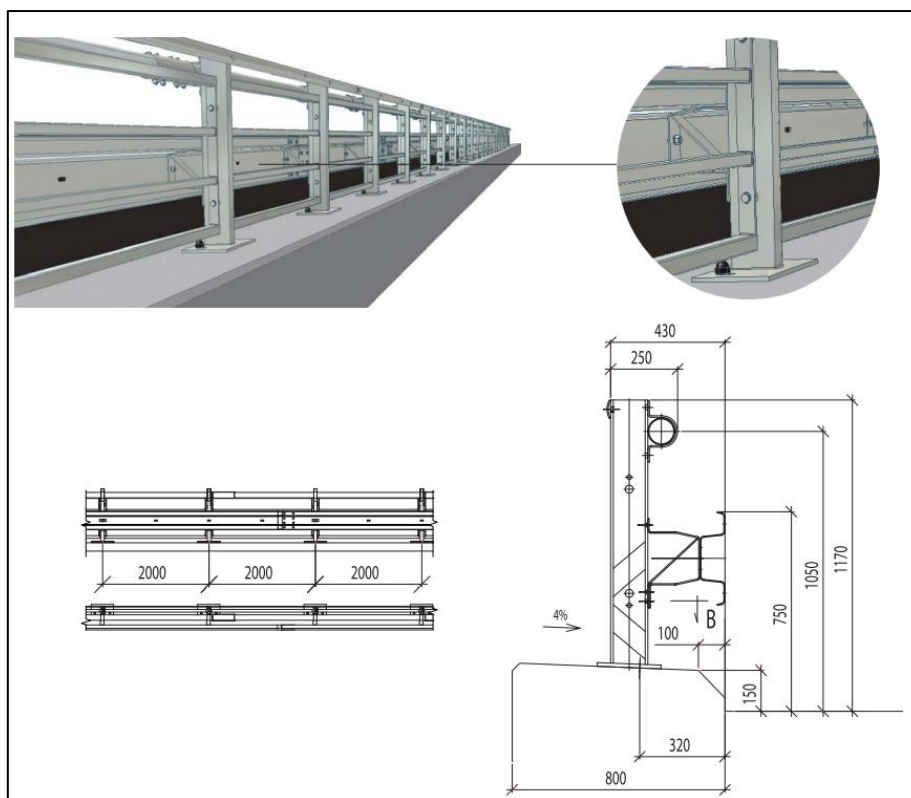
Obr.44: Příčný řez mostního svodidla – převzato od výrobce



Obr.45: Půdorysný řez sloupku mostního svodidla – převzato od výrobce



Obr.46: pohled na mostní svodidlo – převzato od výrobce



Obr.47: detaily mostního svodidla – převzato od výrobce

4.2 NAVRHOVANÉ STUDIE MOSTU

Byly zpracovány 7 studií navrhovaného mostu. Ve všech případech se jedná o most o jednom poli, šikmost mostu je pravá o hodnotě 58°.

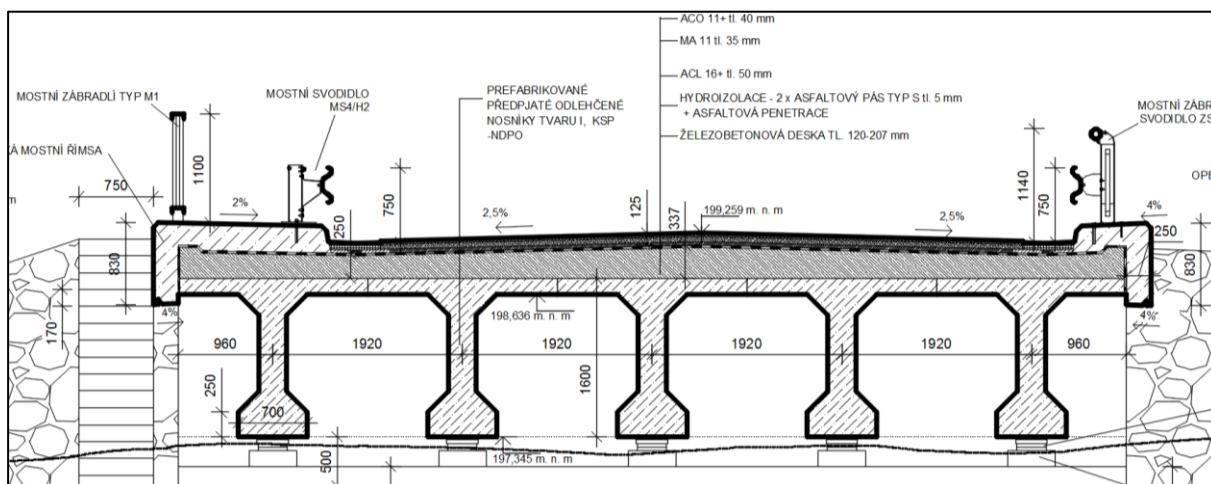
4.2.1 STUDIE A

Jedná se o spřaženou konstrukci typ beton – beton. Hlavní nosná konstrukce je tvořená pěti prefabrikovanými nosníky s předpjatého betonu typ KSP – NDPO. Nosník má tvar nesymetrického I s rozšířenou horní přírubou. Nosník má výšku 1,6 m, šířka horní příruby je 1920 mm, tloušťka 160 mm a u přechodu do stojiny jsou náběhy o rozměrech 210 x 210 mm. Spodní příruba má šířku 700 mm, tloušťku 250 mm a rovněž má při přechodu na stojinu náběhy o rozměrech 210 x 210 mm. Stojina má tloušťku 280 mm. Předpokládaný typ betonu pro předpjaté nosníky je C 40/50, případně vyšší. Nosníky jsou přímo uloženy na ložiska – předpokládaný typ jsou MOSTNÍ HRNCOVÁ LOŽISKA FREYSSINET TETRON CD/FX 1500-150, ULOŽENÉ DO CEMENTOVÉ MALTY TL. 20 mm. Předepnuté nosníky budou spřaženy s nadbetonovanou železobetonovou deskou proměnné tloušťky. Nejmenší tloušťka je 250 mm. Předpjaté nosníky jsou všechny o stejné výšce, příčný sklon bude vytvořen nadbetonovanou železobetonovou deskou. Železobetonová deska bude účinně spojena s předpjatými nosníky pomocí spřahující výztuže tak, aby vznikl spřažený průřez. Předpokládaná pevnostní třída betonu pro železobetonovou desku bude C 30/37, případně vyšší. Nosníky jsou kladeny sraz k sobě, aby zde nemuselo být prováděné vodorovné bednění. Rozpětí mostu kolmé je 24 838 mm, rozpětí šikmé 28 780 mm, světlost mostu kolmá je 23 364 mm, světlost šikmá 27 550 mm. Celková délka nosné konstrukce je 30 160 a celková délka mostu je 41 052 mm. Výška mostu činí 5 455 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

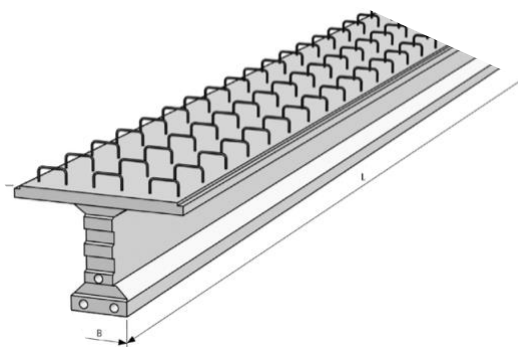
Hlavní výhodou prefabrikovaných nosníků je výroba mimo stavbu předem v prefátech, která není závislá na počasí, můžeme se zde použít betonu s nižším vodním součinitelem, jelikož si zde můžeme dovolit „tužší“ směs, které by na stavbě nebyly dostatečně dobře zhutněny ponorným vibrátorem. Dále zde může být výhodou použití i urychlení výroby – např. proteplováním – tím pádem rychlejším nárůstem pevností a rychlejším odbedňováním. Další výhodou může být o něco kvalitnější povrch betonu, zatímco u monolitických konstrukcí je kvalita povrchu betonu do značné míry závislá na kvalitě bednění a hutnění. Při použití staršího „lehce omláceného“ bednění mohou vznikat nálitky a při špatném prohutnění se mohou objevovat při povrchu drobné kaverny a hnízda, které je pak nutné zapravit. Další výhodou těchto prefabrikátů je, že jsou vyrobeny předem jako hotový kus, který se poté jen osadí na stavbě – v tomto případě přímo na ložiska na sraz vedle sebe a není třeba stavět žádné vodorovné bednění ani skruž, která ho podepírá.



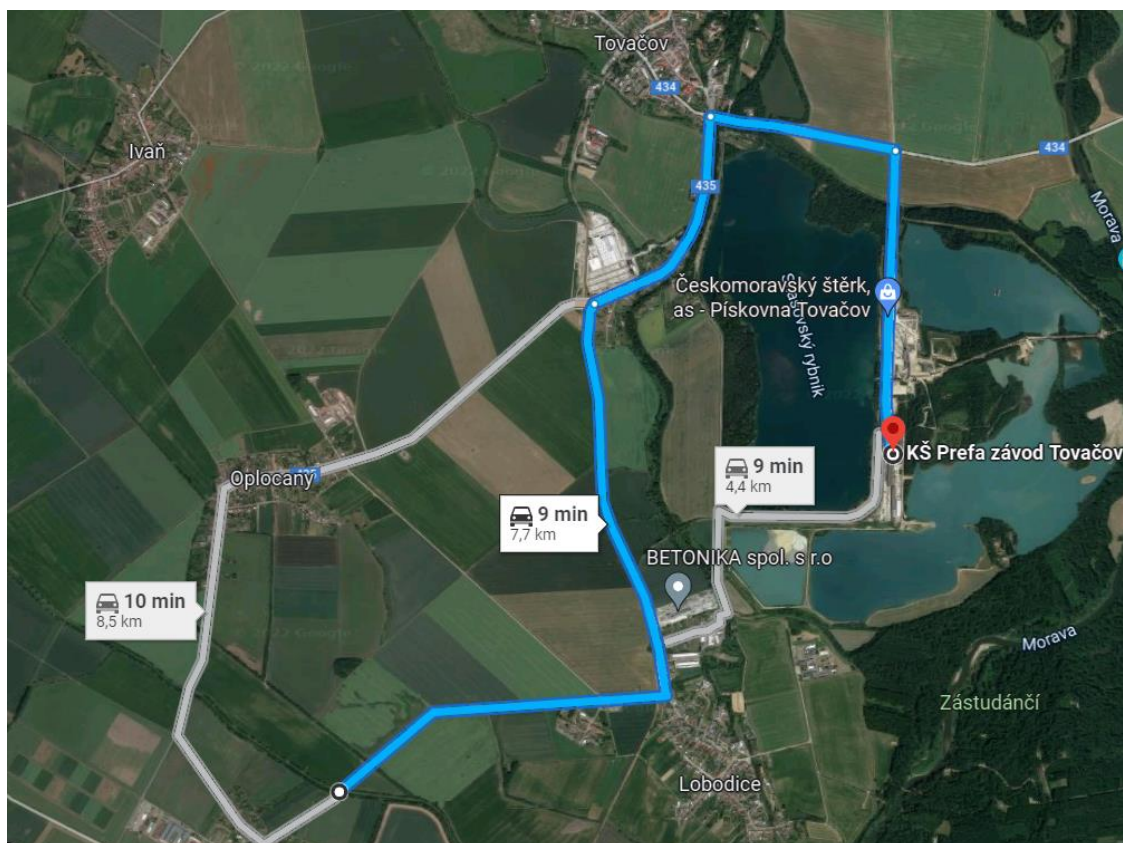
Nevýhoda zde naopak je ta, že je třeba tyto prefabrikáty dopravit na stavbu, což se promítne do ceny. Prefabrikáty jsou poměrně dlouhé – mají délku přes 30 m a taky je potřeba je osadit jeřábem. Vzhledem k těmto skutečnostem by bylo ideální, aby dopravní vzdálenost byla co nejkratší. Tento konkrétní navržený typ nosníku se vyrábí v KS prefě Tovačov, která se nachází asi 8 km od místa stavby, tudíž je zde velmi malá dopravní vzdálenost.



Obr.48: Příčný řez studie A



Obr.49: Axonometrický pohled na nosník – ilustrativní příklad



Obr.50: Dopravní trasa a vzdálenost z KS prefy v Tovačově

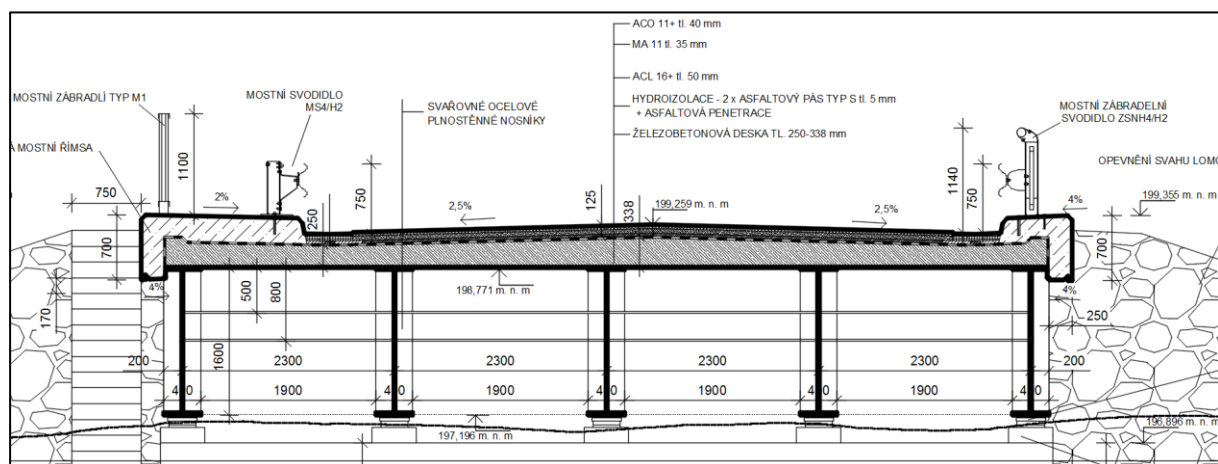
4.2.2 STUDIE B

Hlavní nosná spřaženou konstrukcí typ ocel – beton. Hlavní nosná konstrukce je tvořená pěti ocelovými svařovanými nosníky I s horní a dolní pásnicí. Osová vzdálenost nosníků je 2300 mm. Nosníky mají výšku 1 600 mm. Horní a dolní pásnice mají stejné rozměry – šířka 400 mm a tloušťka 25 mm. Stojina má tloušťku 16 mm. Nosníky jsou přímo uloženy na ložiska – předpokládaný typ jsou mostní hrncová ložiska FREYSSINET TETRON CD/FX 1500-150, uložené do cementové malty tl. 20 mm. Ložiska jsou uložena na podložiskových blocích o výšce 190 mm. Ocelové nosníky budou spřaženy s nadbetonovanou železobetonovou deskou proměnné tloušťky. Nejmenší tloušťka je 250 mm. Ocelové nosníky jsou všechny o stejné výšce, příčný sklon bude vytvořen nadbetonovanou železobetonovou deskou. Předpokládaná pevnostní třída oceli bude S 355. Nosníky budou na obou koncích spojeny nadpodporovým příčником (ztužidlem). Nadpodporové ztužidlo bude tvořené ocelovým svařovaným nosníkem tvaru I o výšce 800 mm, šířce spodní a horní pásnice 400 mm, tloušťce pásnic 25 mm a tloušťce stojiny 25 mm. Dále budou mezi podporami umístěny tři mezipodporové příčníky (ztužidla), které budou hlavní nosníky vzájemně ztužovat.

Mezipodporové ztužidlo bude tvořené ocelovým svařovaným nosníkem tvaru I o výšce 500 mm, šířce spodní a horní pásnice 400 mm, tloušťce pásnic 25 mm a tloušťce stojiny 25 mm. Rovněž u ztužidel je předpoklad použití pevnostní třídy oceli S 355. Hlavní nosníky budou případně dle statického výpočtu doplněny svislými výztuhami. Železobetonová deska bude účinně spojena s ocelovými nosníky pomocí spřahujících trnů tak, aby vznikl spřažený průřez. Rozpětí mostu kolmé je 24 838 mm, rozpětí šikmé 28 780 mm, světlost mostu kolmá je 23 364 mm, světlost šikmá 27 550 mm. Celková délka nosné konstrukce je 29 560 a celková délka mostu je 41 214 mm. Výška mostu činí 5 455 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

Výhoda této konstrukce spočívá v použití oceli, která má vyšší pevnosti. Hlavní výhoda zde ovšem spočívá v samotném spřaženém průřezu typu ocel – beton, kdy se pozitivně uplatní hlavní přednosti obou materiálů. Železobetonová deska působí v tlačené oblasti – využívá se hlavní přednosti betonu a to pevnost v tlaku. Naopak ocel působí v tahu – využívá se hlavní přednosti oceli a to pevnost v tahu.

Nevýhodu může naopak představovat nutnost vodorovného bednění pro železobetonovou deskou a dále opět doprava na stavbu, která se promítne do ceny – nosníky budou mít délku okolo 30m. Ocelové nosníky bude rovněž třeba řádně povrchově ošetřit proti působení koroze.



Obr.51: Příčný řez studie B

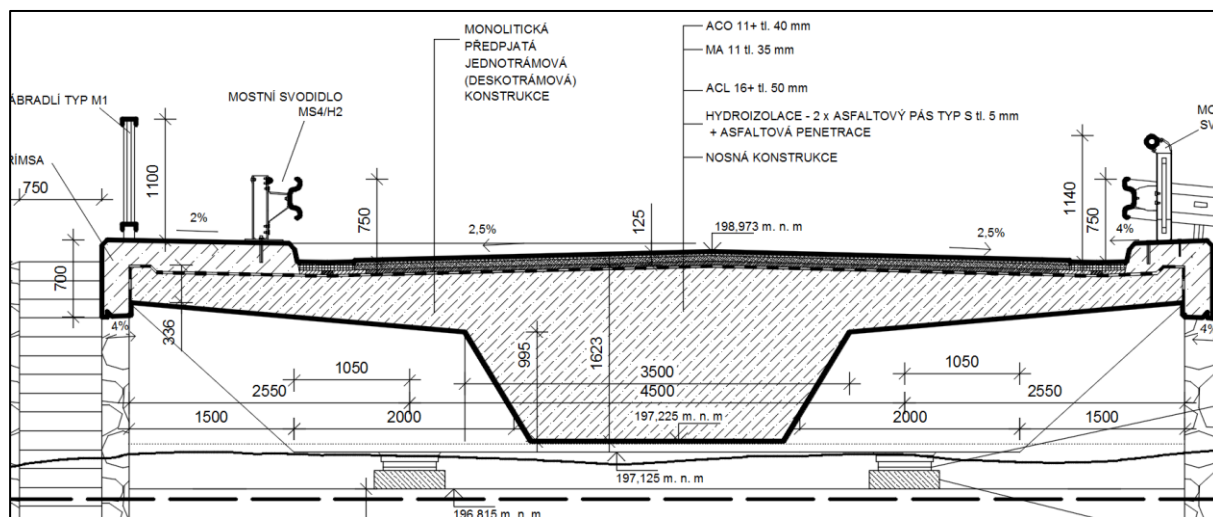
4.2.3 STUDIE C

Jedná se o monolitickou konstrukci z předpjatého betonu. Hlavní nosná konstrukce je tvořena jednotrámovou konstrukcí. Konstrukce má ve střední části výšku 1 600 mm a šířku u spodního líce 2 600 mm a u přechodu v desku má šířku 3 200 mm.

Boční plochy jsou zkosené pod úhlem 17° . Střední rozšířená trámová část přechází na obou stranách v konzolovou desku, která má tloušťku v rozmezí 535 – 336 mm. Celková šířka jednotrámové konstrukce je 9 600 mm. Předpětí bude realizováno ve střední trámové části. Předpokládaný typ betonu bude C 40/50, případně vyšší. Hlavní nosná konstrukce bude nad podporami doplněná nadpodporovými příčníky, které budou zajišťovat stabilitu konstrukce v příčném směru. Příčníky mají šířku navrženou 1 380 mm a jsou uloženy na dvě ložiska vzdálená od sebe 4 500 mm. Předpokládaný typ ložisek jsou mostní hrncová ložiska FREYSSINET TETRON CD/FX 4000-400, uložené do cementové malty tl. 20 mm. Rozpětí mostu kolmé je 25 063 mm, rozpětí šikmé 28 940 mm, světlost mostu kolmá je 23 433 mm, světlost šikmá 27 632 mm. Celková délka nosné konstrukce je 30 320 a celková délka mostu je 40 473 mm. Výška mostu činí 5 117 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

Výhoda této jednotrámové konstrukce je zejména příznivý estetický dojem a rovněž nižší celková výška konstrukce oproti předchozím studiím.

Nevýhodu zde představuje zejména betonáž na stavbě – to znamená větší závislost na počasí a okolním prostředí než výroba v prefách. Dále zde bude nutná instalace bednění, které se bude moci odstranit nejdříve po 7 dnech. Bednění musí mít podpůrnou konstrukci – skruž. Bednění i skruž budou znamenat investice navíc. Most křížuje vodní tok – řeku Valovou, která má za běžných podmínek poměrně nízký průtok a vodní hladinu. Nicméně je třeba s tím, že se voda v korytu může zvednout v případě dlouhotrvajících dešťů nebo jarního tání sněhu a mohla by poté tvořit překážku pro podpůrnou skruž. Je tedy třeba řádně naplánovat postup výstavby a betonáž.



Obr.52: Příčný řez studie C

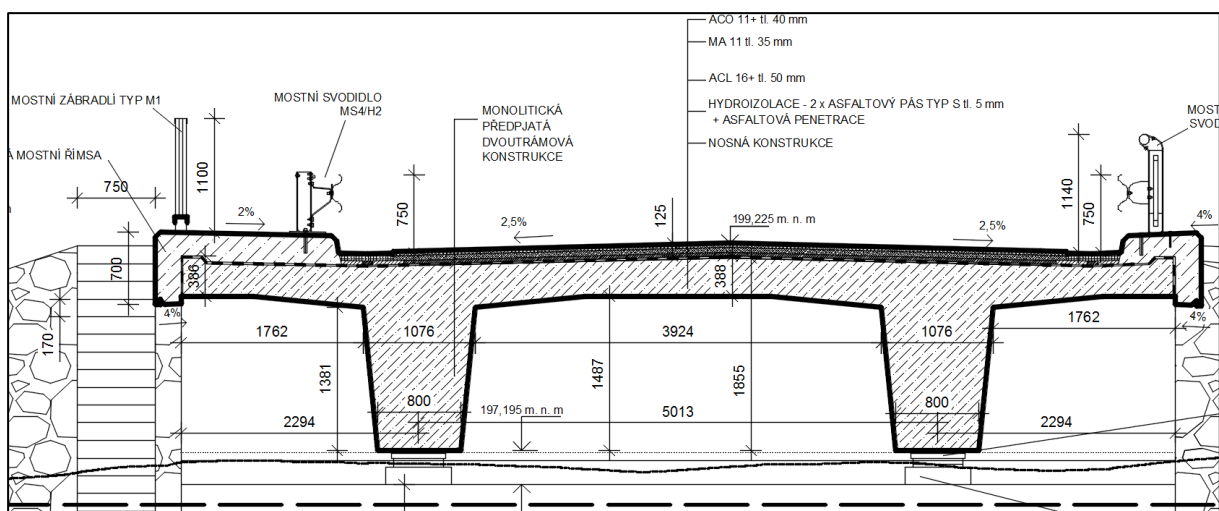


4.2.4 STUDIE D

Jedná se o monolitickou konstrukci z předpjatého betonu. Hlavní nosná konstrukce je tvořena dvoutrámovou konstrukcí se spolupůsobící nadbetonovanou deskou. Trámy mají výšku 1 800 mm a šířku ve spodní části 800 mm. Boční svislé hrany trámů jsou zkosené pod úhlem 6°, v horní části mají trámy šířku 1076 mm. Na trámy navazuje v horní části spolupůsobící železobetonová deska tloušťky 388 mm. Deska je v místech, kde navazuje na trámy, opatřena náběhy. Celková šířka hlavní nosné konstrukce je 9 600 mm. Předpokládaný typ betonu pro předpjaté nosníky je C 40/50, případně vyšší. Hlavní nosná konstrukce je v místech trámů uložena na ložiska – předpokládaný typ jsou mostní hrncová ložiska FREYSSINET TETRON CD/FX 4000-400, uložené do cementové malty tl. 20 mm. Ložiska jsou uložena na podložiskových blocích o výšce 190 mm. Mostní římsy jsou navrženy monolitické. Rozpětí mostu kolmé je 25 063 mm, rozpětí šikmé 28 940 mm, světlost mostu kolmá je 23 352 mm, světlost šikmá 27 534 mm. Celková délka nosné konstrukce je 30 320 a celková délka mostu je 41 212 mm. Výška mostu činí 5 392 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

Výhoda této varianty je vyšší stabilita v příčném směru a vyšší odolnost proti překlopení.

Nevýhodou této varianty je vyšší celková výška konstrukce oproti jednotrámové variantě. Dále jsou to nevýhody plynoucí z betonáže na stavbě a také instalaci bednění a skruže, které jsem již popsal u studie C.



Obr.53: Příčný řez studie D

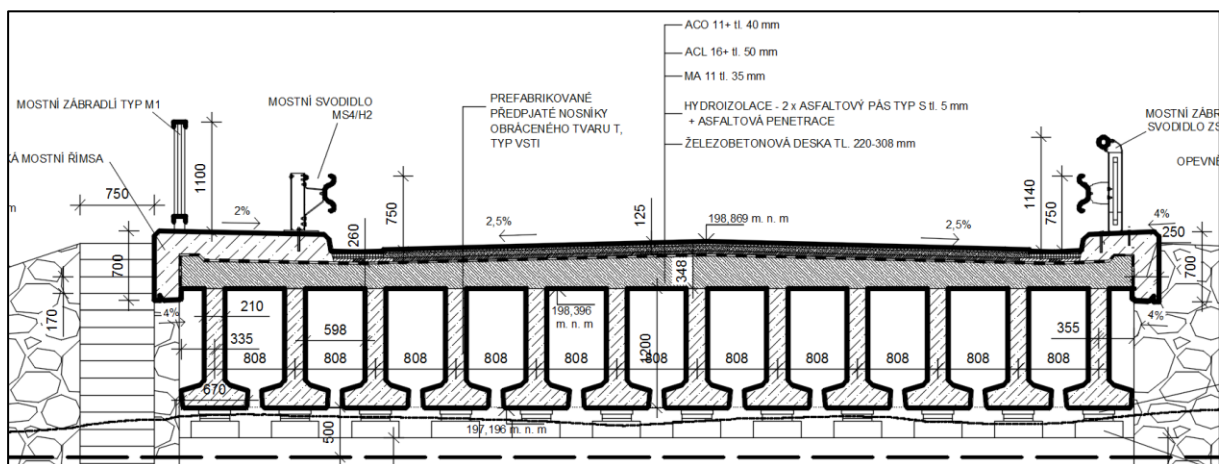
4.2.5 STUDIE E

Jedná se stejně jako ve studii A o spřaženou konstrukci typ beton – beton. Hlavní nosná konstrukce je tvořena dvanácti prefabrikovanými nosníky s předpjatého betonu obráceného tvaru T, typ VSTI. Nosník má výšku 1,2 m, šířka dolní příruby je 620 - 670 mm, tloušťka 175 - 225 mm. U přechodu do stojiny jsou náběhy. Stojina má tloušťku 210 mm. Nosníky jsou od sebe vzdáleny 808 mm, předpětí je tvořené samostatnými sedmidrátovými pramenci průměru 15,7mm a pevnosti 1860 Mpa. Typ betonu pro předpjaté nosníky je C 45/55 pro stupeň vlivu prostřední XF2. Nosníky jsou přímo uloženy na ložiska – předpokládaný typ jsou MOSTNÍ HRNCOVÁ LOŽISKA FREYSSINET TETRON CD/FX 1000-100, ULOŽENÉ DO CEMENTOVÉ MALTY TL. 20 mm. Předepnuté nosníky budou spřaženy s nadbetonovanou železobetonovou deskou proměnné tloušťky 260 – 348 mm. Předpjaté nosníky jsou všechny o stejné výšce, příčný sklon bude vytvořen nadbetonovanou železobetonovou deskou. Železobetonová deska bude účinně spojena s předpjatými nosníky pomocí spřahující výztuže tak, aby vznikl spřažený průřez. Předpokládaná pevnostní třída betonu pro železobetonovou desku bude C 30/37, případně vyšší. Rozpětí mostu kolmé je 24 838 mm, rozpětí šikmé 28 780 mm, světlost mostu kolmá je 24 165 mm, světlost šikmá 28 000 mm. Celková délka nosné konstrukce je 39 560 a celková délka mostu je 40 062 mm. Výška mostu činí 5 065 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

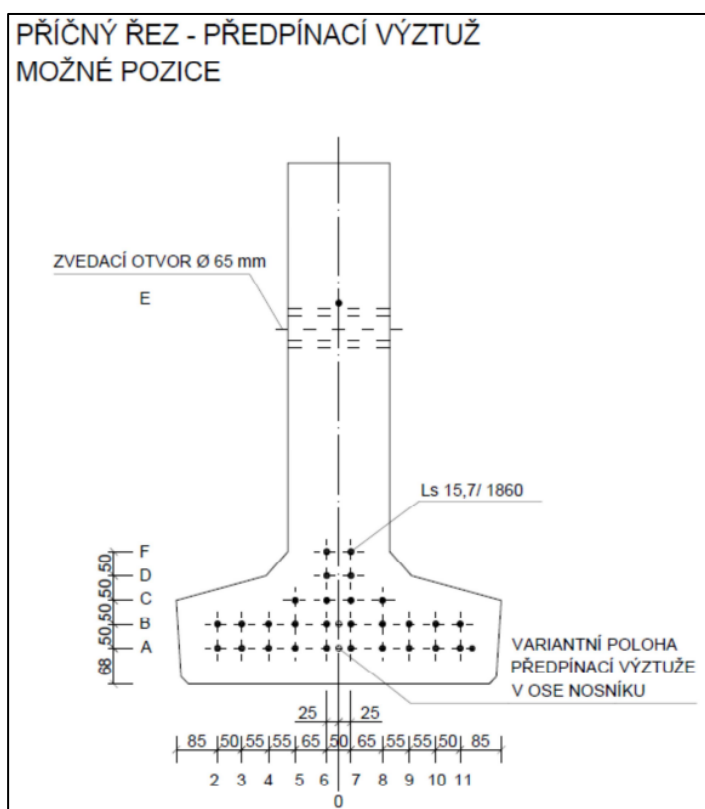
Tato varianta je v podstatě kontrastem ke studii A.

Výhody oproti prefabrikovaným nosníkům tvaru nesymetrického I použitých ve studii A jsou menší rozměry, že čehož plynou nižší nároky na dopravu a hlavně osazení z hlediska nosnosti jeřábu. Tyto nosníky váží každý okolo 26 tun oproti nosníkům ve studii A okolo 68 tun. Jelikož jsou nosníky blíže k sobě, tak jsou rovněž nižší, což znamená nižší výšku mostu a tím i nižší výšky násypu.

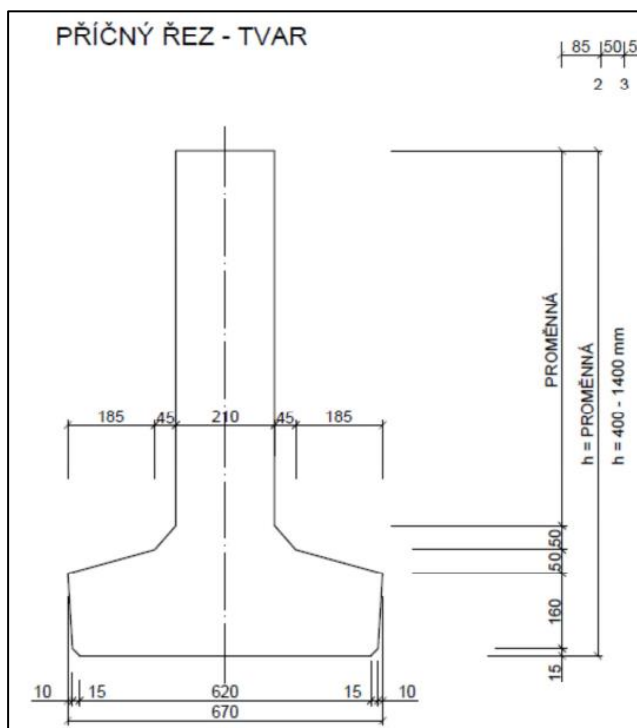
Nevýhodu oproti studii A zde představuje nutnost vodorovného bednění železobetonové desky mezi nosníky, jelikož nosníky nemají horní přírubu. V tomto ohledu bych rozhodně upřednostnil možnost použití bednění ve formě filigránových desek, které by se usadili na horní příruby před betonáží a staly by se součástí konstrukce. Klasické bednění by bylo rovněž problém z hlediska odbedňování.



Obr.54: Příčný řez studie E



Obr.55: Příčný řez nosníku VSTI – ilustrativní umístění výztuže



Obr.56: Příčný řez tvaru nosníku VSTI



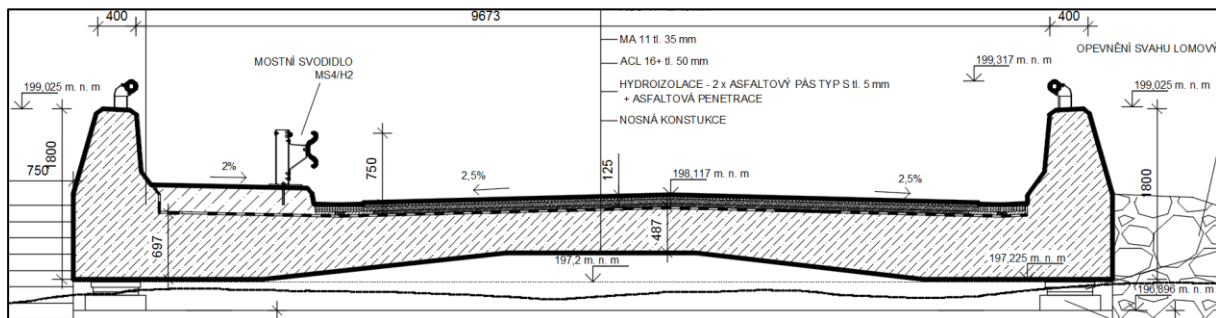
Obr.57: Pohled na nosníky VSTI

4.2.6 STUDIE F

Jedná se o monolitickou konstrukci z předpjatého betonu. Hlavní nosná konstrukce je tvořena parapetními nosníky umístěné na okrajích šířky mostu, které vynášejí dolní mostovku tvořenou železobetonovou deskou. Parapetní nosníky mají výšku 1 800 mm a šířku ve spodní části 920 mm a v horní části 400 mm. Obě svislé plochy jsou zkosené. Vnitřní líce nosníků jsou upraveny do tvaru podobného betonovému svodidlu New Jersey. Horní plocha nosníků je ve sklonu 4% z důvodu odtoku srážkové vody, hrany jsou zkosené. Na nosníky navazuje madlo, které je do nosníků přímo kotvené. Železobetonová deska mezi nosníky je proměnné výšky 697 – 487 mm ve střední části. Deska. Celková šířka hlavní nosné konstrukce je 9 600 mm. Předpokládaný typ betonu pro předpjaté nosníky je C 40/50, případně vyšší. Hlavní nosná konstrukce je v místech trámů uložena na ložiska – předpokládaný typ jsou mostní hrncová ložiska FREYSSINET TETRON CD/FX 4000-400, uložené do cementové malty tl. 20 mm. Díky parapetním nosníkům zde absentují mostní římsy. Rozpětí mostu kolmé je 25 063 mm, rozpětí šikmé 28 940 mm, světlost mostu kolmá je 24 165 mm, světlost šikmá 28 000 mm. Celková délka nosné konstrukce je 30 722 a celková délka mostu je 38 068 mm. Výška mostu činí 4 317 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

Hlavní výhodou tohoto řešení oproti všem ostatním variantám je výrazně nižší výška mostu oproti ostatním řešením daná právě umístěním nosníků nad mostovkou. Z toho plynou nižší násypy, proto jsem v této variantě neuvažoval s přechodovými deskami v přechodové oblasti. Například oproti dvoutrámové variantě je zde výška mostu nižší o 1075 mm a oproti spřažené variantě ocel – beton, která má nejvyšší výšku mostu, je to 1138 mm. S tím také samozřejmě souvisí nižší násypy přilehlé upravované silnice.

Nevýhodou tohoto řešení oproti prefabrikovaným variantám je stejná jako u ostatních monolitických konstrukcí, tedy nutná instalace systémového bednění a podpěrné konstrukce – skruže. Další nevýhodou zde představuje možnost nárazu vozidla do nosníků, tedy je zde nutné s tímto počítat při výpočtu.



Obr.58: Příčný řez studie F

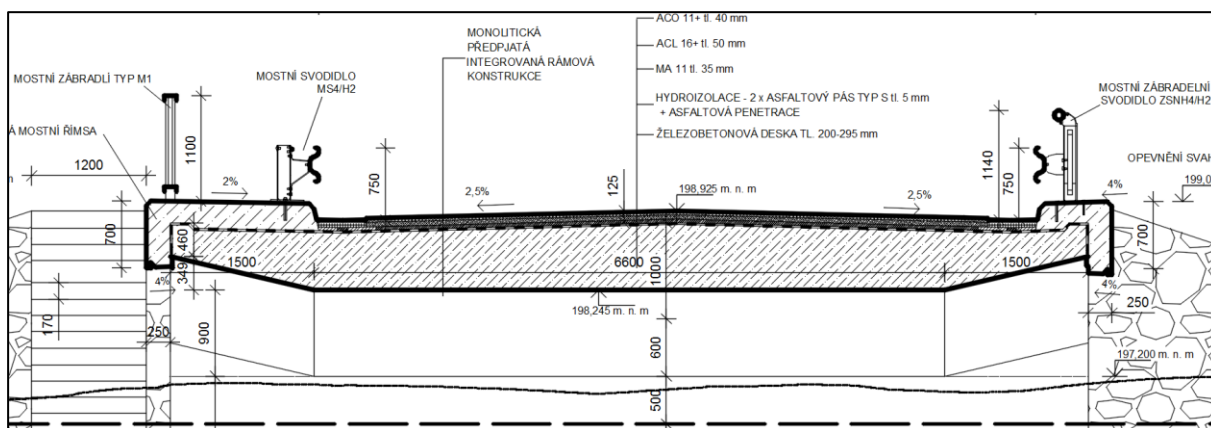


4.2.7 STUDIE G

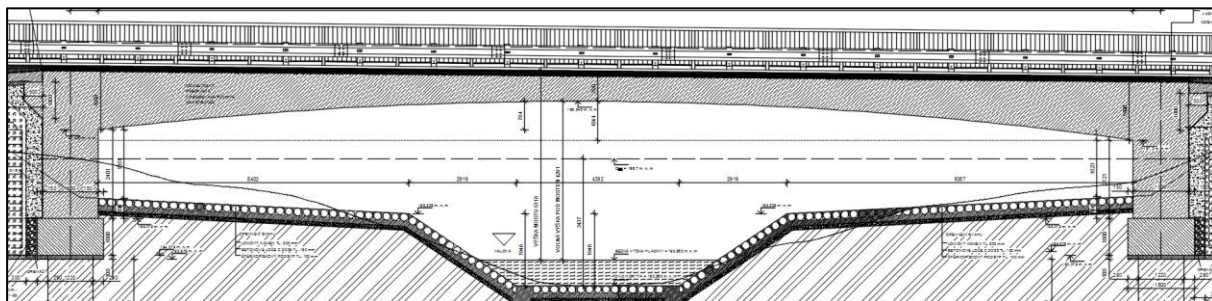
V poslední studii se jedná se o monolitickou konstrukci taktěž z předpjatého betonu. Hlavní nosná konstrukce je tvořena rámem s náběhy, který je tvořen deskou a rámovými stojkami na obou stranách. Most je řešen jako integrovaný spolupůsobící s násypem za opěrami, tudíž nemá ložiska ani mostní závěry. Rám má spodní lícovou plochu parabolického tvaru o vzepětí 904 mm. Uprostřed rozpětí má deska tloušťku 700 mm a směrem k rámovým stojkám přechází prostřednictvím parabolických náběhů do tloušťky 1600 mm. Rámové stojky mají šířku 1500 mm. Založení mostu je zde předpokládáno vrtanými pilotami o průměru 1220 mm v jedné řadě na každé straně. Zásypy jsou zde vyztužené geomřížemi kvůli lepšímu působení zásypu v tahu a tím zajištění spolupůsobení s rámovou konstrukcí. V přechodové oblasti jsou navrženy přechodové desky. Rozpětí mostu kolmé je 25 548 mm, rozpětí šikmé 29 500 mm, světlost mostu kolmá je 24 165 mm, světlost šikmá 28 000 mm. Celková délka nosné konstrukce je 31 000 a celková délka mostu je 38 068 mm. Výška mostu činí 4 317 mm, volná výška pod mostem 3 392 mm.

Výhoda spočívá v úspoře ložisek a mostního závěru, což znamená zejména absenci nutné údržby těchto částí během provozu mostu.

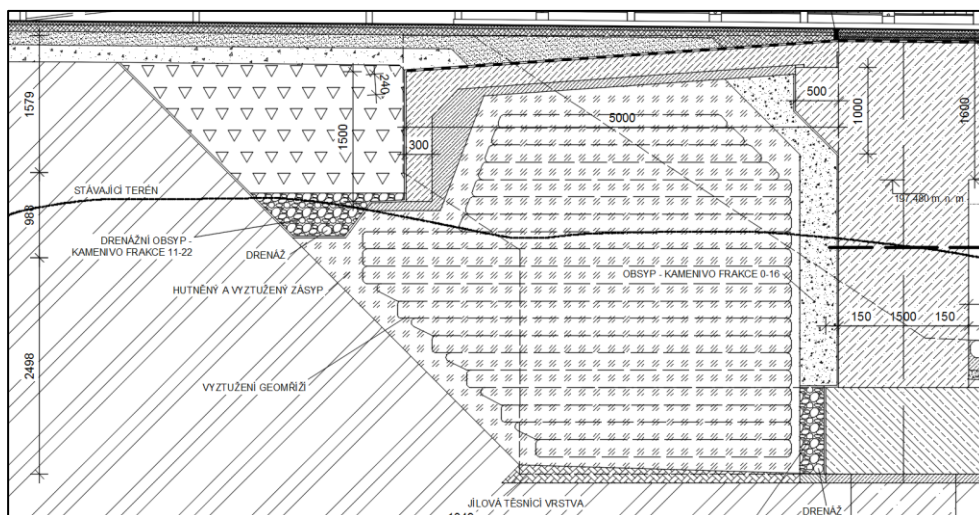
Nevýhodu zde představují opět úskalí spojené s monolitickou technologií oproti prefabrikovaným variantám. Hlavní nevýhoda ovšem pramení právě z konstrukčního řešení. Podstatné je zde spolupůsobení s okolním zásypem, kdy při zvětšování délky konstrukce vlivem zvýšené teploty okolního prostředí je konstrukce zatlačována do násypu a naopak při snížení teploty je oddalována od násypu, což vede k rozdílným hodnotám zemního tlaku, při zatlačování k pasivnímu tlaku a při oddalování k aktivnímu zemnímu tlaku. V důsledku to znamená možnost „vyboulení nivelety“ při zatlačování a „propadu nivelety“ při oddalování. V extrémním případě by to mohlo znamenat deformace nivelety za opěrami, trhliny v krytových vrstvách vozovky, případně až k vybočení krytu vozovky. Proto jsou zde kladeny vyšší požadavky na vlastnosti přechodové oblasti.



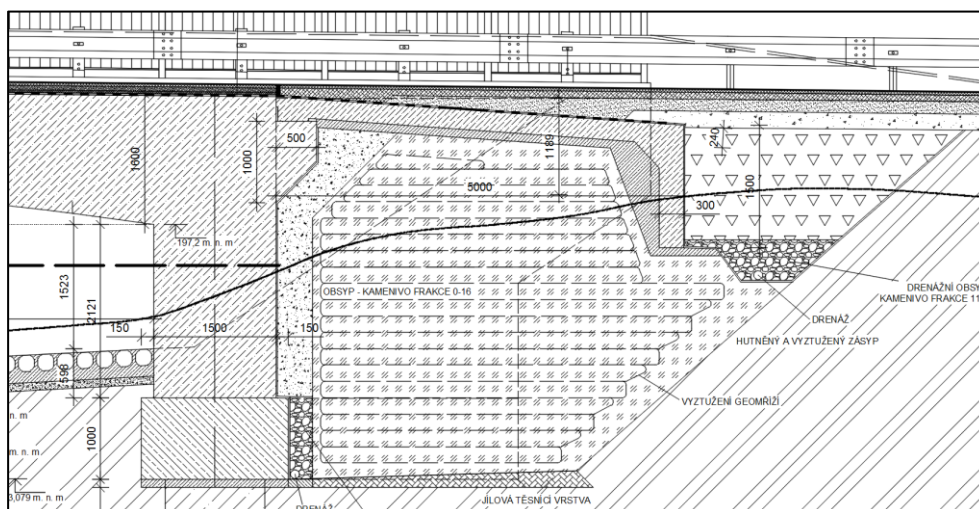
Obr.59: Příčný řez studie G



Obr.60: Podélný řez studie G



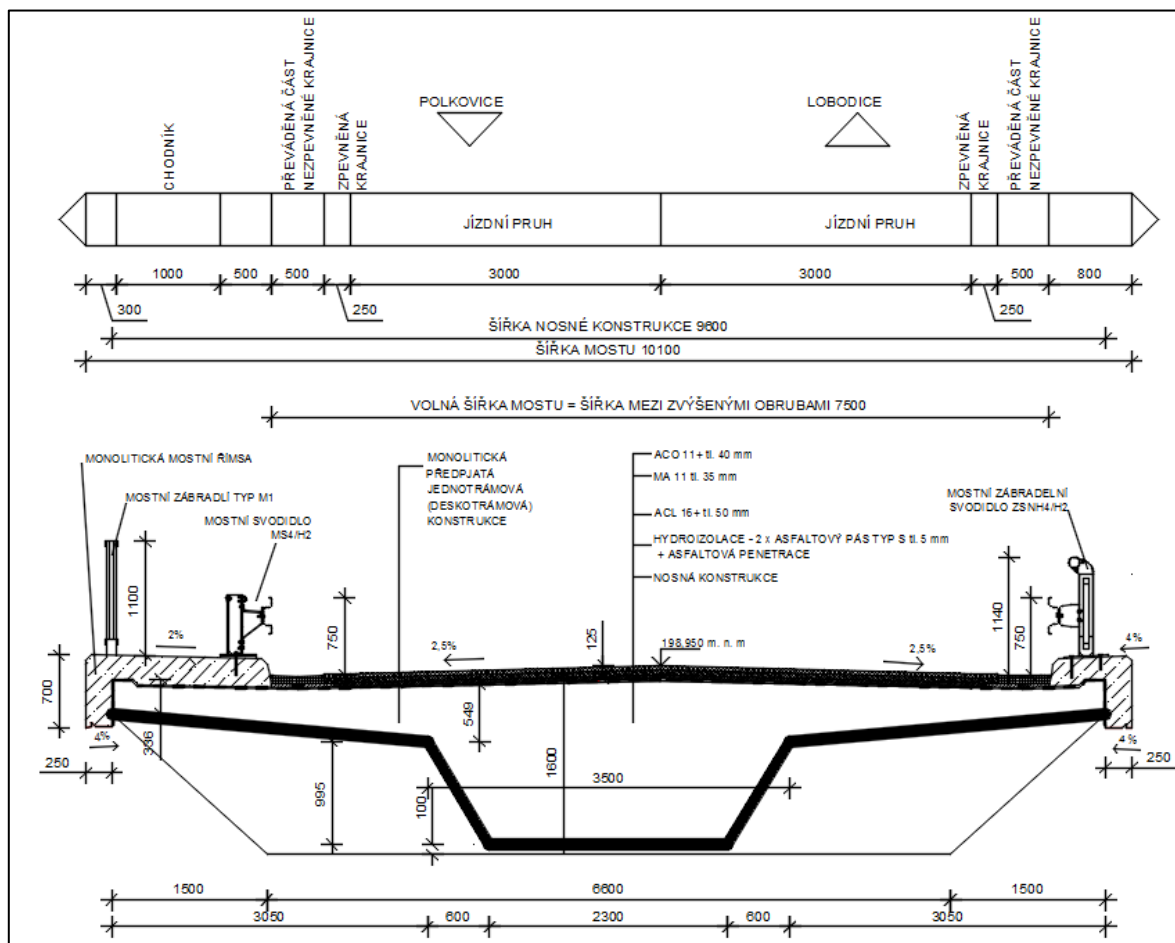
Obr.61: Přejížděvací oblast za levou opěrou studie G



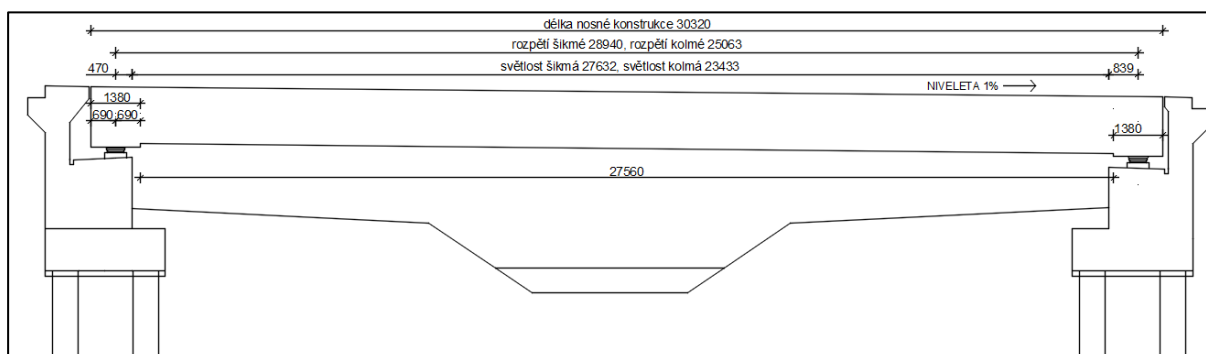
Obr.62: Přejížděvací oblast za pravou opěrou studie G

4.3 VYBRANÁ STUDIE MOSTU

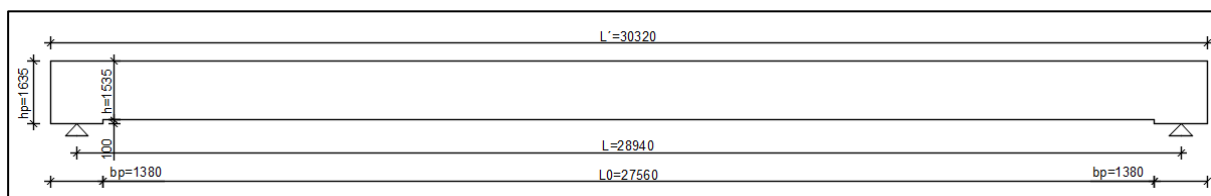
Byla vybrána studie C, tedy monolitická jednotrámová konstrukce z předpjatého betonu.



Obr.63: Příčný řez nového mostu



Obr.64: Pohled na nosnou konstrukci a spodní stavbu v podélném směru



Obr.65: Idealizovaná nosná konstrukce v podélném směru

4.4 CHARAKTERISTIKA MOSTU

DRUH KONSTRUKCE: Jednotrámová

POČET POLÍ: 1

PROVEDENÍ: Monolitické

MATERIÁL: Železobeton, předpjatý beton

ŠIKMOST: pravá 58°

ÚHEL KŘÍŽENÍ: 58°

ÚHEL PŘEMOSTĚNÍ: 58°

ÚLOŽNÝ ÚHEL: 58°

ROZPĚTÍ KOLMÉ: 25063 mm

ROZPĚTÍ ŠIKMÉ: 28940 mm

SVĚTLOST KOLMÁ: 23433 mm

SVĚTLOST ŠIKMÁ: 27636 mm

DÉLKA NOSNÉ KONSTRUKCE: 30320 mm

DÉLKA MOSTU: 40473 mm

DÉLKA PŘEMOSTĚNÍ: 27636 mm

ÚLOŽNÁ VÝŠKA: 2151 mm

KONSTRUKČNÍ VÝŠKA: 1623 mm

STAVEBNÍ VÝŠKA: 1874 mm

ŠÍŘKA MOSTU: 10100 mm

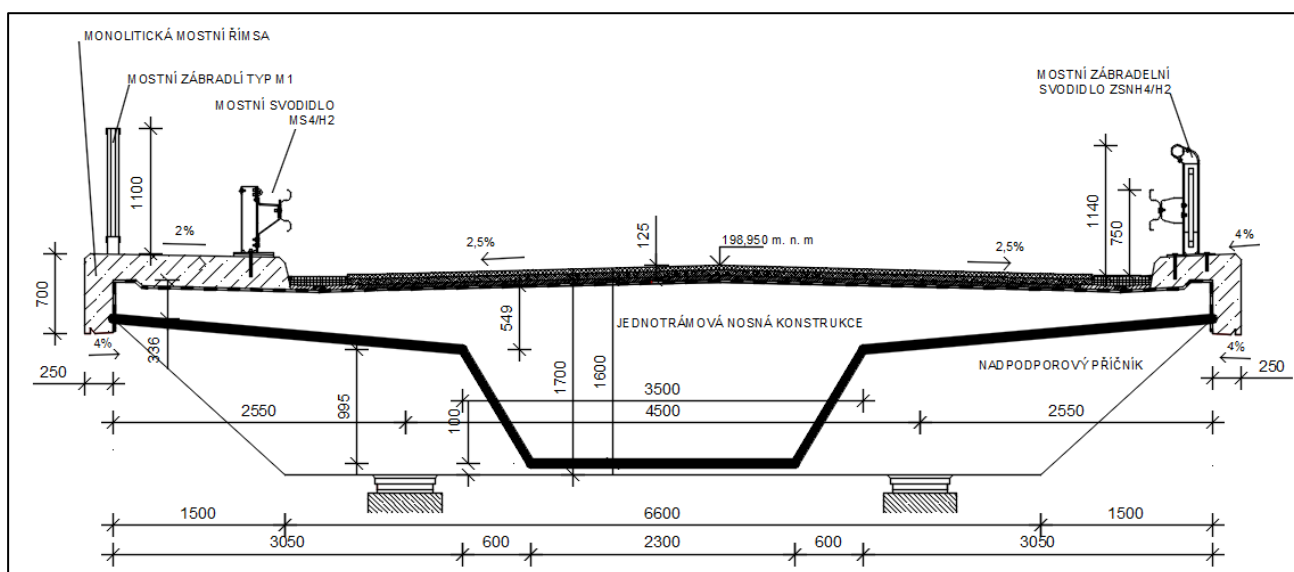


ŠÍŘKA NOSNÉ KONSTRUKCE:	9600mm
VOLNÁ ŠÍŘKA MOSTU:	7500 mm
ŠÍŘKA MEZI ZÁBRADLÍM:	9180 mm
VÝŠKA MOSTU:	5117 mm
VOLNÁ VÝŠKA POD MOSTEM:	3392 mm
STANIČENÍ – ZAČÁTEK MOSTU:	0,272 km
STANIČENÍ – KONEC MOSTU:	0,301 km

4.4.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Původní návrh nosné konstrukce byl již výše popsán u popisu studie C. Průřez byl v rámci výpočtu upraven. Střední část má u spodního líce šířku 2300 oproti původním 2600 mm v místě styku s převislou deskou 3500 mm oproti původním 3200 mm. Boční plochy jsou tedy zkosené pod úhlem 31°. Ostatní části průřezu jsou beze změn. Nosná konstrukce má v podélném směru sklon 1%, v příčném dle sklonu vozovky – střeovitý sklon na obě strany 2,5%.

Materiál nosné konstrukce je beton C40/50, třída prostředí XC4, XF2, XD2, betonářská výztuž B500B a předpínací výztuž Y 1860 - S17 – 15,2 A.



Obr.66: Příčný řez a pohled na nadpodporový příčník s uložením

4.4.2 KRAJNÍ NADPODPOROVÉ PŘÍČNÍKY

Nad podporami v místě uložení jsou navrženy příčníky o kolmé šířce 1175 mm, šikmé šířce 1380 mm a výšce 1700 mm. Příčník je o 100 mm vyšší oproti nosné konstrukci z důvodu křížení výztuže příčníku a deskotrámové části. Příčník má na obou stranách ve vzdálenosti 1,5 m od okraje zkosení a přechod z výšky 1700 mm na 273 mm.

V rámci statického výpočtu byla navržena a posouzena nosná konstrukce včetně příčníků.

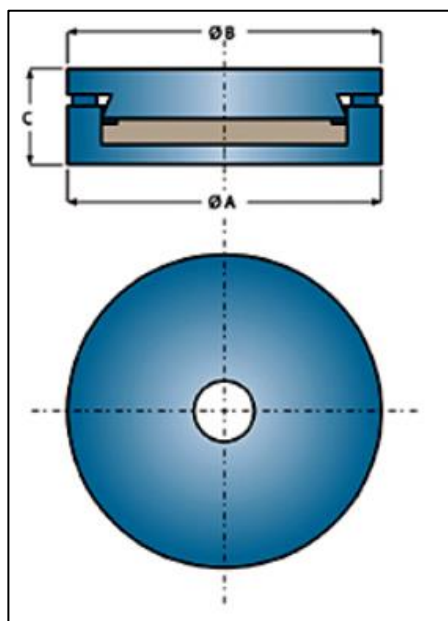
Materiál nosné konstrukce je beton C40/50, třída prostředí XC4, XF2, XD2 a betonářská výztuž B500B, B550B

4.4.3 SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba nebyla v rámci bakalářské práce posuzována, pouze navržena.

4.4.3.1 LOŽISKA

Navržený typ ložisek jsou mostní hrncová ložiska FREYSSINET TETRON CD/FX 4000-400. Ložiska budou uložena do cementové malty tl. 20 mm. Na opěře jsou vždy dvě ložiska jsou vzdálená od sebe 4500 mm a podporují příčník.





Popis	Ø A (mm)	Ø B (mm)	C (mm)	Hmotnost (kg)
FX 500 - 50	180	200	69	15
FX 1000 - 100	255	265	69	25
FX 1500 - 150	295	320	78	40
FX 2000 - 200	345	365	88	60
FX 2500 - 250	385	415	93	75
FX 3000 - 300	420	450	97	95
FX 3500 - 350	460	490	97	110
FX 4000 - 400	480	520	107	135
FX 4500 - 450	510	560	117	170
FX 5000 - 500	570	600	106	205
FX 6000 - 500	580	640	136	255
FX 7000 - 500	620	670	145	305
FX 8000 - 500	660	710	145	340
FX 9000 - 500	690	750	164	430
FX 10000 - 500	750	795	163	470
FX 12000 - 600	835	865	162	565
FX 14000 - 700	905	935	170	685
FX 16000 - 800	945	997	190	865
FX 18000 - 900	1000	1055	209	1085
FX 20000 - 1000	1095	1125	197	1135
FX 24000 - 1200	1190	1220	216	1475
FX 28000 - 1400	1260	1320	285	2400
FX 30000 - 1500	1305	1375	294	2670
FX 35000 - 1750	1415	1475	312	3280
FX 40000 - 2000	1515	1585	321	3865
FX 45000 - 2250	1610	1680	330	4415
FX 50000 - 2500	1700	1770	368	5620

Obr.67 a 68: Navrhovaná ložiska – údaje od výrobce

4.4.3.2 PODLOŽISKOVÉ BLOKY

Podložiskové bloky jsou navrženy z betonu C 30/37, mají čtvercový průřez o šířce 640 mm a výšce 138 – 164 mm. Přenáší podporové tlaky z ložisek do úložného prahu.

Materiál podložiskových bloků je navržen beton C 30/37.

4.4.3.3 ÚLOŽNÝ PRÁH

Úložný práh je navržen jako železobetonový o výšce 400- 600 mm. Horní plocha je provedená ve sklonu 4% směrem k závěrné zdi do žlábků kvůli odvodu srážkové vody.

Materiál úložného prahu je navržen beton C 30/37 třída prostředí XC4, XD1, XF1 a betonářská výztuž B500B.

4.4.3.4 OPĚRA

Levobřežní opěra má šířku 2 460 mm, v dolní části 3400 mm a výšku 2600 mm.



Pravobřežní opěra má šířku 2380 mm, v dolní části také 3400 mm a výšku 2340 mm.

V dolní části budou opěry navazovat na hlavu pilot, která bude vyztužena betonářskou výztuží. Šířka opěr v příčném směru bude shodná s šířkou nosné konstrukce – tedy 9600 mm. Opěry budou založeny na podkladním betonu. Na rubu opěr bude provedena hydroizolace z důvodu výskytu zemní vlhkosti a přítomnosti podzemní vody. Hydroizolace bude ze dvou vrstev asfaltových pásů typu S a bude kladena na napenetrovaný podklad zbavený nečistot a náletků po betonáži. Hydroizolace bude chráněna ochrannou vrstvou tvořenou 2 vstvy geotextilie o minimální gramáži 600 g/m². V úrovni základové spáry bude zhotovena drenáž z perforované PVC trubky průměru 125 mm vyspádovaný podkladní beton tloušťky 150 mm. Drenáž bude obsypaná propustným kamenivem frakce 11-22 v tloušťce 400 mm.

Materiál opěr je navržen beton C 30/37 XC4, XD1, XF1 a betonářská výztuž B500B.

Podkladní beton bude třídy C 20/25 tloušťky 150 mm.

4.4.3.5 ZALOŽENÍ MOSTU

Založení mostu bude z výše uvedených geologických a hydrogeologických poměrů řešeno hlubinné na pilotech. Z důvodu výskytu hladiny podzemní vody v úrovni pilot jsou zde navrženy vrtané piloty, konkrétně technologie rotačně náběrového vrtání KELLY. Pokud by při podrobnějším průzkumu bylo zjištěno, že podzemní voda nebude nacházet v celé výšce pilot, tak by bylo možné použít i technologii vrtání průběžným šnekem CFA. Piloty mají navržený průměr 720 mm, pod každou opěrou jsou v podélném směru 2 řady v osové vzdálenosti 2100 mm a v příčném směru každá řada po 6 pilotách osově vzdálených 1600 mm. Délka pilot dle statického výpočtu.

Materiál pilot je navržen beton C 30/37 XA1 (XA2 dle případného výskytu agresivnější podzemní vody) a betonářská výztuž B500B

4.4.3.6 ZÁVĚRNÁ ZEĎ

Na levobřežní opěru navazuje v horní části závěrná zeď o výšce 3450 a šířce 700 mm, respektive 2050 a 700 mm u pravobřežní opěry. Na závěrnou zeď bude navazovat přechodová deska.

Materiál závěrných zdí je navržen beton C 30/37 XC4, XD1, XF1 a betonářská výztuž B500B.



4.4.3.7 MOSTNÍ KŘÍDLA

Mostní křídla budou provedena jako kolmá, oddílatovaná od opěry a budou mít samostatný základ. Základová spára u křídla bude ve stejné úrovni jako u opěry.

U levobřežní opěry má mostní křídlo šířku 2670 ve spodní části a 4270 mm v horní části a výšku 5270 m.

U pravobřežní opěry má mostní křídlo šířku 2670 ve spodní části a 3730 mm v horní části a výšku 4780 mm.

Materiál mostních křídel je navržen beton C 30/37 XC4, XD1, XF1 a betonářská výztuž B500B.

4.4.4 PŘECHODOVÁ OBLAST

Přechodová oblast je navržena v délce 8200 mm = 1,5 – 2násobek výšky přechodu = 1,5 – 2 · 5000.

4.4.4.1 PŘECHODOVÁ DESKA

V přechodové oblasti za oběma opěrami jsou navrženy přechodové desky z důvodu zmírnění výškového rozdílu sedání zásypu v přechodové oblasti a podpěr. Délka přechodové desky byla stanovena 4000 mm. Předpokládá se stupeň konsolidace zeminy v době dokončení vozovky minimálně 80%. Tloušťka přechodové desky byla navržena 240 mm odečtením z níže uvedeného diagramu, ze kterého byl taktéž stanoven odpovídající ohybový moment 40 KNm. Přechodová deska bude zhotovena na vyrovnaný podkladní beton C 20/25 tloušťky 50 mm a se závěrnou zdí bude spojena pomocí vrubového kloubu tak, aby zde nebylo bráněno pootočení a nevznikaly ohybové momenty. Přes přechodovou desku bude přetažená hydroizolace navazující na izolaci mostu. Hydroizolace ve dvou vrstvách z asfaltových pásů typu S bude natavena na napenetrovaný podklad zbavený nečistot a nerovností. Přechodová deska bude ve sklonu 7% z důvodu snadného odvodu vody. Oblast okolo vrubového kloubu bude vyplněna pružnou zálivkovou hmotou.

Pod přechodovou deskou budou provedeny vrstvy hutněného zásypu.

4.4.5 ZÁSYPY

Okolo rubu opěry bude proveden zásyp z propustného materiálu – štěrkodrtí frakce 0-16 v šířce 600 – 1600 mm. Štěrkodrtí bude provedena i pod přechodovou deskou v minimální tloušťce 200 mm. Zbývající část zásypu bude provedena se zeminy odtěžené při demolici a terénních úpravách stávajícího stavu, bude-li třeba, tak se zemina na zásyp doveze. Zásyp bude kladen po vrstvách na připravený podklad z jílové nepropustné vrstvy v úrovni základové spáry. Je třeba dbát na to, aby bylo hutnění zásypu prováděno odpovídající zhutňovacími prostředky v tloušťkách maximálně 250 – 300 mm!!

4.4.6 MOSTNÍ SVRŠEK

Mostní svršek zde bude tvořen vozovkou dle ČSN 73 6242

4.4.6.1 VOZOVKA NA MOSTĚ

Výše uvedená skladba na základě výpočtu:

Skladba vozovky na mostě:

ASFALTOVÝ BETON PRO OBRUSNOU VRSTVU - ACO 11+ 50/70 40mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121			
SPOJOVACÍ POSTŘÍK	PS-E	0,4Kg/m ²	ČSN 73 6129
ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÍ VRSTVU - ACL 16+ 50/70 50mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121			
SPOJOVACÍ POSTŘÍK	PS-E	0,4Kg/m ²	ČSN 73 6129
LITÝ ASFALT- MA 11 50/70 35mm, ČSN EN 13108-1, ČSN 736121			
HYDROIZOLACE – 2 x ASFALTOVÝ PÁS TYPU S NATAVENÝ NA PODKLAD OPATŘENÝ ASFALTOVOU PENETRACÍ			

Hydroizolace bude provedena na čistý, rovný a napenetrovaný podklad zbavený nerovností.

4.4.7 MOSTNÍ ŘÍMSY

Mostní římsy budou monolitické po obou stranách a proti posunu budou zajištěny betonovým ozubem zhotoveným na nosné konstrukci. Římsy budou vysoké 700 mm, aby chránily z boční strany nosnou konstrukci proti účinkům vody. V místě, kde navazují na vozovku budou vysoké 160 mm.

Levá římsa je široká 1750 mm a horní hrana má sklon 2% směrem do vozovky, jelikož se zde nachází chodník.



Pravá římsa je široká 770 mm a horní hrana má sklon 4%.

Do obou říms budou kotveny záchytné bezpečnostní systémy – zábradlí a svodidla.

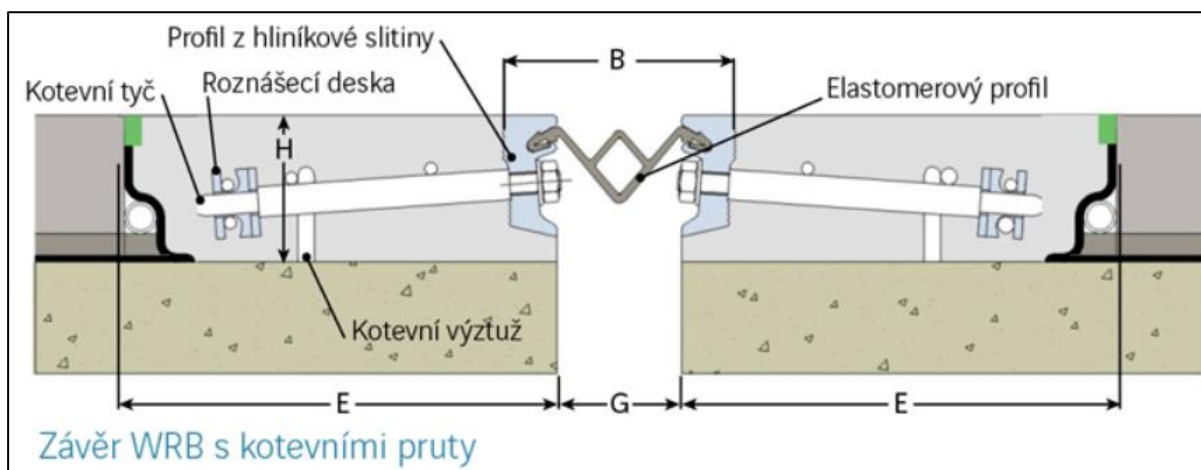
Materiál mostních říms je navržen beton C 30/37 XC4, XD3, XF4 a betonářská výztuž B500B.

4.4.8 MOSTNÍ ZÁVĚR

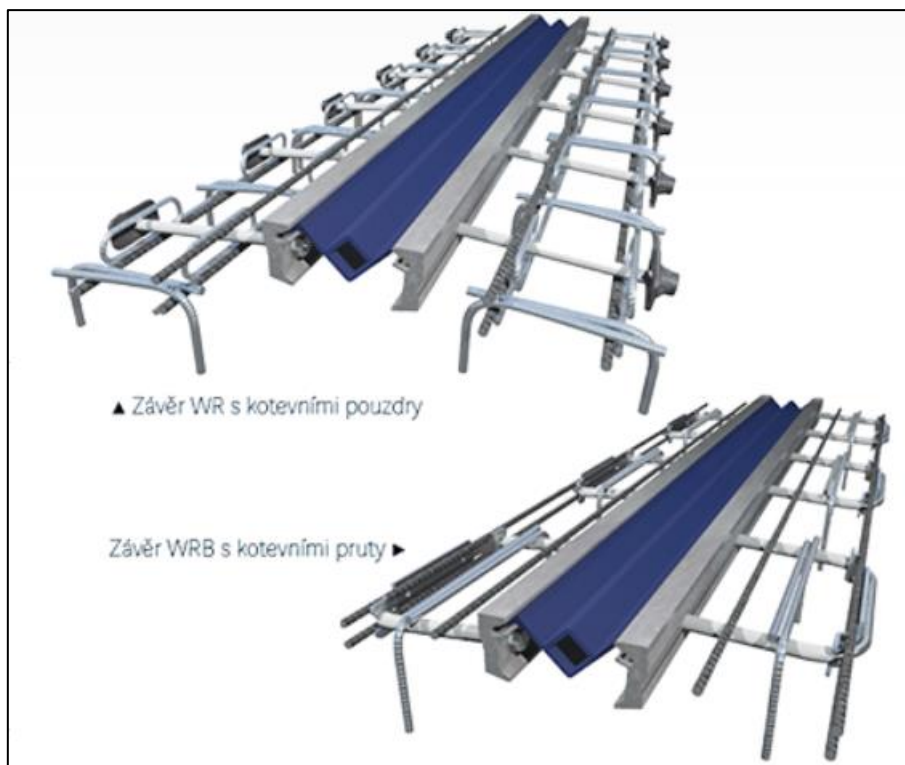
Je zde navržen povrchový mostní závěr hřebenový, typ FREYSSINET CIPED WD/WRB+75 oproti původnímu návrhu hřebenového závěru typu FREYSSINET CIPED WD/WD+60. V místě chodníku bude osazen chodníkový závěr FREYSSINET CIPED WR/WRB75.



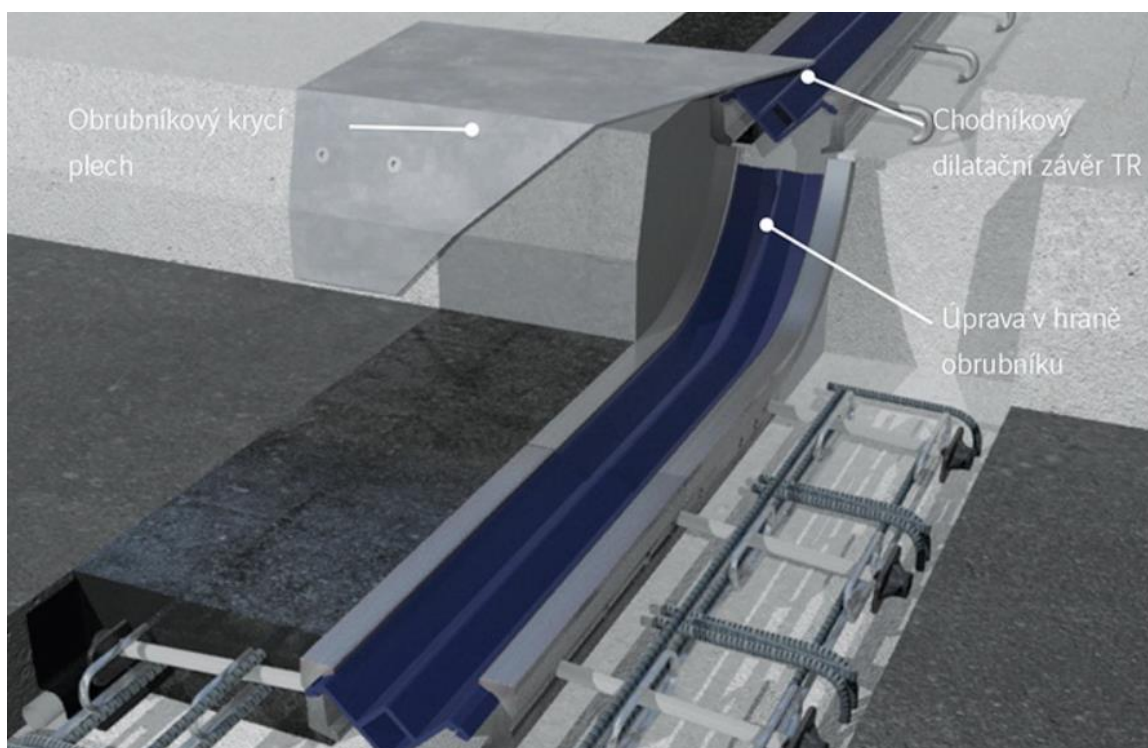
Obr.69: Ilustrativní osazování navrženého mostního závěru



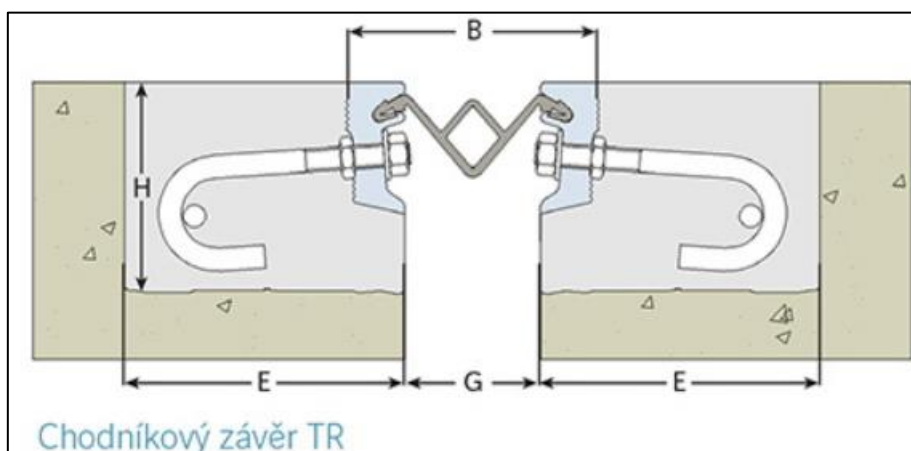
Obr.70: Detail navrženého mostního závěru – podklad od výrobce



Obr.71: Navržený mostní závěr – podklad od výrobce



Obr.72: Chodníkový závěr – podklad od výrobce



Obr.73: Detail navrženého chodníkového závěru – podklad od výrobce

4.4.9 MOSTNÍ VYBAVENÍ

4.4.9.1 ZÁCHYTNÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY

Rekapitulace výše uvedených záchytných systémů:

Na pravé straně mostní zábradelní svodidlo ZSNH4/H2

Na levé straně mostní svodidlo MS4/H2

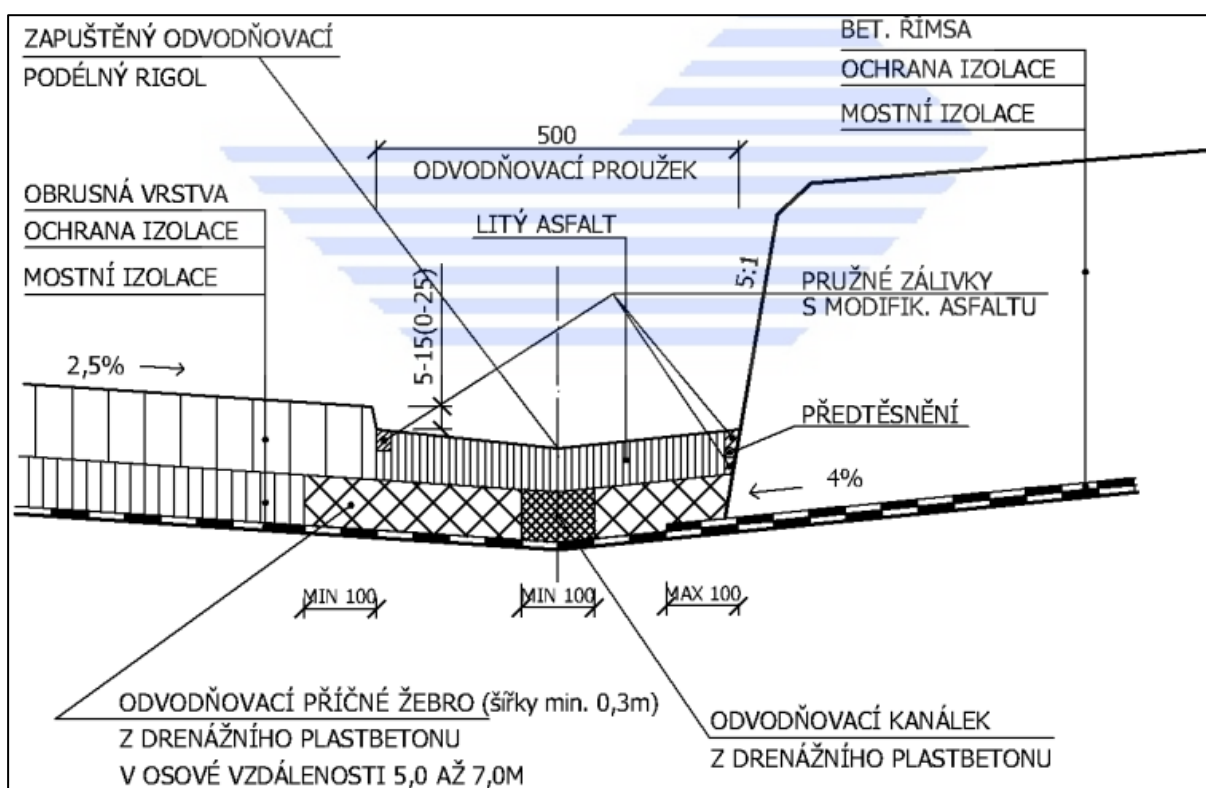
Na okraji chodníku zábradlí typu M1 se svislou výplní.

Na stávajícím mostu je umístěna nivelační značka Lc1-59, kterou bude nutno zachovat. Značka se přesune nový most na levou stranu levobřežní opěry, aby byla přístupná ze schodiště a osadí se podle příslušných předpisů. Dále se v bezprostřední blízkosti mostu na pravém břehu nachází stabilizovaný nivelační bod číslo 217, který bude třeba taktéž zachovat a umístit ho opět na levou stranu v blízkosti schodiště, stabilizovat a znovu zaměřit.

4.4.9.2 ODVODNĚNÍ MOSTU

V místech převáděných nebezpečných částí krajnic budou na obou stranách zřízeny odvodňovací proužky, prostřednictvím kterých bude voda odtékat k rigolovým odvodňovačům. Odvodňovací proužky budou široké 500 mm a budou tvořeny odvodňovacím kanálkem ve střední části proužku z drenážního plastbetonu a po stranách bude odvodňovací příčné žebro z plastbetonu. Povrch bude tvořen litým asfaltem napojený na římsu a vozovku pružnou zálivkovou hmotou. Voda z povrchu komunikace bude přiváděna k odvodňovacímu proužku a poté k odvodňovačům, voda prosáklá přes vozovkové souvrství bude přiváděna taktéž k odvodňovacímu proužku a poté přes odvodňovací kanálek taktéž k odvodňovačům.

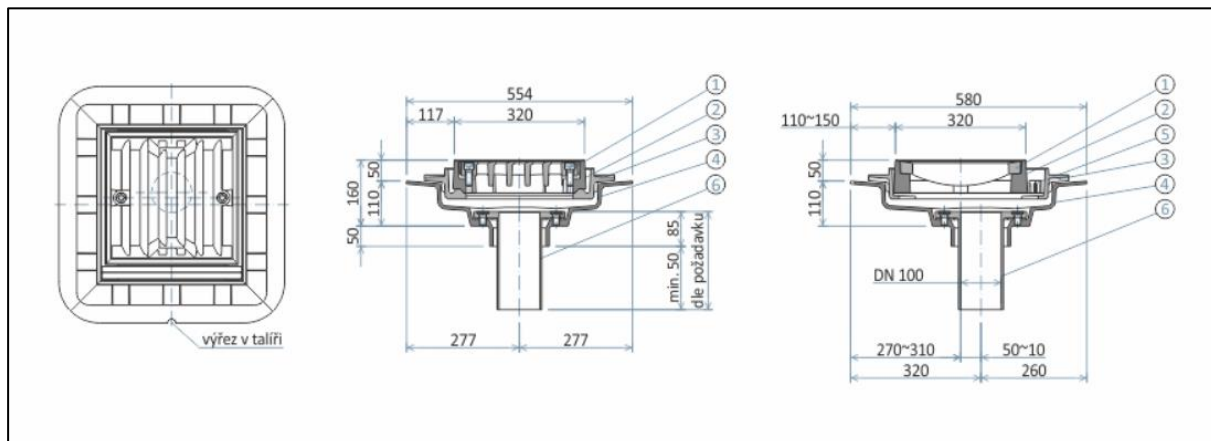
S ohledem na šikmost mostu a rozdílný podélný a příčný sklon bude na mostě navrženo celkem 6 rigolových odvodňovačů typ MORAVA B, na každé straně 3 na začátku, konci a ve středu rozpětí. Rigolový odvodňovač bude v horní části opatřen krycí mřížkou a bude na něj navazovat odpadní potrubí průměru 100 mm procházející skrz železobetonovou desku a bude vyústěna 100 mm pod spodní hranou konstrukce.



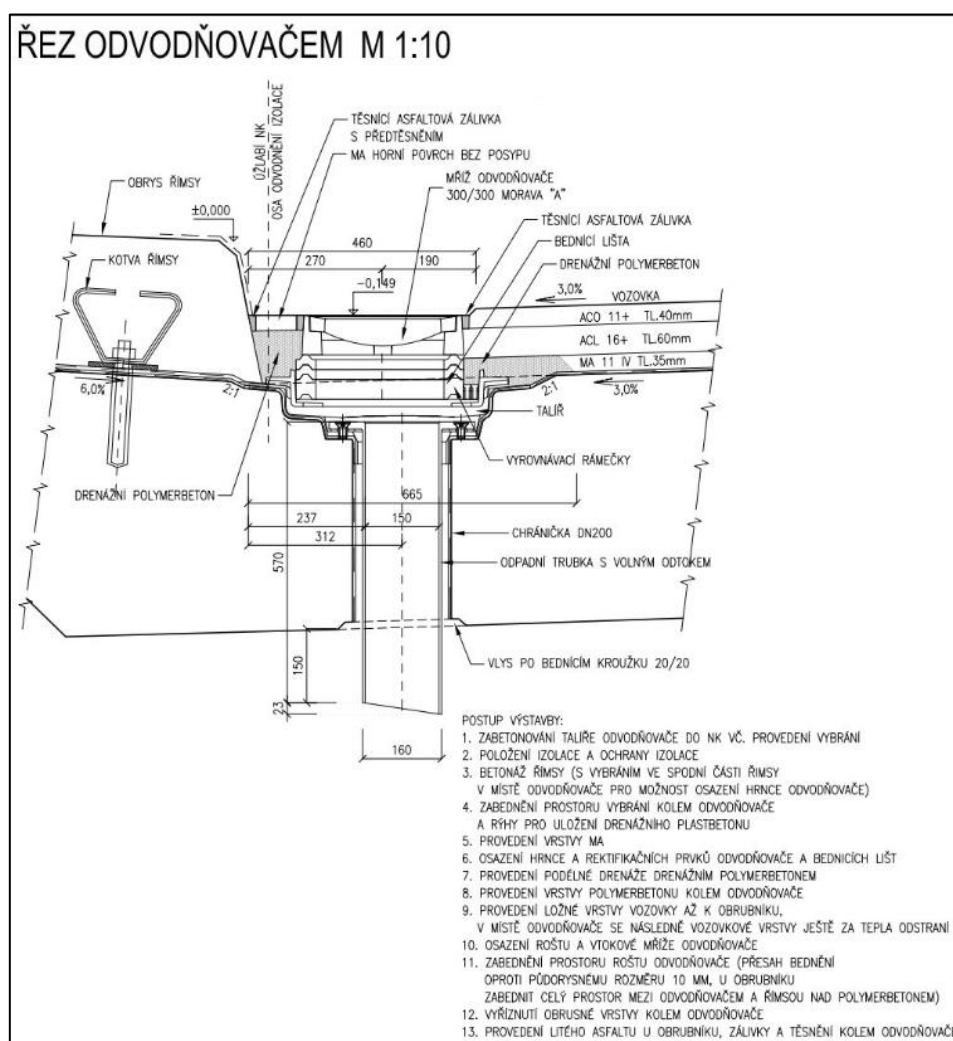
Obr.74: Detail odvodňovacieho proužku dle TP 107



Obr.75: navržený odvodňovač typ MORAVA B – podklad od výrobce



Obr.76: detail odvodňovače, rozměry – podklad od výrobce



Obr.77: Detail odvodňovače – podklad od výrobce



4.4.10 ZPEVNĚNÍ SVAHŮ

V místě kynety a spodní části bermy provedeno zpevnění svahů řeky tříděným lomovým kamenem do velikosti 200 mm. Lomový kámen bude kladen do betonového lože tloušťky 150 mm z betonu C 20/25. Betonové lože bude zhotoveno na štěrkopískový podsyp tl. 100 mm. Spodní část kynety bude dále zpevněna betonovými pásy po obou stranách o šířce 500 mm a výšce 800 mm jako ochrana proti možnému podemletí břehů. Spáry mezi kameny budou rovněž vyspárovány. Tohle zpevnění bude provedeno délce odpovídající šířce konstrukce mostu + přilehlých 1,95m na obou stranách mostu.

V místě kynety navazující na výše popsanou oblast bude po obou stranách v délce 2m provedeno taktéž zpevnění svahu netříděným lomovým kamenem kladeným do betonového lože C 20/25 tl. 150 mm. Tato úprava bude rovněž provedena v horní části bermy v částech přiléhajících k mostu v šířce 1,95m po obou stranách. Na tohle zpevnění bude navazovat opevnění volně loženým netříděným lomovým kamenem v šířce 2m opět po obou stranách.

Na levé straně bude umístěno schodiště u levobřežní i pravobřežní opěry pro snadnější přístup pro kontrolu a údržbu mostu. Schodiště bude dvouramenné přímé s mezipodestou, v každém rameni 9 stupňů. Výška stupně je 170 mm a šířka 270 mm. Šířka ramene je 750 mm.

4.4.11 TERÉNNÍ ÚPRAVY

Terénní úpravy musí navazovat na stávající stav. Po obou stranách vodního toku jsou protipovodňové sypané hráze, které nesmí být přerušeny a musí výškově plynule navazovat na mostní objekt. Sklony nově budovaných svahů budou maximálně 1:2,5; případně 1:3 dle typu a charakteru zeminy. Vzhledem k poměrně nízkým násypům zde nebude třeba zhotovovat žádné lavičky. Svahy budou ohumusovány, dočasně zpevněny geotextilií jako ochrana proti okamžité erozi a zatravněny.

4.4.12 ODVODNĚNÍ KOMUNIKACE MIMO MOST

Vzhledem k přítomnosti protipovodňových hrází na obou stranách řeky nebudou odvodňovací příkopy ústít do řeky. V místech upravené trasy silnice budou příkopy napojeny na stávající odvodňovací příkopy se sklonem směrem od řeky Valová.

4.5 VÝSTAVBA

4.5.1 DOTČENÁ ÚZEMÍ

SEZNAM DOTČENÝCH POZEMKŮ:

Parcelní číslo	obec	Katastrální území	Typ parcely	Druh pozemku	Stavba na pozemku	vlastník	Způsob ochrany nemovitosti
861/47	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Hlavinka Josef Ing., č. p. 191, 75144 Polkovice	Zemědělský půdní fond
861/47	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Přidal Jaroslav Ing., V Brňanech 385/82d, Brňany, 68201 Vyškov	Zemědělský půdní fond
861/46	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Přidal Jaroslav Ing., V Brňanech 385/82d, Brňany, 68201 Vyškov	Zemědělský půdní fond
861/46	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Nakládal Milan, č. p. 256, 78901 Rovensko	Zemědělský půdní fond
861/46	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Nakládal Radek, Husova 740, Kojetín I- Město, 75201 Kojetín	Zemědělský půdní fond
861/46	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Nakládal Vít Ing., Nerudova 3611/75, 79601 Prostějov	Zemědělský půdní fond

861/46	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		Šádková Irena PhDr., Na Bystřičce 807/10, Hodolany, 77900 Olomouc	Zemědělský půdní fond
371	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Zastavěná plocha a nádvoří	vod. dílo, hráz k ochraně nemovitostí před zaplavením při povodni	Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veveří, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
977/1	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Koryto vodního toku přirozené nebo upravené druh pozemku: vodní plocha		Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veveří, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
742/1	Oplocany	Oplocany	Parcela katastru nemovitostí	Koryto vodního toku přirozené nebo upravené druh pozemku: vodní plocha		Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veveří, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
360	Oplocany	Oplocany	Parcela katastru nemovitostí	Zastavěná plocha a nádvoří	vod. dílo, hráz k ochraně nemovitostí před zaplavením při povodni	Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veveří, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany

780	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Zastavěná plocha a nádvoří	vod. dílo, hráz k ochraně nemovitostí před zaplavením při povodni	Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veverčí, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
671	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Koryto vodního toku přirozené nebo upravené druh pozemku: vodní plocha		Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veverčí, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
978	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Koryto vodního toku přirozené nebo upravené druh pozemku: vodní plocha		Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veverčí, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
372	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Zastavěná plocha a nádvoří	vod. dílo, hráz k ochraně nemovitostí před zaplavením při povodni	Česká republika, Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 932/11, Veverčí, 60200 Brno	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany

717	Oplocany	Oplocany	Parcela katastru nemovitostí	Ostatní komunikace druh pozemku: ostatní plocha		Olomoucký kraj, Jeremenkova 1191/40a, Hodolany, 77900 Olomouc Správa silnic Olomouckého kraje, příspěvková organizace, Lipenská 753/120, Hodolany, 77900 Olomouc	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
717	Lobodice	Lobodice	Parcela katastru nemovitostí	Ostatní komunikace druh pozemku: ostatní plocha		Obec Lobodice, č. p. 39, 75101 Lobodice	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
890/1	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Ostatní komunikace druh pozemku: ostatní plocha		Obec Polkovice, č. p. 15, 75144 Polkovice	Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany
861/45	Polkovice	Polkovice	Parcela katastru nemovitostí	Orná půda		SJM Hlavinka Josef Ing. a Hlavinková Hana	Zemědělský půdní fond



4.5.1 POSTUP VÝSTAVBY

4.5.1.1 ZAHÁJENÍ VÝSTAVBY:

1. červenec 2022

4.5.1.2 UKONČENÍ VÝSTAVBY:

1. červenec 2024

4.5.1.3 UVEDENÍ STAVBY DO PROVOZU:

1. červenec 2024

4.5.1.4 NAVRŽENÝ POSTUP VÝSTAVBY:

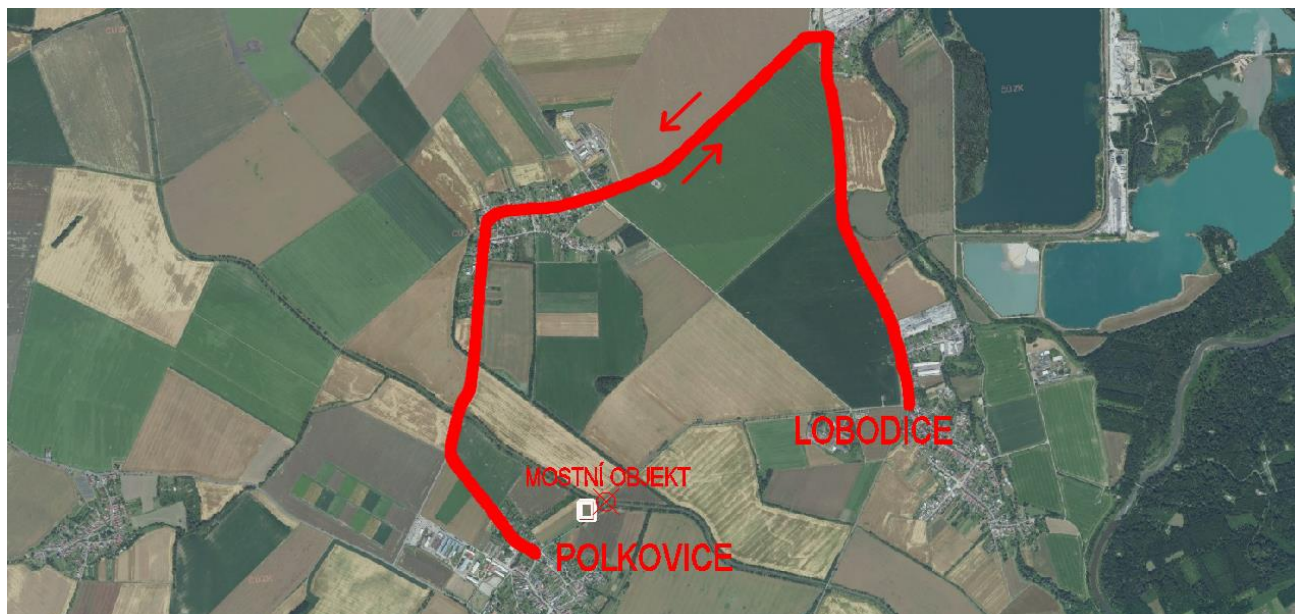
- zařízení a příprava staveniště, zabezpečení staveniště
- demoliční práce, odvoz odpadů na skládku
- vytyčení objektu
- zabezpečení toku vody v korytu
- zemní práce, výkopové práce
- vrtání a betonáž pilot
- příprava a zřízení bednění opěr
- betonáž opěr
- osazení ložisek
- příprava a zřízení skruže a bednění nosné konstrukce
- betonáž nosné konstrukce
- předepnutí nosné konstrukce
- odbednění
- zřízení drenáže
- betonáž mostních křídel
- dosypání zásypových vrstev za opěrami
- betonáž závěrné zdi
- dosypání zásypových vrstev za závěrnými zdmi

- zřízení přechodových desek
- terénní úpravy okolo mostu
- zpevnění spodních svahů koryta řeky
- betonáž mostních říms
- odstranění přilehlé komunikace a stávajících podkladních vrstev
- práce na dosažení vlastností zemní pláně – pouze v případě nedostatečné únosnosti zemní pláně
- zřízení podkladních vrstev a krytových vrstev
- osazení mostního závěru
- zřízení mostního svršku
- zřízení odvodnění přilehlé komunikace
- dokončování zpevnění svahů
- terénní práce
- instalace mostního vybavení – odvodnění, záchytné systémy
- dokončovací práce- úprava terénu, svahování, opevnění, osazení vybavení komunikace

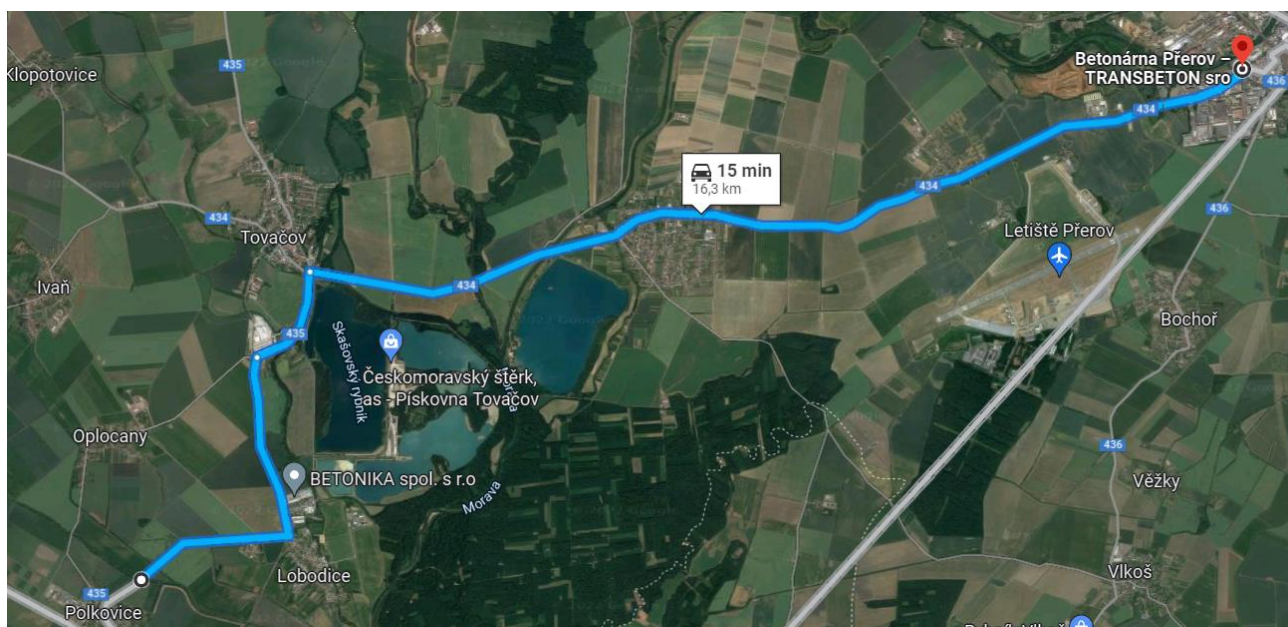
4.5.2 DOPRAVNÍ OBSLUŽNOST

Vzhledem k tomu, že stávající most se nachází v místě plánovaného mostu, bude muset být stávající most odstraněn. Silnice číslo 43518 bude po dobu výstavby pro obyvatele přilehlých obcí uzavřena. Obyvatelé dotčených obcí budou využívat objíždňovou trasu po silnici číslo 435 přes obci Oplocany. Provizorní most pro dopravu zde nebude uvažován, nicméně dle požadavku a zohlednění potřeb okolních obcí zde případně bude zřízena provizorní lávka pro pěší.

Hlavní přístup na staveniště se předpokládá od Polkovic, které také bude zřízeno na Polkovické straně, nicméně při betonáži se dle předpokladů bude vozit beton z betonárny v Přerově, to znamená od Lobodic.



Obr.78: Objízdna trasa přes Oplocany v době výstavby



Obr.79: Dopravní vzdálenost z Betonárny v Přerově



4.5.3 STAVENIŠTĚ

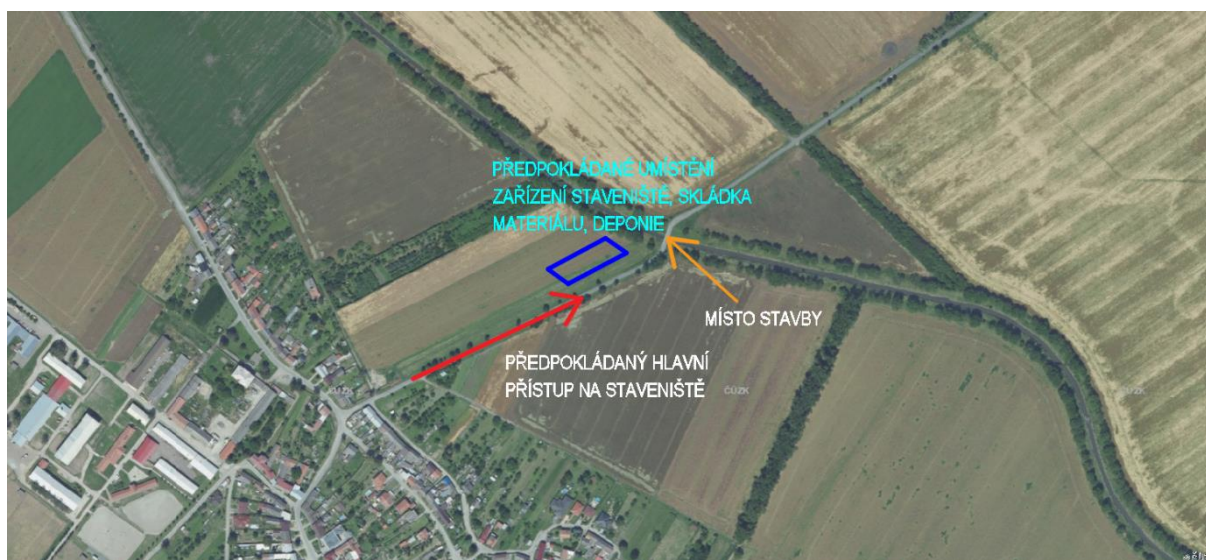
Konkrétní zařízení staveniště bude vytvořeno na základě potřeb a požadavků zhotovitele, konkrétní umístění a podoba bude ujasněna na základě dohody mezi zhotovitelem a investorem. Snaha bude zařízení umístit na vhodném místě co nejblíže staveništi tak, aby byla zajištěna nejlepší možná návaznost a spojení se staveništem a současně, aby neomezovalo pohyb osob na okolní pozemky v jejich vlastnictví nebo správě. Základní požadavky jsou:

- vhodné umístění z hlediska blízkosti staveniště a přístupové komunikace
- umístění na ploše, kde nebude docházet k omezení pohybu osob na okolní pozemky
- umístění na ploše, kde nebudou pokud možno inženýrské sítě
- plocha o dostatečné velikosti

Předpoklad je, že staveniště bude zřízeno na straně Polkovic na vyčleněném místě, bude nutný dočasný zábor pozemků dotřených osob.

4.5.4 SKLÁDKA MATERIÁLU

V blízkosti staveniště bude též nutné zřídit skládku materiálu pro stavbu a taky deponii pro dočasné ukládání zeminy.



Obr.80: Předpokládané umístění staveniště a skládky materiálu

4.5.5 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Se všemi odpady je nutno nakládat dle příslušných zákonů a vyhlášek:

Zákon č.185/2001 Sb. o odpadech

Vyhláška 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů

Vyhláška 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady

Vyhláška 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky

Vzhledem k povaze a stáří stávající komunikace lze předpokládat výskyt prolévaných vrstev, respektive výskyt penetračního makadamu obsahujícího dehet. Bude tedy třeba pracovat s dehtem jako s nebezpečným odpadem a jeho odbornou likvidací odvezení na řízenou skládku s nebezpečným odpadem. Dále zde mohou vzniknout odpady stavební sutě- zejména betonu s kovovou výztuží a také přebytná a nevyužitelná zemina, pokud by byla více znečištěná sutí apod.

4.5.6 PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY S OHLEDEM NA BEZPEČNOST A OCHRANU ZDRAVÍ

Během provádění je třeba dodržovat podmínky na ochranu zdraví a bezpečnosti při práci. Všechny závazné platné vyhlášky, zákony a nařízení jsou stejné, jako uvedené v průvodní zprávě:

Zákon č.262/2006 Sb. (zákoník práce) v platném znění,

Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek BOZP ve znění zákona č. 362/2007 Sb.,

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na BOZP při práci na staveništích

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na BOZP na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

5. VÝPOČET

V rámci výpočtu byla navržena a staticky posouzena nosná jednotrámová konstrukce včetně obou nadpodporových příčníků. Spodní stavba nebyla posuzována.



Statically je konstrukce řešena jako prostý nosník + jsou zde zohledněny krátké převislé konce na obou stranách.

Vzhledem k rozpětí mostu 29,84 m je konstrukce v podélném směru navržena jako předepnutá. Předpětí bylo nakonec realizováno jak ve střední části, jak i v převislé deskové části.

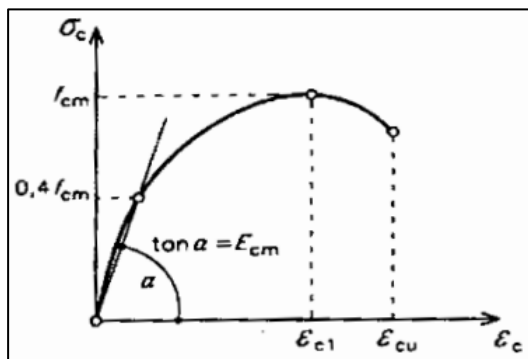
5.1 POUŽITÉ MATERIÁLY

Vzhledem k tomu, že konstrukce bude předepnutá, je zde uvažována pevnostní třída betonu C40/50.

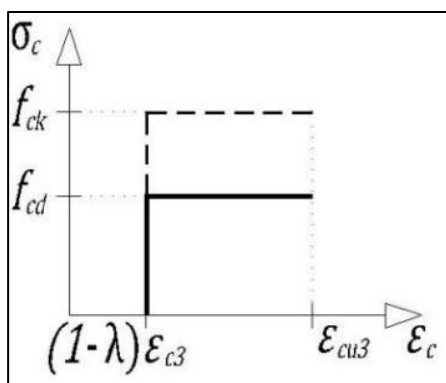
Betonářská výztuž byla použita B500B a B550B v oblasti příčníků na vynesení reakcí a posouvajících sil u podpor u tupých rohů konstrukce, kde jsou vyšší posouvající síly.

5.1.1 BETON

PEVNOSTNÍ TŘÍDA : C 40/50



Obr.81: Pracovní diagram betonu v tlaku



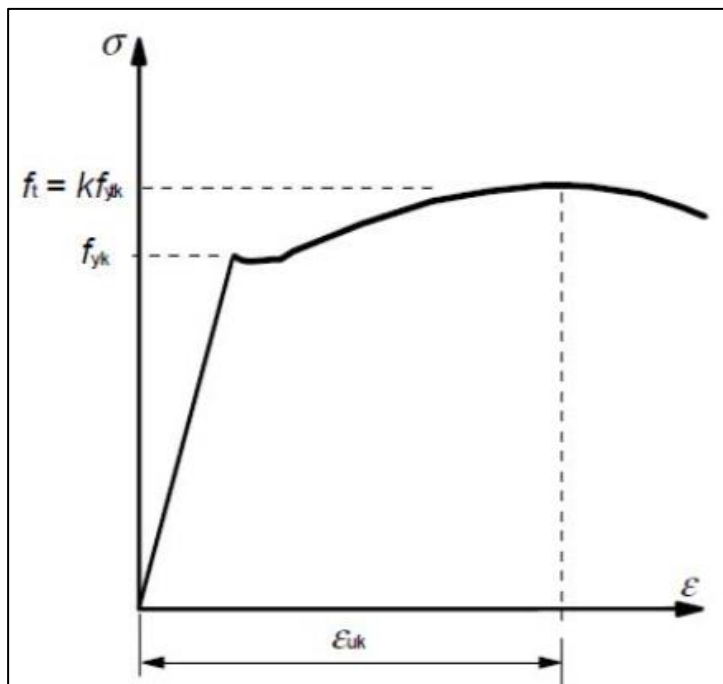
Obr.82: Idealizovaný – návrhový diagram betonu pro výpočet



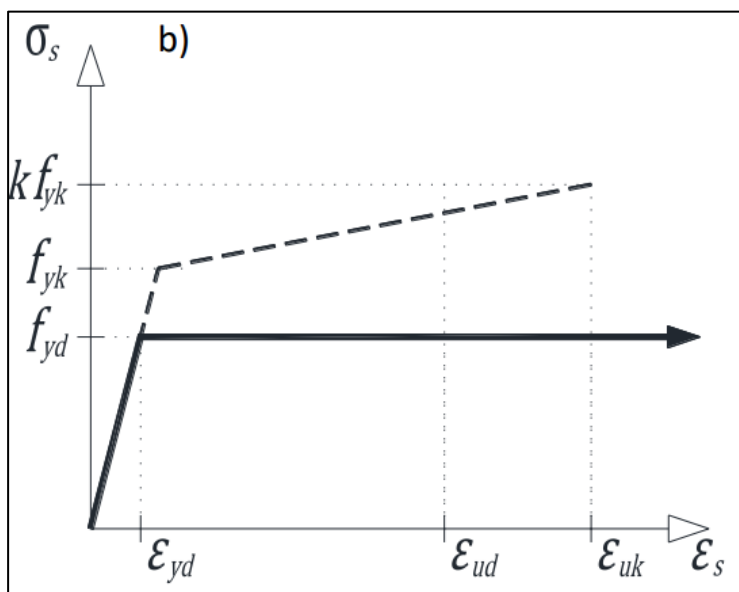
5.1.2 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

B500B

B550B



Obr.83: Pracovní diagram betonářské oceli

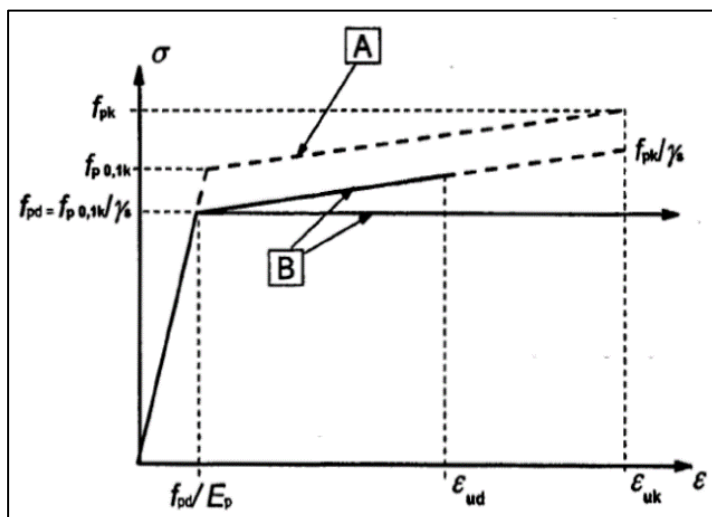


Obr.84: Idealizovaný – návrhový diagram betonářské oceli

5.1.3 PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

Y 1860 - S17 – 15,2 A , kotevní systém Freyssinet řada C, typ 7C15 a

12C15



Obr.85: Idealizovaný – návrhový diagram předpínací oceli

5.2 IDEALIZACE KONSTRUKCE

Konstrukce byla pro výpočet idealizována. Byl zanedbán sklon 1% v podélném směru a v příčném směru byla stanovena náhradní jednotná výška 1535mm, u příčníků 1635mm a byl zanedbán sklon horního povrchu konstrukce kopírující střešovitý sklon vozovky 2,5% z důvodu jednoduššího modelování.

5.3 VÝPOČETNÍ PROGRAM

K výpočtu byl zvolen výpočetní program SCIA Engineer pracující na metodě konečných prvků. Program byl využit k výpočtu vnitřních sil a napětí

Kontrolní výpočty vnitřních sil a napětí byly počítány ručně. Dimenzování bylo také prováděno ručně.

5.4 VÝPOČTOVÉ MODELY

Pro výpočet bylo zvoleno celkem pět výpočetních modelů.

1. výpočtový model – prutový
2. výpočtový model – deska s žebrem
3. výpočtový model – deskový šikmý
4. výpočtový model – deskový kolmý
5. výpočtový model – deskový – samostatná konzolová deska

Prutový výpočetní model byl použitý pro návrh předpětí v podélném směru, na kontrolu ručních výpočtů vnitřních sil a napětí a také na provedení časové analýzy předpětí, kde byly zohledněny fáze výstavby. Prut byl v podélném směru idealizován – bylo určeno náhradní rozpětí tak, aby ohybový moment v polovině rozpětí na tomto modelu odpovídal ohybovým momentům na deskovém modelu s žebrem. Náhradní rozpětí přibližně odpovídá průměru z šikmého a kolmého rozpětí.

Výpočetní model desky s žebrem zvolen pro získání přesnějšího průběhu a hodnot vnitřních sil pro mezní stavy použitelnosti a únosnosti. Tento model zohledňuje pravou šikmost mostu 58°. Na základě těchto hodnot bylo provedeno nosníkové řešení únosnosti a dimenzování na ohybový moment a na posouvající sílu.

Deskový model šikmý byl použit pro deskové řešení posuzované konstrukce v podélném směru. Tento model nejpřesněji vystihuje chování konstrukce ve skutečnosti a průběhy vnitřních sil, projevuje se zde zejména šikmost mostu, díky které se mění průběhy vnitřních sil a výrazně se liší např. od kolmého deskového modelu.

Deskový model kolmý byl použit na kontrolu šikmého deskového modelu, zejména na průběhy a hodnoty vnitřních sil.

Poslední výpočtový model je samostatná deska modelovaná jako konzola. Byl použit pro výpočet vnitřních sil v příčném směru. Výsledky byly porovnány s ručním výpočtem i s deskovým šikmým modelem a hodnoty z něj použity pro dimenzování v příčném směru.

5.5 VNĚJŠÍ ZATÍŽENÍ

Zatížení je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-2 Zatížení mostů dopravou

Z vnějšího zatížení bylo uvažováno zatížení od dopravy a od chodců, nebylo zde uvažováno zatížení sněhem a větrem, rovněž zde nebyly uvažovány účinky vodorovných příčných sil.

Převáděná pozemní komunikace méně významná – skupina 2, tudíž zde nebylo uvažováno zvláštní vozidlo podle LM3 a tudíž ani sestava zatížení gr5.

Byla zde uvažovaná sestava zatížení gr1a – to znamená LM1 v charakteristických hodnotách. LM1 se skládá z rovnoměrného spojitého zatížení UDL a z osamělých nápravových sil TS. Dále je zde zohledněno zatížení chodníku. Vzhledem ke skupině pozemní komunikace 2 byly hodnoty UDL i TS upraveny příslušnými regulačními součiniteli.

Vzhledem k tomu, že se most nachází v extraviklánu relativně dál od obydlených částí a nejde o lávku pro pěší, tak zde nebyl uvažován LM4 – tedy zatížení davem lidí.

Roznos zatížení od osamělých břemen TS byl uvažován pod úhlem 45° ve vozovce a následně 45° po střednicovou osu konstrukce. V případě modelu desky s žebrem byla konzervativně na stranu bezpečnou uvažována střednice ve spojnici těžišť tloušťky horní desky, vyšší výška v místě žebra zde nebyla uvažována. Deskový model i model samostatné konzolové desky byl zarovnan k horní ploše, tudíž střednice se nacházela na horním líci desky, proto roznos pouze přes vozovku.

Roznosy zatížení jsou detailně provedeny a vyčísleny ve statickém výpočtu.

5.6 PRVNÍ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PŘEDPĚTÍ NA PRUTOVÉM MODELU

Pro návrh předpětí jsem použil metodu ekvivalentního zatížení. Účinky od zakřivených kabelů jsem nahradil spojitým zatížením působícím svisle nahoru, osovými silami na obou koncích a svislými silami na obou koncích působící směrem dolů. Osové síly jsem uvažoval 1000 kN pro snadnější výpočet, abych mohl plynule v kombinaci zvyšovat hodnotu síly. V polovině rozpětí jsem uvažoval osu kabelů 130mm od spodního okraje (zohledněné krytí kanálků) a u obou konců v těžišti průřezu. Změnu velikosti osové síly po délce nosníku jsem zanedbal.

Dále jsem si sestavil kombinace pro provozní situace (provozní zatížení) v místě poloviny rozpětí. První v čase to po vnesení předpětí s ohledem na možný vznik takových napětí v horních vláknech a vyšších tlakových napětí v dolních vláknech. Další byly v čase konce životnosti. Charakteristická, častá a kvazistálá. V charakteristické kombinaci jsem povolil možný vznik trhlin v důsledku překročení pevnosti betonu v tahu ve spodních vláknech. V časté kombinaci zakázal vznik trhlin u spodních vláken – tato podmínka byla rozhodující.

Krátkodobé ztráty byly odhadnuty na 10%, dlouhodobé na 15%.

Vnitřní síly jsem pro kontrolu počítal i ručně.

Výsledkem byla předpínací síla 24590 KN v čase po vnesení předpětí, respektive 27049 KN maximální napínací síla beze ztrát. Z toho počet lan byl stanoven 12 v přesně jedenácti kabelech bez rezervy.

5.7 ÚPRAVA PRŮŘEZU

Průřez v dolní části byl vzhledem k navrženému počtu kabelů zbytečně velký, proto jsem ho ve spodní části zúžil a v místě přechodu do horní příruby rozšířil. Plocha průřezu se mírně zvýšila, ale jen nepatrně.

5.8 UPRAVENÝ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PŘEDPĚTÍ NA PRUTOVÉM MODELU

Po úpravě se počet kabelů zvýšil na $11,25 = 12$ kabelů včetně větší rezervy. Konečná předpínací síla byla tedy na prutovém modelu stanovena v čase t_0 : $P_{m0} = 26589,254$ KN a v čase životnosti 22600,866 KN.

5.9 NÁVRH PŘEDPĚTÍ RUČNĚ DLE PODMÍNEK NAPĚTÍ

Pro kontrolu a porovnání byl proveden návrh i ručně podmínek napětí na omezení tlakového napětí betonu v tlaku, v časté kombinaci byly připuštěny trhliny v tažené oblasti, stejně tak v čase vnesení předpětí.

Z těchto podmínek vyšla předpínací síla v čase vnesení předpětí v intervalu (23361,808 KN ; 49683,356 KN).

Kabely byly poté po délce natrasovány a vymodelovány na deskovém modelu.



5.10 PRŮBĚH NORMÁLOVÝCH SIL NA DESKOVÉM MODELU

Po vymodelování předpínacích kabelů vznikly od předpětí poměrně velké kladné normálové síly v bočních převislých částech deskotrámu – zejména na levé straně.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodl horní převislou část také předepnout pro eliminaci a omezení kladných normálových sil v převislých částech. Na každou stranu jsem navrhnul 2 kabely po 7 lanech. Více kabelů nebylo žádoucí, jelikož mi tyto kabely snižovaly účinek předpínacích kabelů ve střední části.

Kabely byly poté už definitivně natrasovány na deskovém a prutovém modelu.

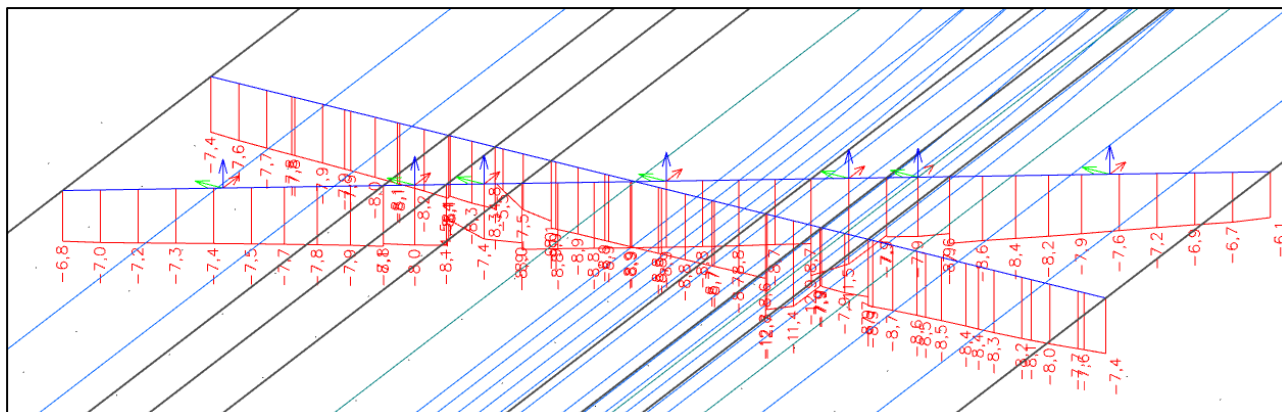
5.11 POROVNÁNÍ PRŮBĚHU NAPĚTÍ NA PRUTOVÉM A DESKOVÉM MODELU S VYMODELOVANÝMI A NATRASOVANÝMI KABELY

Hodnoty napětí se na obou modelech vzájemně liší – charakteristické kombinaci na dolních vláknech o 0,3 MPa a časté o 0,5 MPa.

Deskový model:

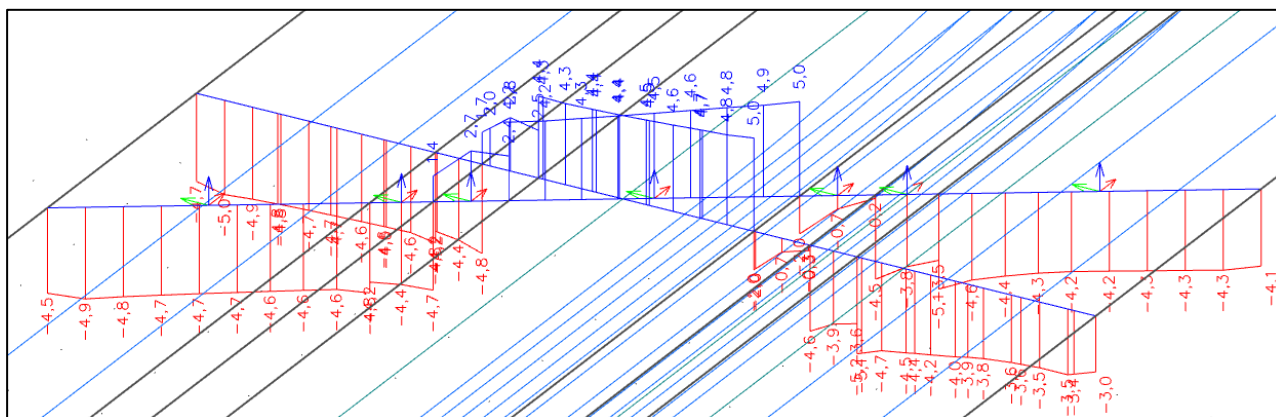
CHARAKTERISTICKÁ T_{∞}

HORNÍ VLÁKNA



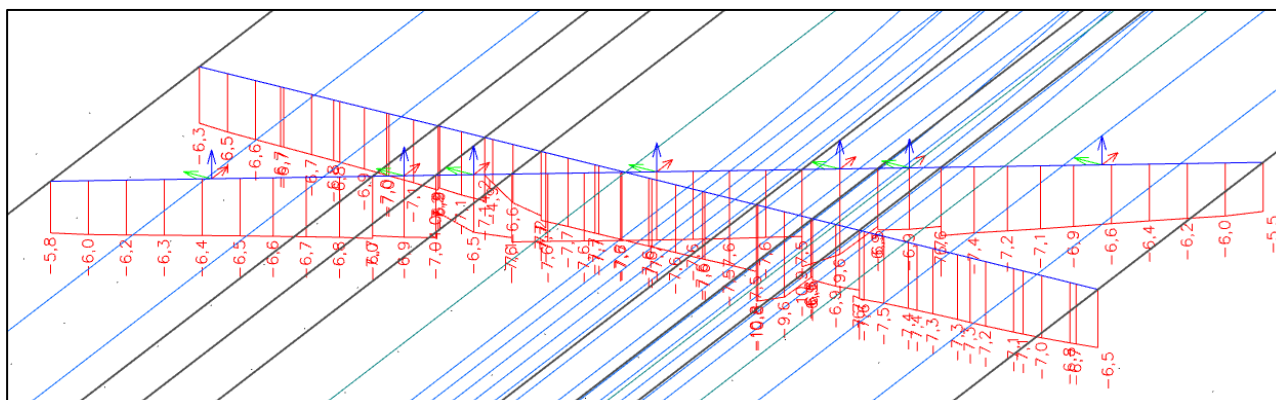


DOLNÍ VLÁKNA

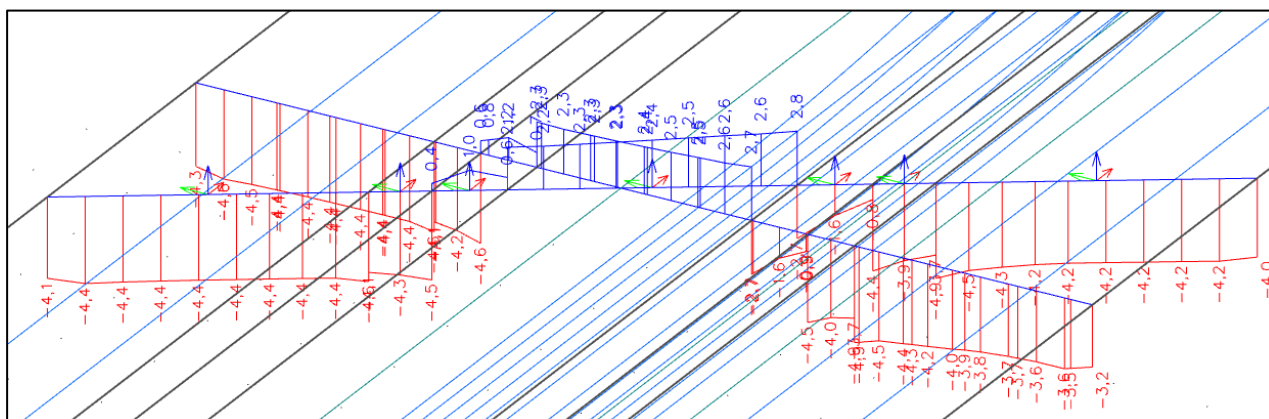


ČÁST T_∞

HORNÍ VLÁKNA



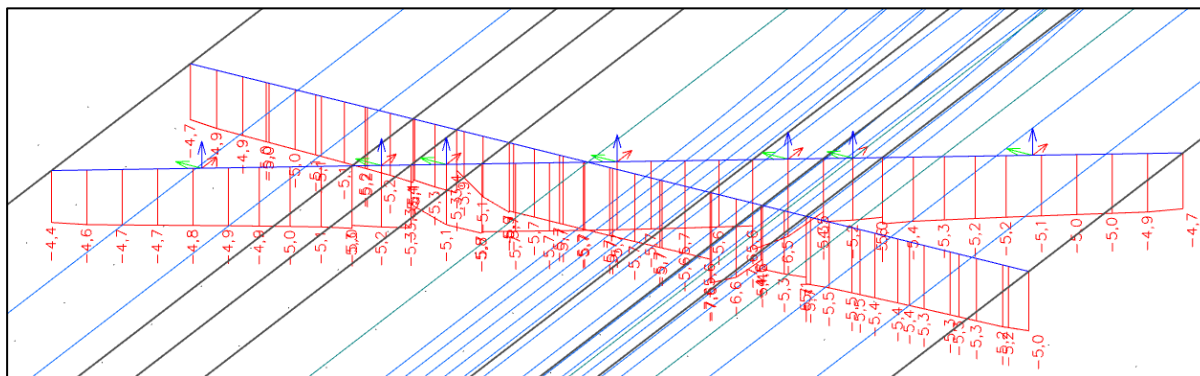
DOLNÍ VLÁKNA



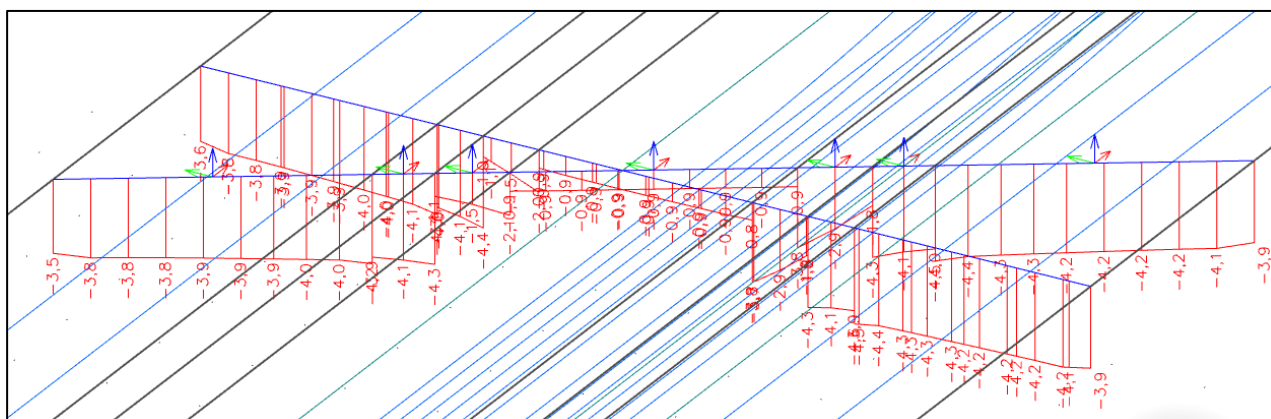


KVAZISTÁLÁ T_{∞}

HORNÍ VLÁKNA

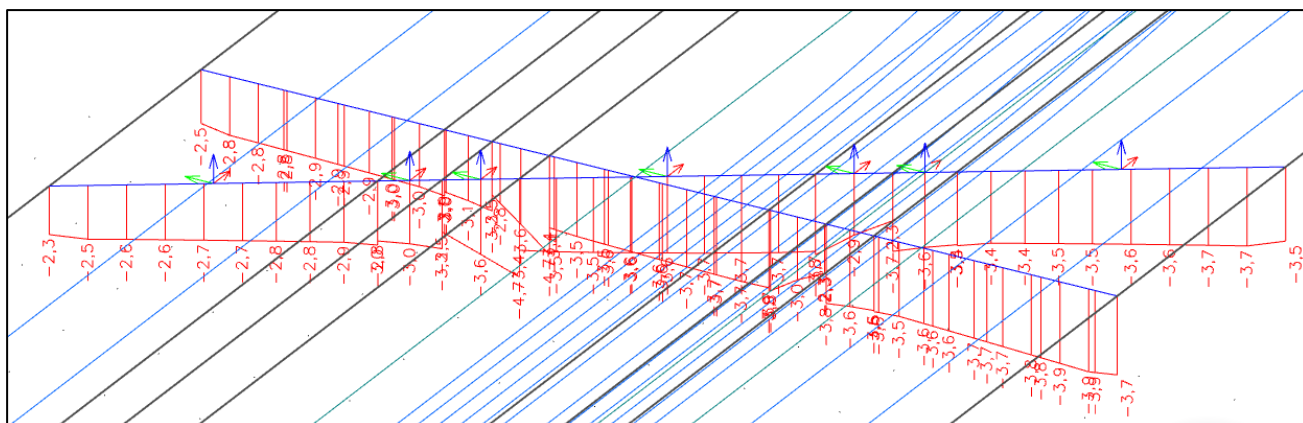


DOLNÍ VLÁKNA



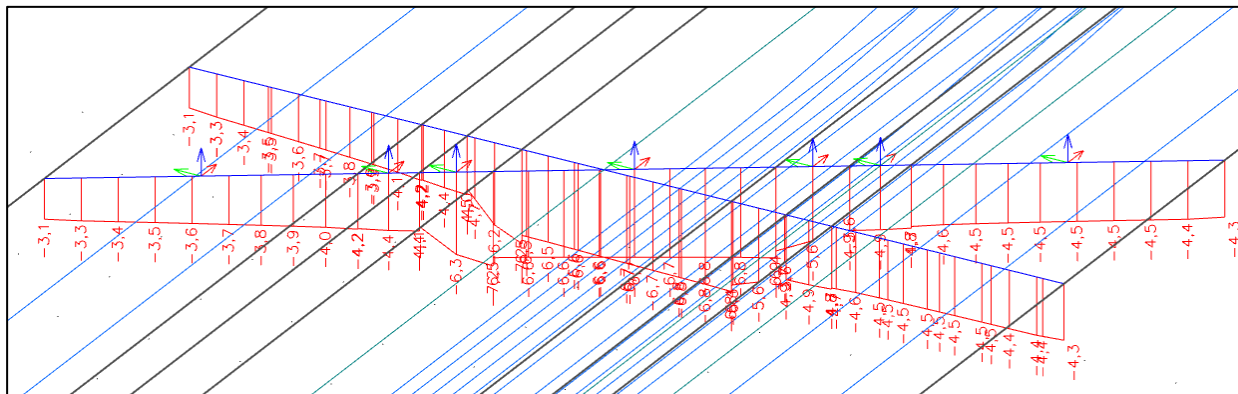
ČAS T_0

HORNÍ VLÁKNA



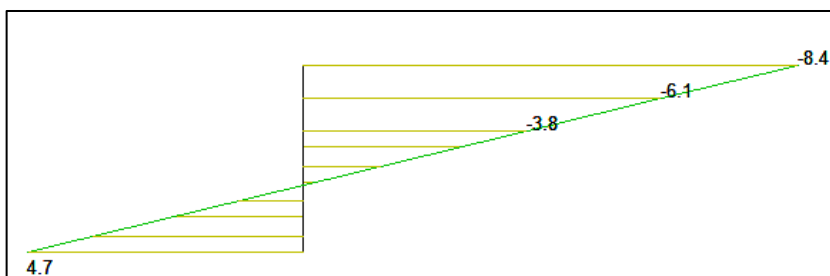


DOLNÍ VLÁKNA

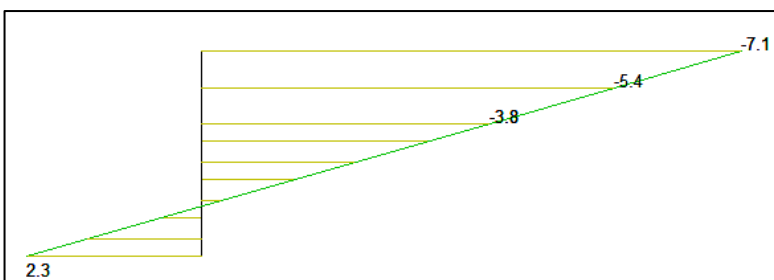


Prutový model:

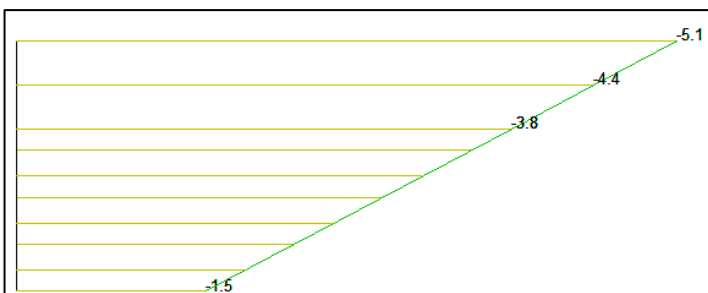
CHARAKTERISTICKÁ T_{∞}



ČASTÁ T_{∞}

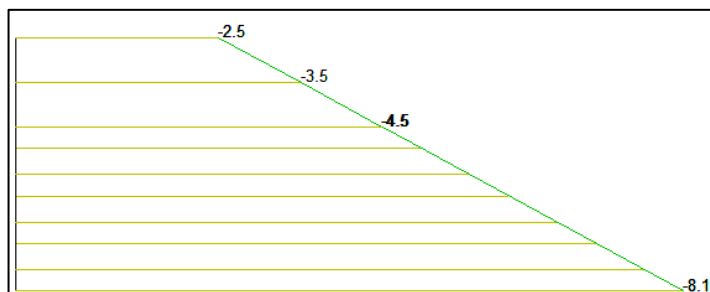


KVAZISTÁLÁ T_{∞}





ČAS T_0



5.12 VÝPOČET KRÁTKODOBÝCH A DLOUHODOBÝCH ZTRÁT

KRÁTKODOBÉ ZTRÁTY Z PROGRAMU SCIA V L/2

TYP KABELU	ZTRÁTA TŘENÍM	ZTRÁTA POKLUZEM	NAPĚTÍ PO ZTRÁTÁCH TŘENÍM A POKLUZEM	ZTRÁTA KRÁTKODOBOU RELAXACÍ
PŘÍMÝ	-21,57 Mpa	-50,53 Mpa	1403,9 Mpa	-6,36 Mpa
ZAKŘIVENÝ DOLNÍ	-47,22 Mpa	-44,21 Mpa	1384,57 Mpa	-5 Mpa
ZAKŘIVENÝ HORNÍ	-49,75 Mpa	-37,9 Mpa	1388,35 Mpa	-4,88 Mpa

KRÁTKODOBÉ ZTRÁTY Z PROGRAMU Z RUČNÍHO VÝPOČTU V L/2

TYP KABELU	ZTRÁTA TŘENÍM A ZTRÁTA POKLUZEM	NAPĚTÍ PO ZTRÁTÁCH TŘENÍM A POKLUZEM	ZTRÁTA KRÁTKODOBOU RELAXACÍ
PŘÍMÝ	-72,421 Mpa	1403,579 Mpa	-3,95 Mpa
ZAKŘIVENÝ DOLNÍ	-90,551 Mpa	1385,449 Mpa	-3,95 Mpa
ZAKŘIVENÝ HORNÍ	-87,146 Mpa	1388,854 Mpa	-3,95 Mpa

Výpočet krátkodobých a dlouhodobých ztrát byl proveden ručně, část krátkodobých ztrát i v programu SCIA Engineer. Níže jsou krátkodobé ztráty porovnány. Ztráty třením a pokluzem vyšly takřka stejné, ztráta krátkodobou relaxací se liší o 20 – 38%,



Pro ztrátu třením byly uvažovány vyšší součinitele, pokluz v kotvě byl uvažován 8 mm.

Celkové krátkodobé ztráty vyšly ručním výpočtem 8,62%

Celkové dlouhodobé ztráty vyšly ručním výpočtem 10,41% pro kvazistálou kombinaci.

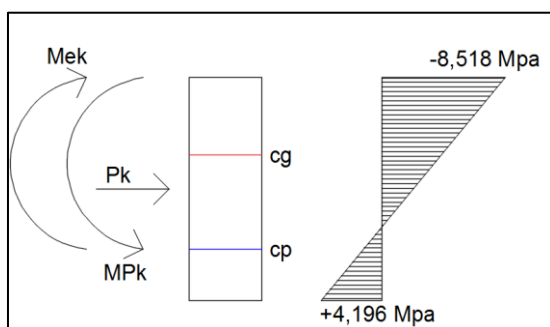
5.13 VÝPOČET MEZNÍHO STAVU POUŽITELNOSTI

Pro mezní stavy použitelnosti a únosnosti byl vytvořen deskový model s žebrem, který jsem použil pro výpočet vnitřních sil. Hodnoty byly poté porovnávány a kontrolovány na prutovém modelu a s ručními výpočty.

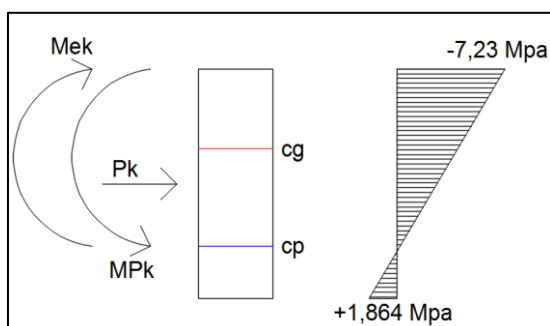
Průběhy napětí v jednotlivých kombinacích byly vyčísleny ručně. Dále byly stanoveny na deskovém modelu včetně zohlednění krátkodobých a dlouhodobých ztrát z ručního výpočtu. Nakonec byla v programu vytvořena časová analýza TDA jednotlivých fází výstavby a provozu konstrukce. Všechny hodnoty napětí byly porovnány níže. Dle časové analýzy jsem vykreslil i průběh předpínací síly v čase.

RUČNÍ VÝPOČET:

CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

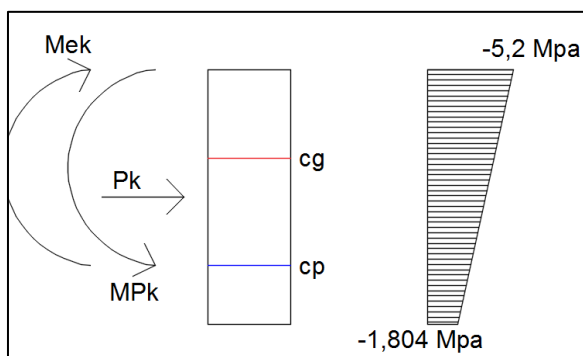


ČASTÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

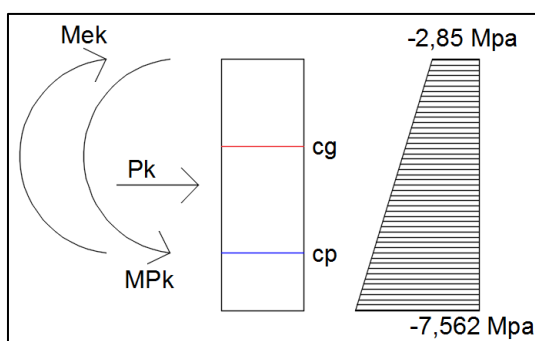




KVAZISTÁLÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI



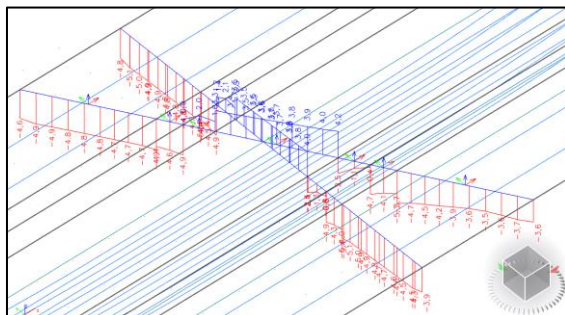
ČAS T0



DESKOVÝ MODEL:

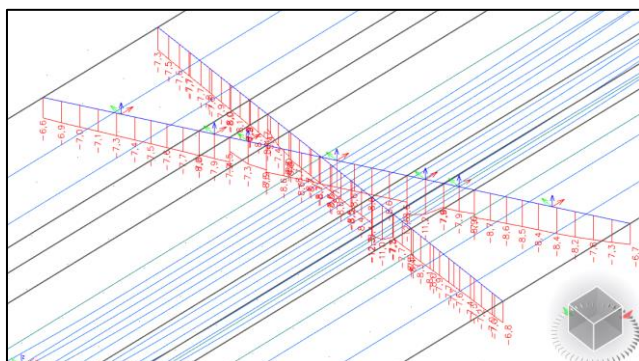
CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

Dolní vlákna – $\sigma_x = 4,2$ Mpa



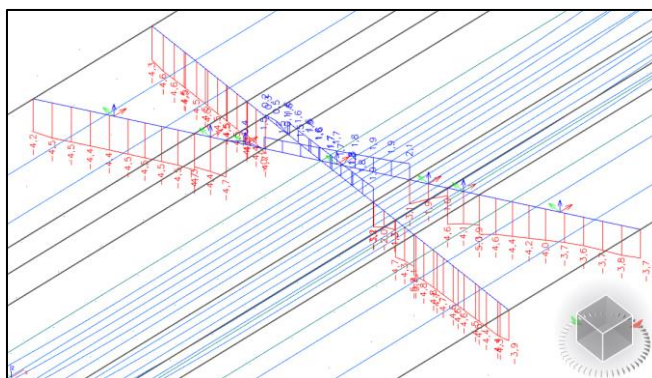


Horní vlákna – $\sigma_x = -12,6$ Mpa

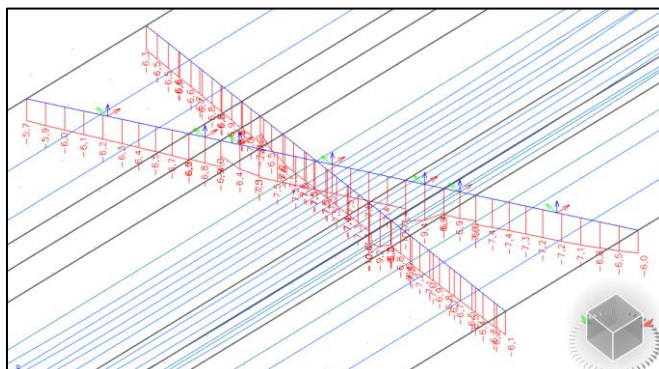


ČASTÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

Dolní vlákna – $\sigma_x = 2,1$ Mpa



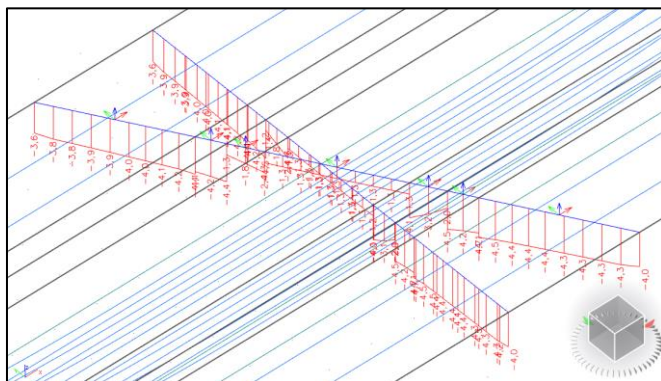
Horní vlákna – $\sigma_x = -10,7$ Mpa



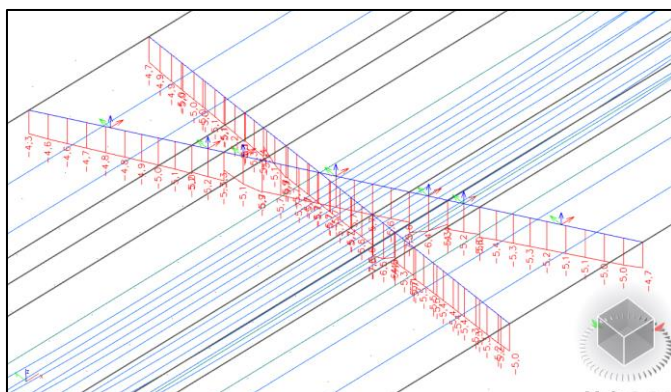


KVAZISTÁLÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

Dolní vlákna – $\sigma_x = -4,1$ Mpa

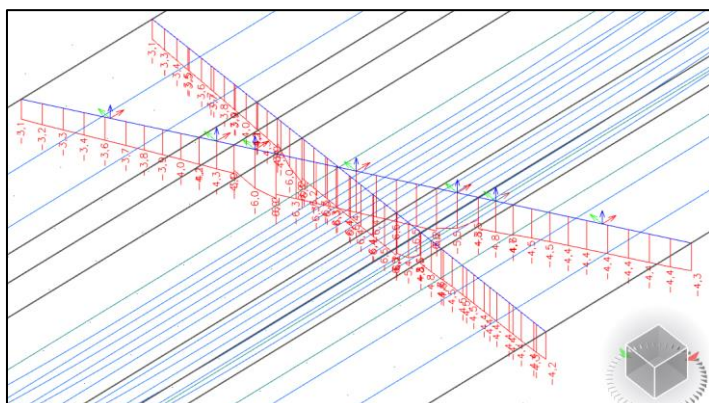


Horní vlákna – $\sigma_x = -7,5$ Mpa



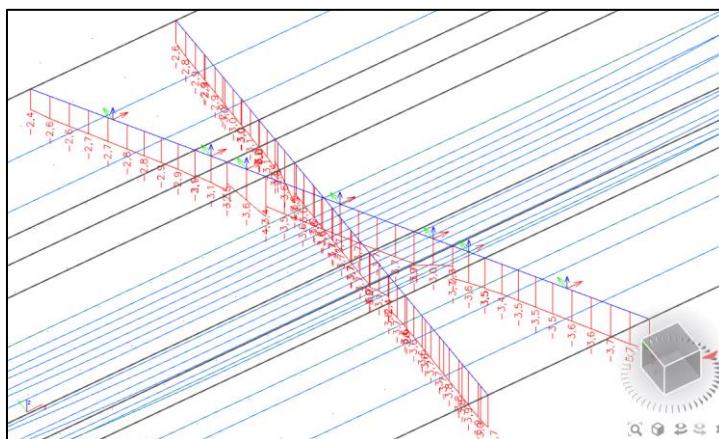
ČAS T0

Dolní vlákna – $\sigma_x = -6,6$ Mpa



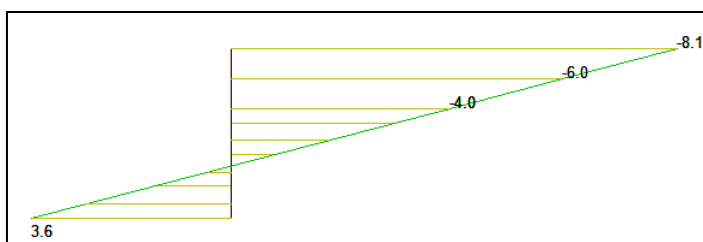


Horní vlákna – $\sigma_x = -4,3$ Mpa

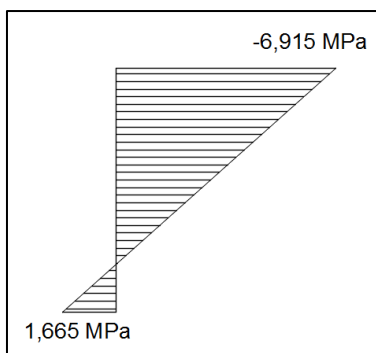


ČASOVÁ ANALÝZA NA PRUTOVÉM MODELU:

CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

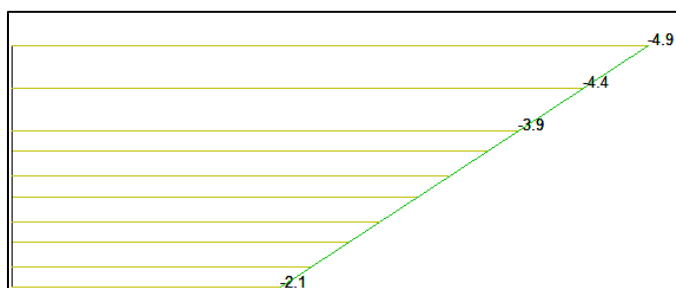


ČASTÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI

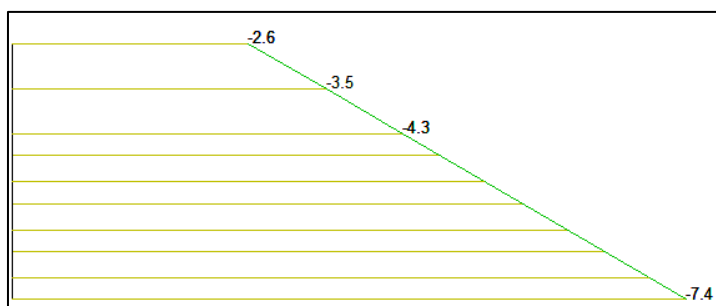




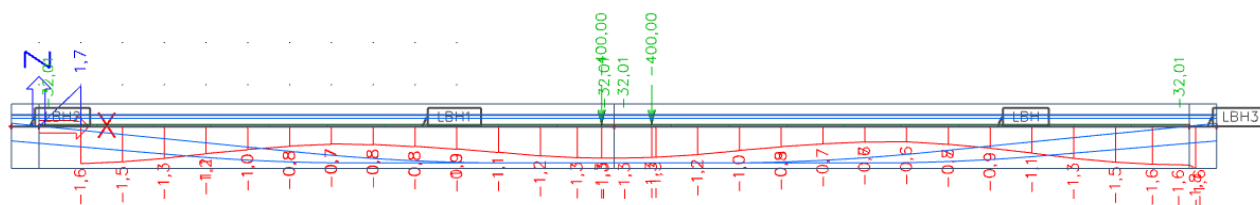
KVAZISTÁLÁ KOMBINACE V ČASE ŽIVOTNOSTI



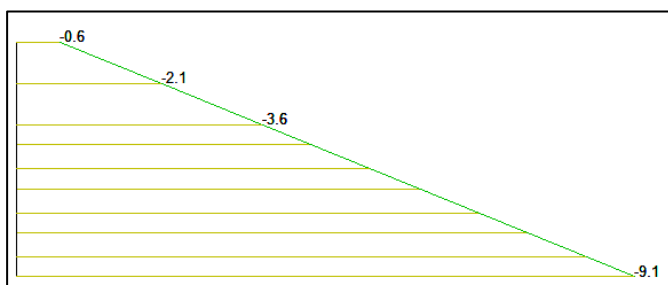
ČAS T0



NAPĚTÍ NA HORNÍCH VLÁKNECH V ČASE PŘEDEPNUTÍ KABELŮ 1-12



NAPĚTÍ V PO VÝŠCE PRŮŘEZU ŘEZU 19,765 m V ČASE PŘEDEPNUTÍ KABELŮ 1-12



POROVNÁNÍ:

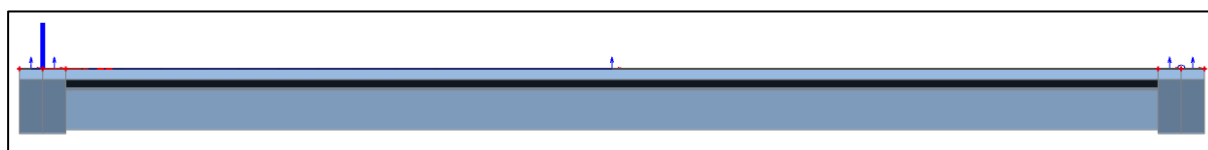
PRŮBĚH NAPĚTÍ NORMÁLOVÉHO V KOMBINACÍCH				
KOMBINACE		RUČNÍ VÝPOČET	PRUTOVÝ MODEL S TDA	DESKOVÝ MODEL
CHARATERISTICKÁ T_{∞}	DOLNÍ VLÁKNA	-8,518 MPa	-8,1 MPa	-12,6 MPa
	HORNÍ VLÁKNA	4,196 MPa	3,6 MPa	4,2 MPa
ČASTÁ T_{∞}	DOLNÍ VLÁKNA	-7,23 MPa	-6,915 MPa	-10,7 MPa
	HORNÍ VLÁKNA	1,864 MPa	1,665MPa	2,1 MPa
KVAZISTÁLÁ T_{∞}	DOLNÍ VLÁKNA	-5,2 MPa	-4,9 MPa	-7,5 MPa
	HORNÍ VLÁKNA	-1,804 MPa	-2,1MPa	-4,1 MPa
ČAS T_0	DOLNÍ VLÁKNA	-2,85 MPa	-2,6 MPa	-4,3 MPa
	HORNÍ VLÁKNA	-7,562 MPa	-7,4 MPa	-6,6 MPa
ČÁST PŘEDEPNUTÍ KABELŮ 1-12	DOLNÍ VLÁKNA		-9,1 Mpa	
	HORNÍ VLÁKNA		-0,6 Mpa	

5.14 VÝPOČET MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI V PODÉLNÉM SMĚRU

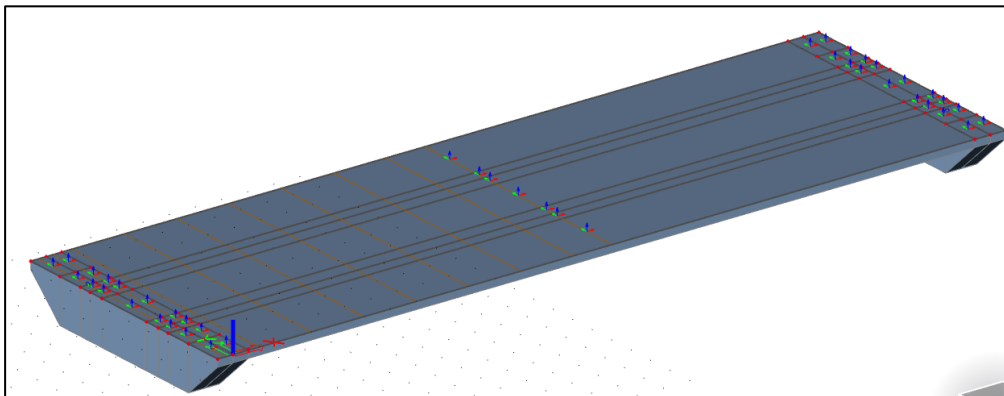
Výpočet mezního stavu únosnosti v ohybu a ve smyku byl proveden nejprve jako nosníkové řešení. V obou případech měla konstrukce dostatečnou únosnost a nebylo by třeba nosník dovyztužovat.

Poté byl mezní stav únosnosti řešen jako deskové řešení. Tohle řešení bylo využito pro návrh výztuže.

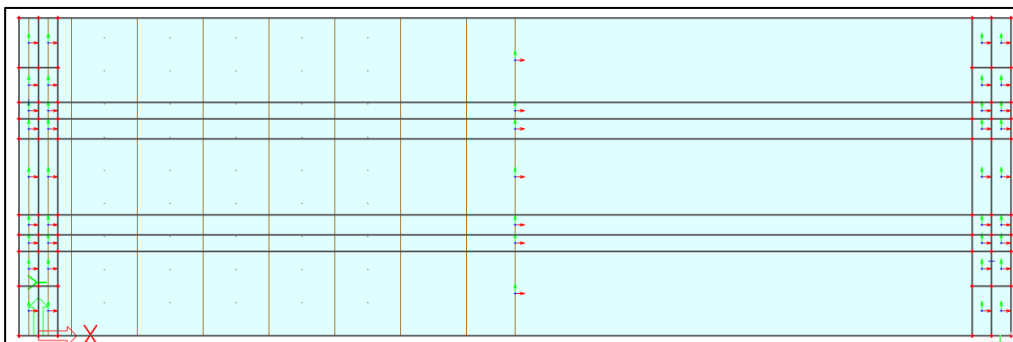
Únosnost v podélném ohybu ve střední části byla dostatečná. Únosnost střední části ve smyku v podélném směru byla z důvodu průběhu posouvajících sil provedena ve dvou částech a sice na levé a pravé straně zvlášť v odpovídajících řezech. Průběh posouvajících sil zde byl patrně ovlivněný poměrně velkou šikmostí mostu 58°. Níže je naznačený průběh posouvajících sil na deskovém modelu kolmém a šikmém od vlastní tíhy a ostatního stálého zatížení.



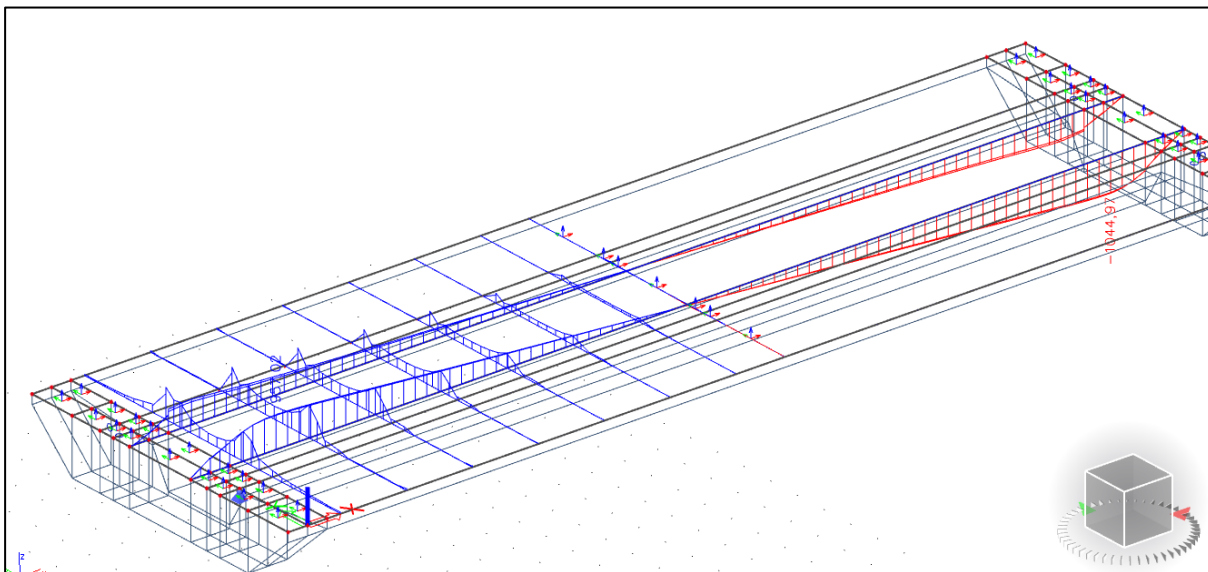
Obr.86: Boční pohled na kolmý model



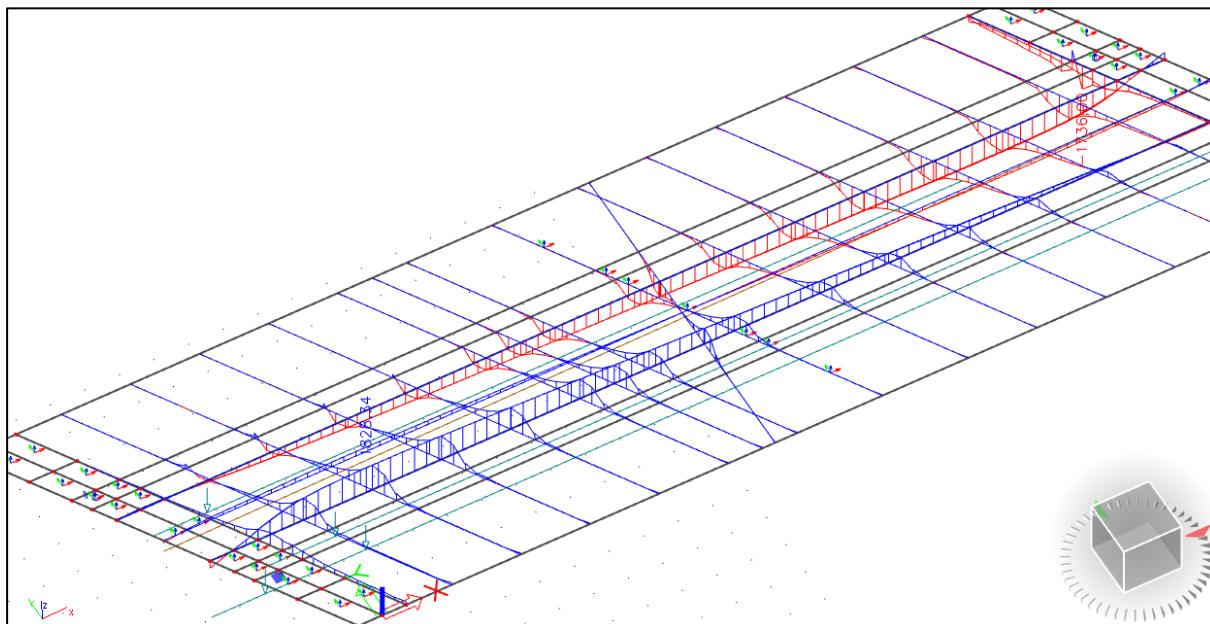
Obr.87: Axonometrický pohled na kolmý model



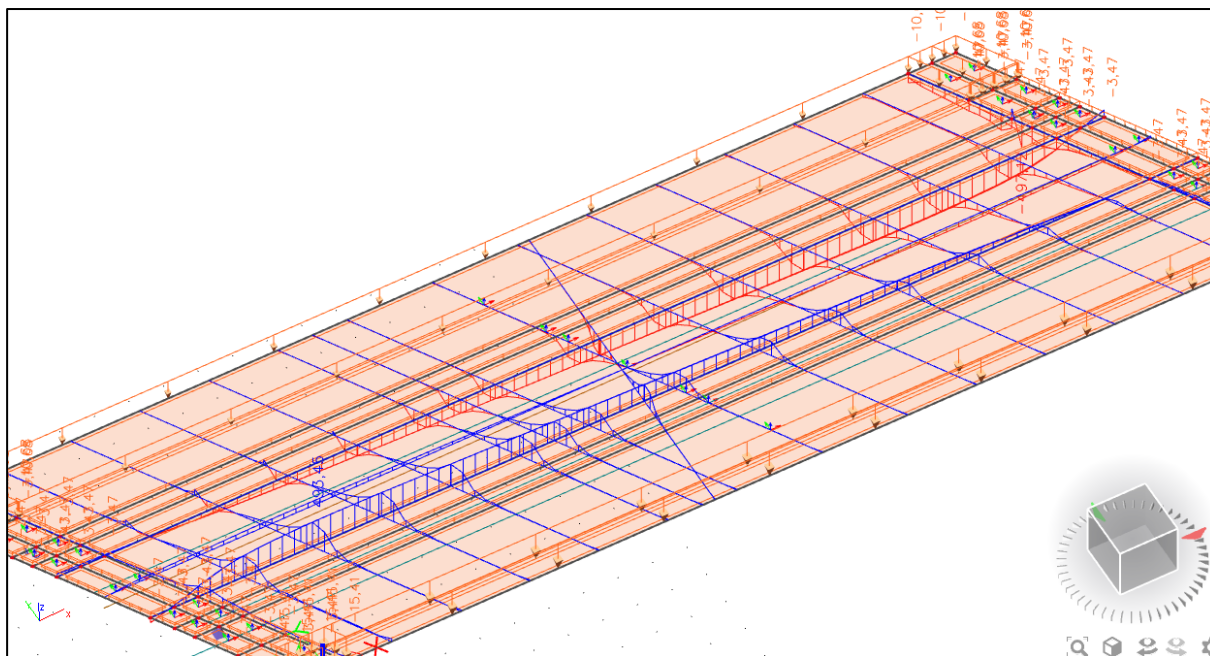
Obr.88: Horní pohled na kolmý model



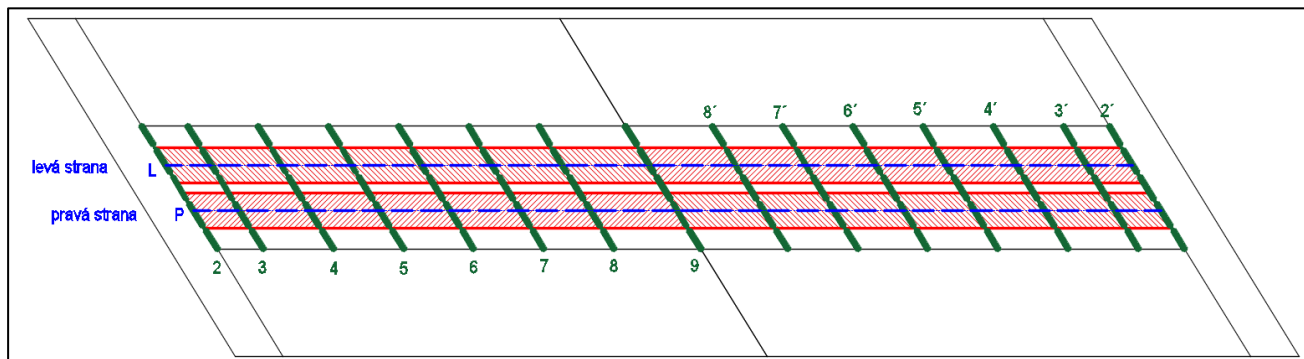
Obr.89: Průběh posouvajících sil od vlastní tíhy na kolmém modelu



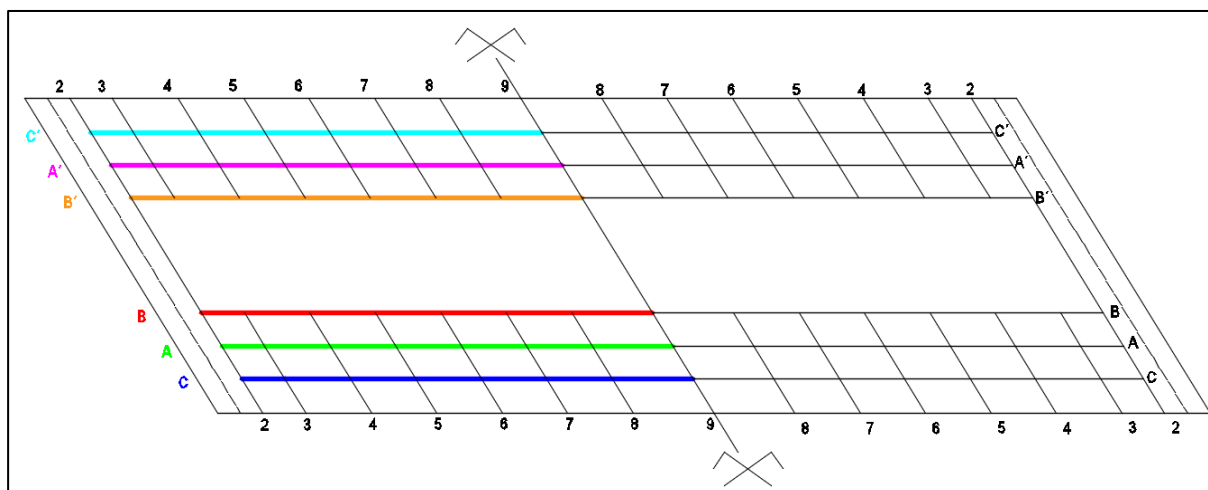
Obr.90: Průběh posouvajících sil od vlastní tíhy na šikmém modelu



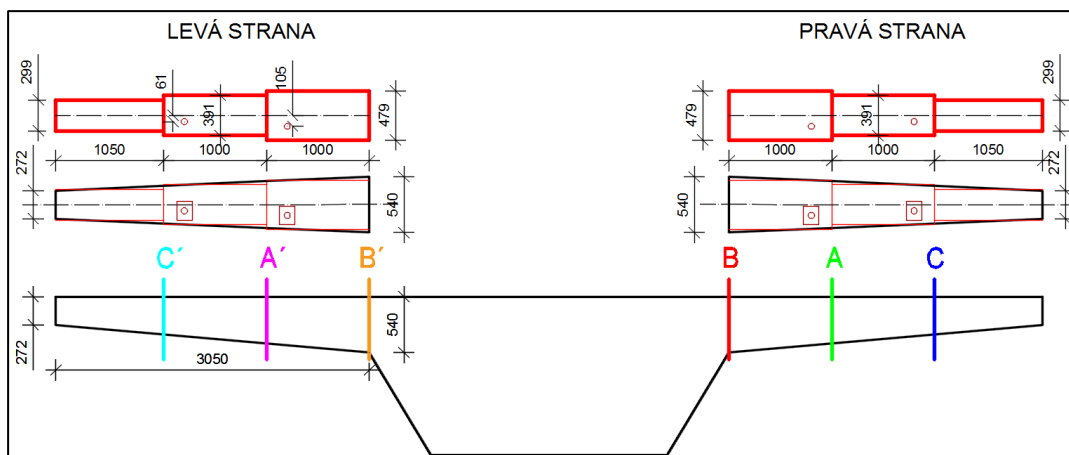
Obr.91: Průběh posouvajících sil od vlastní tíhy na šikmém modelu



Obr.92: Rozdělení střední části pro výpočet únosnosti ve smyku na levou a pravou část



Obr.93: Rozdělení převislých částí pro výpočet únosnosti ve smyku a v ohybu



Obr.94: Rozdělení a idealizace převislých částí pro výpočet únosnosti ve smyku a v ohybu

Únosnot je dostatečná v místech, kde nedošlo ke vzniku trhlin. V místech vzniku trhlin bylo třeba navrhnout smykovou výztuž.

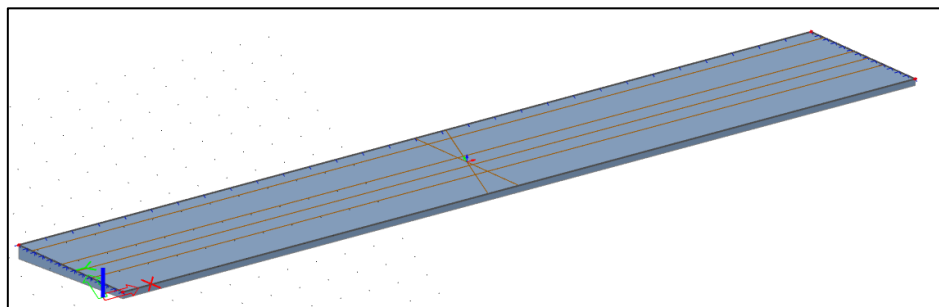
Dále byla posouzená převislá desková část na obou stranách ve smyku a v ohybu v podélném směru. Konstrukce byla rozdělena vždy na tři části na obou stranách z důvodu rozdílné výšky průřezu. Únosnost v ohybu byla nedostatečná a byla zde navržena betonářská výztuž. Únosnost ve smyku byla taktéž nevyhovující a byly zde navrženy spony. Největší posouvající síly byly v „ložiskovém pásu“ (řezu B), tedy v místě, kde na převislou deskovou část navazuje střední část. Ve zbývajících místech byla nedostatečná únosnost ve smyku pouze v místě přechodu do příčníků. Smyková výztuž byla rozmístěna v celé délce z důvodů konstrukčních zásad.

5.15 VÝPOČET MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI V PŘÍČNÉM SMĚRU

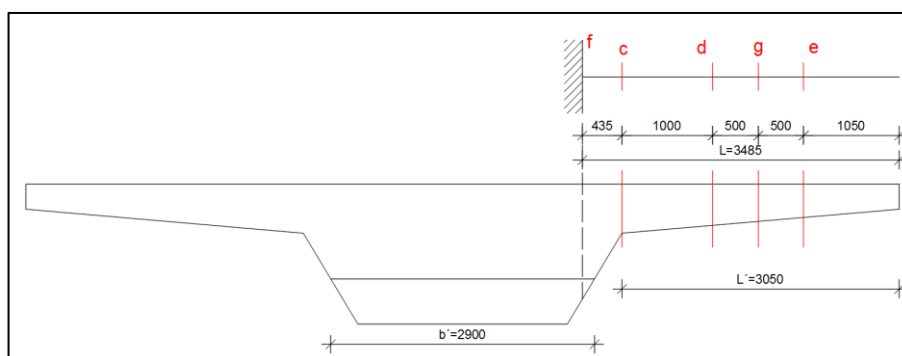
Pro získání vnitřních sil v příčném směru byl použit model samostatné desky reprezentující převislou část v příčném směru. Vymodelována byla pravá deska. Při modelování byl zaveden předpoklad, že je vetknutá jak v přechodu do střední části, tak i do příčníků. Na pravé desce se sice nenachází chodník – tedy zatížení od chodců, nicméně lokální zatížení od TS i plošné zatížení od UDL je zde blíže k okraji, tedy vyvoluje větší ohybový moment i posouvající sílu, než by tomu bylo na levé straně s chodníkem. Vnitřní síly od chodců jsou ve vztahu k dopravě podstatně menší. Pro porovnání jsou nicméně hodnoty uvedené. Dále byly pro porovnání vnitřní síly převzaty i z deskového modelu použitého pro dimenzování v podélném směru a pro kontrolu byl použit i ruční výpočet na náhradní konzole o šířce 1m.

Vnitřní síly jsou uvedeny pro porovnání v tabulkách. Pro dimenzování byly převzaty síly z modelu samostatné desky.

Na ohybový moment byla navržena výztuž, únosnost ve smyku v příčném směru je dostatečná, smyková výztuž je zde již konstrukčně dle nedostatečné únosnosti v podélném směru. Bylo provedeno i rozdělení materiálu v příčném směru. Výztuž bude kladena kolmo k volným okrajům, nicméně u krajních příčníků bude třeba výztuž vějířovitě vyskládat tak, aby zde plynule navázala z kolmého uspořádání do šikmého a u okraje bude výztuž od sebe vzdálená na maximální vzdálenost 200 mm.



Obr.95: Axonometrický pohled na model samostatné desky



Obr.96: Idealizace a posuzované řezy v příčném směru

TABULKA VNITŘNÍCH SIL Mek – Myd+, MODEL SAMOSTATNÉ DESKY				
	ZATĚŽOVACÍ STAVY			
POSUZOVANÉ ŘEZY	ZS1	ZS2	ZS3 UDL	ZS3 TS1 (L/2)
f	55,85	40,1	24,6	147,05
c	48,25	32,72	18,83	90,8
d	17,22	18,11	8,53	47,82
g	9,4	12,01	4,9	28,48
e	4,14	6,73	2,25	11,79

TABULKA VNITŘNÍCH SIL Vek – vx, MODEL SAMOSTATNÉ DESKY				
	ZATĚŽOVACÍ STAVY			
POSUZOVANÉ ŘEZY	ZS1	ZS2	ZS3 UDL	ZS3 TS1 (L/2)
f	36,39	17,67	14,13	199,56
c	30,46	16,25	12,36	107,25
d	18,18	13,01	8,31	59,72
g	8,58	9,76	4,25	29,80
e	4,14	6,89	2,25	10,77

TABULKA VNITŘNÍCH SIL Mek – Myd+, DESKOVÝ MODEL

	ZATĚŽOVACÍ STAVY				
POSUZOVANÉ ŘEZY	ZS1	ZS2	ZS3 UDL	ZS4 TS1 (L/2)	ZS5
b'	255,39	107,29	47,71	185,41	13,17
c'	76,59	53,32	12,19	103,79	10,2
d'	25,12	23,12	2,37	42,99	5,6
e'	8,49	7,12	1,9	7	0,25
f'	233,77	88,73	49,03	96,88	11,39

TABULKA VNITŘNÍCH SIL Mek, NÁHRADNÍ MODEL PRO RUČNÍ VÝPOČET

	ZATĚŽOVACÍ STAVY		
POSUZOVANÉ ŘEZY	ZS1	ZS2	ZS3 UDL
f	56,981	40,139	17,444
c	42,077	32,761	12,656
d	17,47	18,124	4,556
e	9,548	12,02	2,025
g	4,18	6,727	0,506

TABULKA VNITŘNÍCH SIL Vek, NÁHRADNÍ MODEL PRO RUČNÍ VÝPOČET

	ZATĚŽOVACÍ STAVY		
POSUZOVANÉ ŘEZY	ZS1	ZS2	ZS3 UDL
f	37,858	17,667	11,887
c	30,997	16,257	10,125
d	18,583	13,017	6,075
e	13,199	11,397	4,05
g	8,365	9,777	0,506

5.16 VÝPOČET PRŮHYBU A KOTEVNÍ OBLAST

V kotevní oblasti byla zvlášť řešena střední část a horní část v desce.

Průhyb byl vypočítán ručně za zjednodušených předpokladů. Byl uvažován plný průřez bez trhlin, bylo zanedbáno smršťování a dotvarování. Byly vypočítány krátkodobé průhyby pružné průhyby a dlouhodobé nepružné deformace. Následně byly spočítané celkové deformace v čase t_0 a t_∞ . Byl rovněž vypočítán průhyb od zatížení dopravou v časté hodnotě (9,049 mm) a ten porovnán v limitním průhybem 48,233. Limitní průhyb nebyl překročen.

Dále jsou zde přiloženy průhyby na prutovém modelu, na modelu desky s žebrem a deskovém modelu. Všechny tyto průhyby jsou pouze krátkodobé od jednotlivých zatěžovacích stavů.

Všechny hodnoty jsou porovnány níže v tabulce.

TABULKA KRÁTKODOBÝCH PRŮHYBŮ OD ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ V CHARAKTERISTICKÝCH HODNOTÁCH OD JEDNOTLIVÝCH MODELŮ				
	JEDNOTLIVÉ MODEL Y			
ZATĚŽOVACÍ STAVY	RUČNÍ VÝPOČET	PRUTOVÝ MODEL	MODEL DESKY S ŽEBREM	DESKOVÝ MODEL
VLASTNÍ TÍHA	36,354mm	31,8 mm	39,8 mm	32,7 mm
OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ	10,238mm	9 mm	10,9 mm	9,9 mm
LM1 UDL	6,043mm	5,4 mm	6,7 mm	5,8 mm
LM1 TS	8,842mm	8,2 mm	9,8 mm	10,1 mm
ZATÍŽENÍ OD CHODCŮ	0,932mm	0,8 mm	1,1 mm	1,3 mm
PŘEDPĚTÍ V ČASE T_0	-36,775mm	- 43 mm		-40,7 mm

5.17 DIMENZOVÁNÍ PŘÍČNÍKŮ

Krajní příčníky byly řešeny jako nosníky v příčném směru. Ohybové momenty byly nad podporami redukovány dle možné redukce nad volnou podporou – ložiskem. I u příčníků je vidět ovlivněný průběh a hodnoty ohybových momentů a posouvajících sil z důvodu šikmosti konstrukce. Největší ohybové momenty, posouvající síly a reakce jsou u podpor blíže tupému okraji konstrukce.

Horní výztuž byla navržena na ohybový moment nad podporami blíže tupému okraji a dolní výztuž na ohybový moment mezi podporami. U zbylých průřezů rozhodovalo minimální vyztužení.

Smyková výztuž byla navržena zejména u podpor, kde jsou patrné poměrně značné extrémy posouvajících sil. Posouvající síly byly brány z úrovně líce ložiska, jelikož se zde vykytuje lokální zatížení v podobě náprav TS. Dále zde byla navržena výztuž vynášející podporové reakce z důvodu nepřímého uložení. U podpor blíže tupým okrajům s většími extrémy posouvajících sil byly použity třmínky výztuže B550B oproti ostatním B500B. Třmínky výztuže B550B jsou průměru 16mm, ostatní z výztuže B500B 12mm, tudíž zde nemůže dojít k záměně.

Bylo rovněž provedeno rozdělení materiálu u obou příčníků.

6. ZÁVĚR

V rámci této práce byl zpracován návrh nového mostu přes řeku Valovou jako náhrada stávající nevyhovující konstrukce. Byla staticky posouzená nosná konstrukce, v rámci posouzení byla také porovnané různé výpočtové modely a časová analýza fází působení konstrukce.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

<https://geoportal.rsd.cz/>

<http://www.geology.cz/extranet>

ČGS Oddělení ICT a vývoje aplikací Kostelní 26, 170 06 Praha 7

https://bodovapole.cuzk.cz/nbOutput_ws_n.aspx?id=nkoPfjANXTuQqXSQe3ZX24d7A57t%2bS%2bWqi5YA7dS6vDvqTp96JfNDbYKXV6eadVF

<https://dataz.cuzk.cz/gu.php?1=35&2=25&3=217&4=z&stamp=qeY9tOr4ChnEsbhxsAcPkhAXa%2fPkmFY>

Informace a podklady k mostu č. 43518 – 4 Správa silnic Olomouckého kraje, Cestmistrovství Přerov, Adresa: Tovačovská 974, 751 52 Přerov

<https://www.ssok.cz/kontakty/cestmistrovstvi-prerov>

<https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

<https://ags.cuzk.cz/av/>

<https://www.google.cz/maps>

<https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3>

Povodí moravy provoz Přerov, ul. 9. května 3123/109, 750 02 Přerov

<http://www.pmo.cz/>

<https://www.rsd.cz/cs/web/guest/silnice-a-dalnice/scitani-dopravy>

<https://www.svodidla-kaska.cz/ocelova-svodidla/>

<https://ksprefa.cz>

<https://www.prefa-nb.cz/media/cache/file/84/vsti.pdf>

<http://www.freyssinet.cz/>

<https://www.vlcek.cz/>

<https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic

ČSN 73 6200 Mosty – terminologie a třídění

Strásky J. Nečas R. Základní principy navrhování

Klusáček L. Nosné konstrukce mostů

Panáček J. Spodní stavba a příslušenství mostních objektů

Šafář R. Betonové mosty 2

TP 170 Navrhování pozemních komunikací

Šafář R., Kukaň V., Drahorád M., Foglar M., Betonové mosty 1

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů

ČSN EN 1991-1-1 Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-2 Zatížení mostů dopravou

Zákon č.185/2001 Sb. o odpadech

Vyhláška 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů

Vyhláška 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady

Vyhláška 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky

Zákon č.262/2006 Sb. (zákoník práce) v platném znění,

Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek BOZP ve znění zákona č. 362/2007 Sb.

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na BOZP při práci na staveništích

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na BOZP na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_170_Dodatek_1.pdf

ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1: obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

