



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÝ MOST PŘES ŘEKU BUDIŠOVKU

REINFORCED CONCRETE BRIDGE OVER THE BUDIŠOVKA RIVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Markéta Sehnalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN KOLÁČEK, Ph.D.

BRNO 2017



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
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Markéta Sehnalová
Název	Železobetonový most přes řeku Budišovku
Vedoucí práce	Ing. Jan Koláček, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry

Základní normy:

ČSN 736201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Jako protinávrh vůči stávajícímu mostnímu objektu o jednom poli zpracujte dvě až tři studie mostu včetně jejich zhodnocení. Dále preferujte návrh monolitické železobetonové konstrukce. Most můžete navrhnout kolmý.

Dimenzování proveďte podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

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

Ing. Jan Kolářček, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Výsledkem bakalářské práce je návrh železobetonové deskové mostní konstrukce o jednom poli. Pro návrh byly zpracovány dvě studie – s konstantním průřezem a lichoběžníkovým průřezem. Pro podrobný výpočet byla vybrána varianta s konstantním průřezem. Výpočtový model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 16.1 jako deskostěnový model. Konstrukce je podepřena bodově na hrncových ložiscích.

KLÍČOVÁ SLOVA

Železobeton, deskový most, jedno pole, deska, beton.

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is the design of a single-span reinforced concrete slab bridge. Two variants of cross-section of the bridge were considered – rectangular and trapezoid. The rectangular one was chosen for further design. The wall-slab model was created using calculation software Scia Engineer 16.1. The structure is supported by pot bearings.

KEYWORDS

Reinforced concrete, slab bridge, single span, slab, concrete.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Markéta Sehnalová *Železobetonový most přes řeku Budišovku*. Brno, 2017. 20 s., 90 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Koláček, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 19. 5. 2017

Markéta Sehnalová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Janu Koláčkovi, Ph.D. jako vedoucímu bakalářské práce. V neposlední řadě i své rodině a svým blízkým za trpělivost, kterou se mnou měli. A neskutečnou podporu při zpracování bakalářské práce.



OBSAH

1	ÚVOD	2
2	VŠEOBECNÁ ČÁST.....	2
2.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU	2
2.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE MOSTU	3
3	UMÍSTĚNÍ STAVBY	3
3.1	CHARAKTERISTIKA PŘEVÁDĚNÉ KONSTRUKCE	3
3.2	ÚZEMNÍ PODMÍNKY	3
3.3	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY	3
4	STUDIE MOSTU.....	4
4.1	STUDIE 1	4
4.2	STUDIE 2	4
5	TECHNICKÝ POPIS STAVBY	5
5.1	NOSNÁ KONSTRUKCE.....	5
5.2	VOZOVKA	5
5.3	ULOŽENÍ MOSTU	5
5.4	SPODNÍ STAVBA.....	5
5.5	ODVODNĚNÍ	6
5.6	MOSTNÍ ZÁVĚR.....	6
5.7	ZÁCHYTNÉ ZAŘÍZENÍ	6
6	VÝSTAVBA	7
7	STATICKE ŘEŠENÍ.....	7
8	ZÁVĚR.....	8
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	9
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	9
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	10
12	SEZNAM PŘÍLOH	10



1 ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je vypracování protinávruhu vůči stávající mostní konstrukci. Jedná se o železobetonový deskový most o jednom poli přes řeku Budišovku v obci Budišov nad Budišovkou. Most zajišťuje napojení zastavěné části obce na komunikaci č. 4405. Most převádí směrově nerozdělenou místní komunikaci S7,5. Na povodní straně mostu je chodník pro chodce šířky 1,5m. Vypracovány byly dvě studie (s konstantním a lichoběžníkovým průřezem), z nichž byla pro návrh a posouzení vybrána deska s konstantním průřezem.

Konstrukce je posouzena dle platných norem. Pro výpočet byly uvažovány sestava zatížení gr1a, dále zatížení davem lidí (sestava gr4) a zatížení zvláštním vozidlem (sestava gr5). Konstrukce je bodově podepřená hrncovými ložisky.

U nově navržené konstrukce bylo koryto řeky rozšířeno celkově o 2,1 m a dno koryta bylo zpevněno lomovým kamenem tloušťky 200 mm.

2 VŠEOBECNÁ ČÁST

2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Název mostu:	Most přes řeku Budišovku
Předmět přemostění:	řeka Budišovka
Kraj:	Moravskoslezský
Okres:	Opava
Obec:	Budišov nad Budišovkou
Katastrální území:	Budišov nad Budišovkou
Správce mostu:	obec Budišov nad Budišovkou
Investor:	obec Budišov nad Budišovkou
Projektant:	Sehnalová Markéta



2.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE MOSTU

Délka mostu:	15,64 m
Délka přemostění:	9,6 m
Délka nosné konstrukce:	11,2 m
Šikmost mostu:	kolmý
Celková šířka mostu:	10,6 m
Šířka nosné konstrukce:	10,0 m
Výška mostu nad hladinou vody:	2,021 m nad hladinou Q_{norm}
Stavební výška:	0,730 m
Skupina zatížení:	Skupina pozemních komunikací 1

3 UMÍSTĚNÍ STAVBY

3.1 CHARAKTERISTIKA PŘEVÁDĚNÉ KONSTRUKCE

Most převádí směrově nerozdělenou místní komunikaci třídy III, kategorií šířky S7,5. Na povodní straně mostu je chodník pro chodce šířky 1,5m. Trasa komunikace na mostu je v přímé. Podélný sklon nivelety klesá 0,5 % ve směru staničení. Sklon vozovky v příčném směru je střežovitý 2,5 %. Příčný sklon chodníku 2,5 % a sklon římsy 4 %.

3.2 ÚZEMNÍ PODMÍNKY

Most zajišťuje napojení zastavěné části obce Budišov nad Budišovkou na komunikaci č. 4405. Okolní terén je rovinný v nadmořské výšce 514 m n. m.

3.3 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY

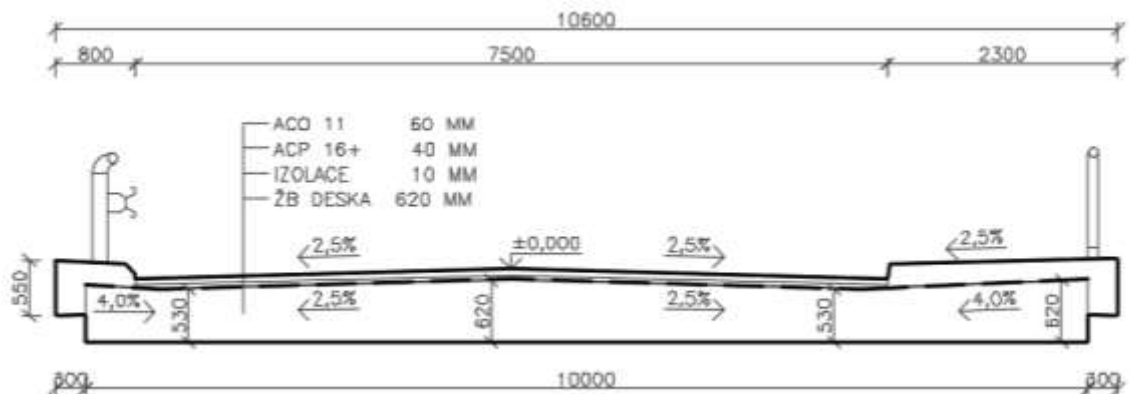
V oblasti Budišov nad Budišovkou převládají devonské horniny. V erozivním údolí řeky Budišovky se vyskytuje kamenitý až hlinito-kamenitý sediment. Pro navržení spodní stavby je nutné provést geotechnický průzkum pro zjištění přesných geologických poměrů. Návrh spodní stavby není součástí bakalářské práce.

4 STUDIE MOSTU

Pro návrh byly zpracovány dvě studie příčného řezu. Pro konečný návrh byla vybrána a podrobně vypočítána železobetonová deska konstantního průřezu. Cílem bylo navrhnout co nejekonomičtější řešení pro danou situaci s ohledem na jednoduchou a rychlou výstavbu. Jelikož výstavbu je nutné provést s vyloučením dopravy.

4.1 STUDIE 1

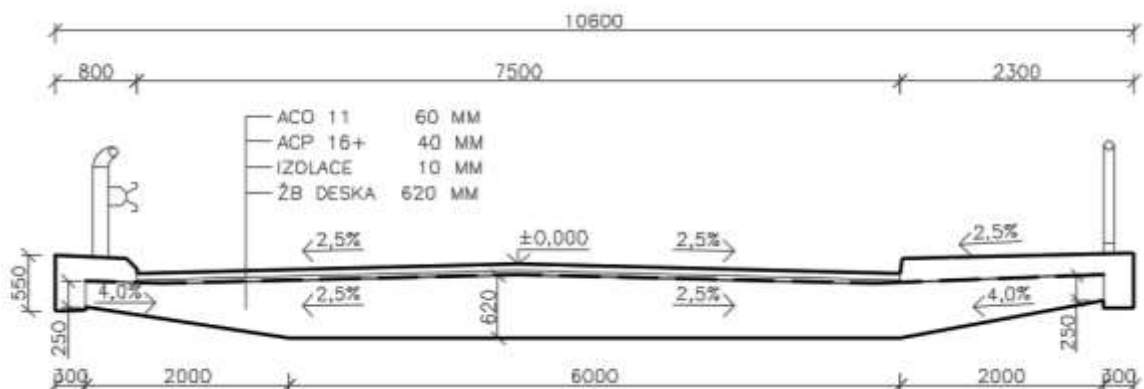
Příčný řez nosnou konstrukcí tvoří železobetonová deska konstantního průřezu s výškou v ose komunikace 620 mm, průměrnou tloušťkou 574 mm a plochou průřezu 5,74 m². Tato varianta byla vybrána pro návrh a posouzení.



Obr. (1) – příčný řez studie 1 [autor]

4.2 STUDIE 2

Železobetonová nosná konstrukce mostu je tvořena lichoběžníkovým průřezem. Výška v ose komunikace je 620 mm, na krajích 250 mm.



Obr. (2) – příčný řez studie 2 [autor]



5 TECHNICKÝ POPIS STAVBY

5.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce je tvořena železobetonovou deskou z betonu C40/50, stupeň vlivu prostředí XD1, a je použita betonářská výztuž B550B s krytím 50 mm. Konstrukce je bodově podepřena hrncovými ložisky na gravitačních opěrách. Délka nosné konstrukce je 11,2 m, šířka 10,0 m a průměrná výška 0,574 m.

Podélný sklon nivelety klesá 0,5 % ve směru staničení. Sklon vozovky v příčném směru je střešovitý 2,5 %. Příčný sklon chodníku 2,5 % a sklon římsy 4 %.

5.2 VOZOVKA

Vrstvy krytu vozovky:

Obrusná vrstva ACO 11	60 mm
Ložná vrstva ACP 16+	40 mm
<u>Izolace</u>	<u>10 mm</u>
Celkem	110 mm

5.3 ULOŽENÍ MOSTU

Uložení je provedeno pomocí hrncových mostních ložisek od firmy Freyssinet typu Tetron CD. Pevné ložisko FX 2500-250 je umístěno na opěře číslo 1 na návodní straně mostu, na povodní straně mostu je uloženo jednosměrně posuvné ložisko GG 2500-250-50. Na opěře číslo 2 na návodní straně mostu je jednosměrně posuvné ložisko GG 2500-250-50 a na povodní straně všesměrně posuvné ložisko GL 2500-50-20.

5.4 SPODNÍ STAVBA

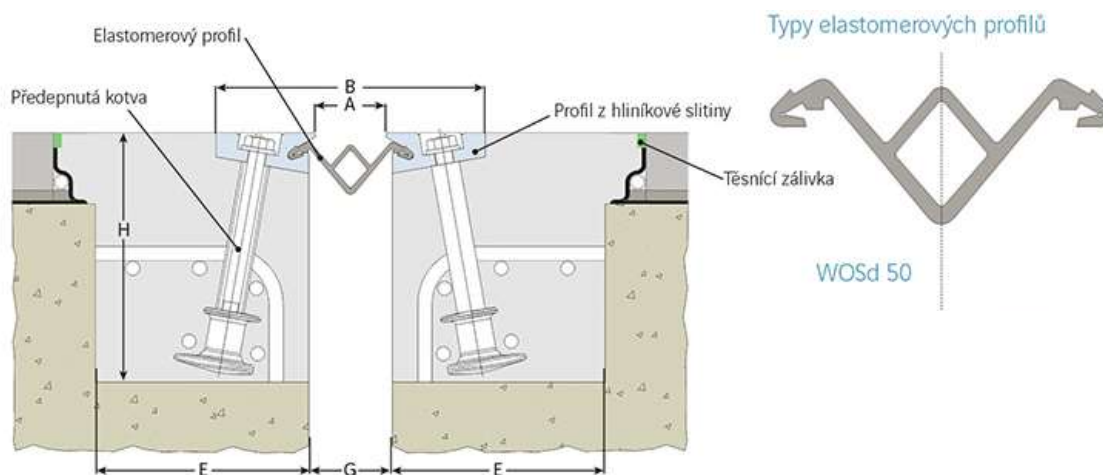
Je tvořena gravitačními opěrami z prostého betonu třídy C35/45, XC4. Úložný práh zhotoven ze železobetonu třídy C35/45 s výztuží B550B. Horní povrch úložného prahu ve sklonu 4 % k odvodňovacímu žlabu. Základ je proveden z betonu třídy C20/25, XC2. Křídla jsou navržena jako zavěšená z betonu třídy C35/45, stupeň vlivu prostředí XC4.

5.5 ODVODNĚNÍ

Odvodnění vozovky v příčném směru je zajištěno střechovitým sklonem 2,5 %. V podélném směru 0,5 %. Chodník pro chodce je v příčném směru ve sklonu 2,5 % k vozovce, římsa v příčném směru ve sklonu 4,0 % k vozovce. Izolace na nosné konstrukci mostu je odvodněna pomocí příčného a podélného sklonu. Úložný práh je odvodněn v příčném směru sklonem 4,0 % k závěrní zdi, kde pomocí odvodňovacího žlabu ve sklonu 2,5 % odtéká mimo nosnou konstrukci. Odvodnění rubu opěrné zdi je zabezpečeno drenážním potrubím, které je ve sklonu 3,0 % a vyvedeno k lící opěry kde ústí do koryta řeky.

5.6 MOSTNÍ ZÁVĚR

Vzhledem k malé délce mostu byl vybrán mostní závěr CIPEC WOSd50 umožňující dilataci až 50 mm. Konstrukčně skládá se ze dvou profilů vyrobených z tažené hliníkové slitiny, uložených čely proti sobě a zakotvených šrouby do nosné konstrukce.



Obr. (3) – schéma mostního závěru [1]

5.7 ZÁCHYTNÉ ZAŘÍZENÍ

Na návodní straně mostu bude z bezpečnostních důvodů osazeno zábradelní svodidlo ZSNH4/H2. Na povodní straně, kde se nachází chodník. Pro chodce bude osazeno ocelové zábradlí se svislou výplní.



6 VÝSTAVBA

- sejmuti ornice ve vrstvě 300 mm
- demolice stávající konstrukce mostu
- zemní práce a úprava koryta řeky
- příprava základové spáry
- bednění a betonáž opěr a zavěšených křídel
- zasypaní opěr a zhutnění zásypu za opěrou
- betonáž úložného prahu
- montáž skruži a betonáž nosné konstrukce
- betonáž závěrné zídky
- instalace mostního závěru a zhotovení izolace
- betonáž římsy a chodníku
- pokládka vozovky a těsnění spár
- osazení záchytných systémů
- dokončovací práce

7 STATICKÉ ŘEŠENÍ

Model konstrukce byl vytvořen ve výpočtovém programu SCIA Engineer 16.1. Je řešen jako deskostěnová konstrukce průměrné tloušťky 574 mm. Podepření konstrukce je bodově v místě ložisek. Vlastnosti podpor zachovávají vlastnosti ložisek ohledně možných posunů a pootočení. Roznášení zatížení je provedeno ke střednici průřezu. Při ručním výpočtu je roznášení zatížení uvažováno ke spodnímu líci nosné konstrukce. Pro dimenzování jsou brány hodnoty z výpočtového modelu pomocí programu Scia Engineer.



8 ZÁVĚR

Statický výpočet byl proveden v rozsahu stanoveném vedoucím práce. Na místě nevyhovující stávající stavby byla navržena a posouzena stavba nová dle platných evropských norem. V projektu byla navržena železobetonová deska konstantního průřezu z betonu C40/50, stupeň vlivu prostředí XD1 a s betonářskou výztuží B550B.

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce byl statický výpočet zjednodušen zanedbáním vodorovných účinků, brzdných a rozjezdových sil, zatížení teplotou, klimatického zatížení větrem a sněhem. V rámci této práce byla zpracována výkresová dokumentace a vizualizace.



9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- NEČAS R., KOLÁČEK J., PANÁČEK J.: Betonové mosty I – Zásady navrhování, Brno, červen 2014
- ČSN 73 6201: Projektování mostních objektů
- ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí
- ČSN EN 1990: včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- <http://www.pjpk.cz/vzorove-listy-staveb-pozemnich-komunikaci-vl/>
- http://www.freyssinet.cz/203-hrncova_mostni_loziska_tetron_cd
- http://www.freyssinet.cz/258-zaver_cipec_wosd [1]

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A_c	průřezová plocha betonové části průřezu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_s	dílčí součinitel betonářské výztuže
ϵ_c	poměrné přetvoření betonu
ϵ_{cu}	mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
ϵ_s	poměrné přetvoření betonářské výztuže
δ	koeficient dotvarování
φ	průměr betonářské výztuže
σ_c	napětí v betonu
σ_s	napětí v betonářské výztuži
E_c	počáteční tečnový modul pružnosti betonu
E_{cm}	sečnový modul pružnosti
E_s	modul pružnosti betonářské výztuže
f_{cd}	výpočtová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{cm}	střední hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku



f_{ctm}	střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
f_{yk}	charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže
f_{yd}	výpočtová hodnota meze kluzu betonářské výztuže
I_c	moment setrvačnosti betonové části průřezu
M	ohybový moment
M_g	ohybový moment způsobený stálým zatížením
M_{g0}	ohybový moment od vlastní tíhy
M_q	ohybový moment způsobený proměnným zatížením
M_R	moment na mezi úměrnosti
z	rameno vnitřních sil
z_c	vzdálenost výslednice tlaku v betonu od těžiště betonové části průřezu.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. (1) – příčný řez studie 1 [autor]

Obr. (2) – příčný řez studie 2 [autor]

Obr. (3) – schéma mostního závěru [1]

12 SEZNAM PŘÍLOH

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P2.1 - Situace

P2.2 - Podélný řez A-A´

P2.3 - Příčný řez B-B´

P2.4 - Příčný řez C-C´

P2.5 – Výkres výztuže

P3. Statický výpočet

P3.1 - Statický výpočet účinků zatížení metodou spolupůsobící šířky

P3.2 - Statický výpočet účinků zatížení v programu SCIA

P3.3 – Posouzení a dimenzování desky