



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Humpal Jméno: Jakub Osobní číslo: 423167

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Lávka pro chodce a cyklisty

Název bakalářské práce anglicky: Pedestrian Bridge

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce bude obsahovat varianty řešení a výběr optimální varianty. Vybraná varianta řešení bude obsahovat technickou zprávu, statický výpočet, výkresovou dokumentaci včetně vybraných detailů.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Kuklík: Dřevěné konstrukce, ČVUT Praha
- [2] Kuklík, Kuklíková, Mikeš: Dřevěné konstrukce 1, Cvičení, ČVUT Praha
- [3] Studnička, Holický: Ocelové konstrukce 20 - Zatížení staveb, ČVUT Praha
- [4] http://fast10.vsb.cz/temtis/documents/handbook_2_CZ.pdf
- [5] ČSN EN 1995-1-1, ČSN EN 1995-2

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

20.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Bakalářská práce

Lávka v sedle Maliníku



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.

Květen, 2017

Jakub Humpal

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a veškeré použité zdroje jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 25.května 2017

Jakub Humpal

Poděkování

Děkuji vedoucí své bakalářské práce Ing. Anně Kuklíkové za ochotu a cenné rady a panu Ing. Františku Kubíkovy za odborné rady týkajících se spřažených dřevobetonových konstrukcí. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu v průběhu studia.

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je návrh a posouzení sportovní lávky v sedle Maliníku v Bedřichově. Lávka je navržena jako spřažená dřevobetonová třípolová. Hlavní nosnou konstrukci tvoří tři dvojice lepených lamelových nosníků s osovou vzdáleností 1,765m (mezi osami dvojic nosníků) podepřenými cca ve třetinách délky šikmými vzpěrami. Hlavní nosníky jsou spřaženy s železobetonovou deskou mostovky o šířce 6,5 m, která musí umožnit průjezd sněžné rolby. Rozpětí polí činí 8,0+11,5+8,0 m.

Klíčová slova:

Lávka, dřevo, beton, spřažená konstrukce

Annotation

The subject of this bachelor thesis is desing and assessment of the sport footbridge at the saddle of Maliník in Bedřichov. The footbridge is designed as a coupled wood-concrete three span. The main supporting structure consists of a three pairs of glued laminated wood beams with an axial distance of 1,765 m (the axis of a pair of beams) supported by angled struts in about one third of lenght. The main beams are coupled with reinforced concrete bridge deck of width about 6,5 m, which must allow the snowplow to pass through. The span of the footbridge is 8,0+11,5+8,0 m.

Key words:

Footbridge, wood, concrete, coupled construction

Zvolení varianty

Základním požadavkem na lávku bylo umožnění průjezdu sněžné rolby v zimním období.

Zvolil jsem variantu A tedy variantu se vzpěrami z důvodu lepšího roznosu zatížení a menšího namáhání příčných prvků.

Varianta B je pouze schematicky rozkreslena se základními kótami a popisy.



Technická zpráva

Obsah:

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE LÁVKY	2
2.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O LÁVCE	3
3.	ZDŮVODNĚNÍ MOSTU A JEHO UMÍSTĚNÍ	4
3.1.	ZDŮVODNĚNÍ STAVBY	4
3.2.	CHARAKTER PŘEMOŠTOVANÉ PŘEKÁŽKY	4
3.3.	ÚZEMNÍ PODMÍNKY	4
3.4.	GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY	5
3.5.	ZHOTOVENÍ OBJEKTU	5
3.6.	PROJEKTOVÉ PODKLADY	5
4.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	6
4.1.	POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE LÁVKY.....	6
4.2.	ÚDAJE O ZALOŽENÍ A SPODNÍ STAVBĚ LÁVKY	7
4.3.	VYBAVENÍ LÁVKY	7
4.4.	STATICKÉ A HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ.....	8
4.5.	CIZÍ ZAŘÍZENÍ NA LÁVCE.....	8
4.6.	ŘEŠENÍ PROTIKOROZNÍ OCHRANY, OCHRANY PROTI AGRESIVITĚ PROSTŘEDÍ A BLUDNÝM PROUDŮM.....	8
4.7.	POŽADOVANÉ PODMÍNKY A MĚŘENÍ SEDÁNÍ A PRŮHYBŮ.....	8
4.8.	POŽADOVANÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY	8
5.	STAVBA LÁVKY	9
5.1.	POSTUP A TECHNOLOGIE VÝSTAVBY	9
5.2.	SPECIFICKÉ POŽADAVKY PRO PŘEDPOKLÁDANOU TECHNOLOGII STAVBY	9
5.3.	SOUVISEJÍCÍ OBJEKTY STAVBY	9
5.4.	VZTAH K ÚZEMÍ.....	9
6.	PŘEHLED PROVEDENÝCH VÝPOČTŮ.....	10
6.1.	VYTYČOVACÍ ÚDAJE.....	10
6.2.	PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ A GEOMETRIE LÁVKY.....	10
7.	ŘEŠENÍ PŘÍSTUPU A UŽÍVÁNÍ STAVBY OSOBAMI S OMEZENOU SCHOPNOSTÍ POHYBU A ORIENTACE.....	10



1. Identifikační údaje lávky

Stavba	Lávka v sedle Maliníku
Katastrální území	Bedřichov u Jablonce nad Nisou
Obec	Bedřichov
Kraj	Liberecký
Zpracoval	Jakub Humpal
Pozemní komunikace	Místní komunikace pro lyžařskou trasu
Předmět přemostění	Silnice III/29022
Bod křížení	Osa lávky na MK s osou III/29022
Staničení	Na silnici III/29022 km cca 1.85 MK nestaničena
Úhel křížení	90°
Volná výška	nad lávkou není omezena pod lávkou min.5m



2. Základní údaje o lávce

Charakteristika mostu	Spřažená dřevo-betonová lávka s horní mostovkou. Lávka je o třech spojených polích. Nosná konstrukce je uložena na krajních opěrách a dvou šikmých vzpěrách. Dřevěné nosníky i vzpěry jsou z lepeného lamelového dřeva. Opěry a úložné pasy vzpěr jsou železobetonové.
Délka přemostění	26.60 m (světlost mezi opěrami)
Délka lávky	38.96 m (vzdálenost konců křídel)
Délka nk	28.34 m (vzdálenost čel nosníků)
Rozpětí	8.0+11.5+8.0=27.5 m
Šikmost mostu	kolmý 90°
Volná šířka	6.0 m (mezi zábradlími)
Šířka lávky	šířka mostovky 6.5 m
Výška lávky	5.973 m (niveleta MK nad niveletou komunikace v ose)
Stavební výška	0.775 m (tloušťka nosné konstrukce včetně vozovky)
Úložná výška	1.11 m (výška nivelety nad úložným prahem)
Konstrukční výška	0.775 m (tloušťka nosné konstrukce)
Plocha nk	$6.5 \cdot 28.34 = 184.21 \text{ m}^2$ (pouze mostovka)
Zatížení lávky	návrhové zatížení dle ČSN EN 1991-2 pro zatížení lávek pro pěší (5 kN/m ² , resp. servisní vozidlo 12 t, resp. sněžná rolba 12 t)



3. Zdůvodnění mostu a jeho umístění

3.1. Zdůvodnění stavby

Návrh lávky řeší propojení běžeckých areálů přes komunikaci III/29022.

Most otevře nové možnosti pro sportovní a rekreační činnosti. Stavba bude sloužit k provozu chodců, cyklistů, lyžařů včetně možnosti údržby běžeckých stop sněžnou rolbou.

3.2. Charakter přemostované překážky

Přemostovanou překážkou je zářez silnice III/29022. Ve směru staničení vpravo vedle opěry se zamýšlí navazující výstavba budovy informačního centra. Na obou stranách se předpolí lávky napojují na stávající běžecké, resp. zásobovací trasy.

3.3. Územní podmínky

Příjezd na stavbu je možný po silnici III/29022. V blízkosti stavby se nachází stávající parkoviště využívané především v zimním období.

Stavba bude probíhat na pozemcích na katastrálním území Bedřichov U Jablonce nad Nisou:

748/1	Liberecký kraj	silnice, ostatní plocha
461/11	Rajtr Zdeněk	ostatní plocha
458/14	Česká republika	ostatní komunikace, ostatní plocha
718/1	Rajtr Zdeněk	ostatní komunikace, ostatní plocha
691/2	Česká republika	lesní pozemek
691/15	Česká republika	lesní pozemek
691/20	Česká republika	manipulační plocha, ostatní plocha

Před zahájením stavby budou vytyčena veškerá vedení inženýrských sítí v dosahu stavby a případně přijata opatření k jejich ochraně. Případné přeložky budou řešeny se správci.

Doprava bude omezoována podle postupu výstavby. Práce mimo komunikaci budou probíhat bez omezení dopravy, při zakládání patek se předpokládá svedení dopravy do jednoho jízdního pruhu a její řízení kyvadlově. Pouze při osazování nosné konstrukce se předpokládá krátkodobá úplná uzavírka a převedení dopravy na objízdnou trasu.



3.4. Geotechnické podmínky

Geotechnické podmínky nebyly zjištěny, jelikož návrh spodní stavby není předmětem této práce. S ohledem na skutečnost že se v prostoru stavby nachází bývalý lom žulového kamene lze očekávat dostatečnou únosnost základové spáry pro plošné založení.

3.5. Zhotovení objektu

Stavba a její části musí odpovídat TKP a příslušným ČSN, EN. Řešení typových detailů bude odpovídat vzorovým listům. Použité typové prvky musí být schváleny, certifikovány.

Hotová stavba bude převzata až po kompletním dokončení.

Postup a způsob výstavby musí respektovat místní podmínky. Mezideponie materiálu bude umístěna tak, aby nebyl ohrožen provoz na přilehlých komunikacích, stav inženýrských sítí ani stabilita svahu zářezu.

3.6. Projektové podklady

- a) Architektonická studie
- b) Vrstevnice z mapových podkladů
- c) Geodetické zaměření přilehlého pozemku (parkoviště)
- d) Rekognoskace terénu
- e) Fotodokumentace
- f) Informace z katastru nemovitostí



4. Technické řešení

4.1. Popis nosné konstrukce lávky

Nosnou konstrukci lávky tvoří tři dvojice lepených lamelových nosníků spřažených s monolitickou přímo pojižděnou železobetonovou deskou. Nosná konstrukce je o třech spojitých polích. Střední vzpěry tvoří dvojice šikmých kyvných stojek pod úhlem 30° , rovněž z lepeného lamelového dřeva. Hlavní nosníky jsou profilu 3x2x240/510 mm, deska mostovky má tloušťku 200-266 mm se střešovitým příčným spádem. V podélném směru jsou nosníky i deska mostovky zakřiveny do vrcholového oblouku nivelety o poloměru cca 69 m a to nad středním polem (krajní pole jsou v konstantním podélném spádu 8,33 %).

Spřažení dřeva a betonu je provedeno pomocí spřahovacích prvků SFS intec - vruty VB 48-7,5x165 uspořádaných ve dvojicích křížem dle podkladů výrobce. Na každém hlavním nosníku jsou ve 2 řadách a s roztečí po 120mm. Vzpěry jsou profilu 3x2x240/360 mm.

Dvojice vzpěr jsou vzájemně spojeny ocelovými svařenci H profilu a zavětrovány pomocí ocelových táhel. Zajištění rozteče dvojic vzpěr je řešeno rozpěrami v úrovni kotvení táhel zavětrování.

Uložení hlavních nosníků na opěry je řešeno pomocí ocelových ložisek s čepy. Podobně je řešeno uložení na kyvné stojky vzpěr a uložení vzpěr na základové pasy.

Navržená struktura konstrukce umožňuje snadnou přístupnost, kontrolu a obnovu ochranného nátěru nosníků.



4.2. Údaje o založení a spodní stavbě lávky

Založení stavby je navrženo s ohledem na předpokládaný charakter základové půdy jako plošné. Střední šikmé vzpěry budou založeny na základových pasech ze železobetonu s rubovou kontaktní výplní výkopu pro zajištění odpovídajícího pasivního odporu zeminy.

Krajní opěra ve směru staničení v pravo (na straně u parkoviště) je navržena jako úhlová zeď. Společně s křídly tvoří tzv. krabicovou opěru, založenou na nezámraznou hloubku.

Krajní opěra vlevo ve směru staničení je řešena jako klasická tížná zeď z betonu, doplněná samostatnými rovnoběžnými křídly rovněž charakteru tížných zdí.

Celá spodní stavba bude provedena s kamenným obkladem, který lépe zasadí stavbu do krajiny. Předpokládá se kamenný obklad předem vyzděný do bednění pro zajištění dostatečné soudržnosti bez dodatečného kotvení.

4.3. Vybavení lávky

Jako záchytné zařízení je na lávce navrženo ocelové zábradlí se subtilní výplní výšky 150cm odpovídající požadavkům pro provoz cyklistů a zimnímu využití. Zábradlí bude prodlouženo i na křídlech. Sloupky budou upevněny k mostovce dodatečným kotevním systémem (chemické kotvy).

Pro zamezení poškození konstrukce nárazem vozidla do vzpěry bude na levé straně ve směru staničení osazeno ocelové svodidlo. Pravá vzpěra je dostatečně chráněná odraznou obrubou chodníku.

Vozovku na lávce tvoří přímo pojížděná deska mostovky opatřená přímo pojížděnou izolací. Skladba vozovky na předpolích je navržena s ohledem na předpokládané využití a je uvedena ve výkresové dokumentaci.

Dilatační spáry na lávce budou překryty mostními dilatačními kobercovými závěry, dodatečně kotvenými. Těsnění spar okolo závěrů bude provedeno asfaltovou zálivkou

Odvodnění je řešeno svedením vody podélným a příčným vyspádováním mimo lávku a do příkopu komunikace.



4.4. Statické a hydrotechnické posouzení

Statický výpočet je samostatnou přílohou této dokumentace.

Hydrotechnické posouzení nebylo provedeno s ohledem na charakter a rozsah stavby.

4.5. Cizí zařízení na lávce

S umístěním cizích zařízení se na lávce nepočítá.

4.6. Řešení protikorozní ochrany, ochrany proti agresivitě prostředí a bludným proudům

Korozní průzkum nebyl proveden. V blízkosti lávky se nenachází žádný významný zdroj stejnosměrného napětí a proto předpokládám, že není nutné řešit ochranu proti bludným proudům.

Protikorozní ochrana zábradlí a styčníků musí odpovídat TKP 19.B:

TKP 19.B.P5 - Tabulka I - ochranné protikorozní povlaky pro ocelové konstrukce, pořadové číslo 11- pro stupeň korozní agresivity podle ČSN EN 12944 2 a tabulky III B TKP kap.19.B - C4 + K8(speciální) a životnost VV.

TKP 19.B.P5 - Tabulka II - celkový přehled systémů PKO pro ocelové konstrukce, typ III a - žárově zinkované povrchy ponorem

Očištění povrchu Sa 2.5, Medium G

Žárové zinkování ponorem: 85 μm (min.70)

Epoxid zinkfosfát: 150 μm (min.150)

Alifatický polyuretan: 60 μm (min.60)

Celkem: 295 μm (min.280)

Pro kotevní a spojovací materiál záchytných zařízení budou použity nerezové šrouby pevnostní třídy 70/A2.

4.7. Požadované podmínky a měření sedání a průhybů

S ohledem na rozsah a charakter lávky se nepožaduje měření sedání ani průhybů.

4.8. Požadované zatěžovací zkoušky

S ohledem na velikost rozpětí mostovky do 30 m není požadována zatěžovací zkouška.



5. Stavba lávky

5.1. Postup a technologie výstavby

Před zahájením stavby budou ověřena a případně vytyčena veškerá podzemní vedení inženýrských sítí v dosahu stavby. Dotčená vedení budou ručně obnažena a po dohodě za účasti dozoru správce vedení bude provedena jejich ochrana vložením do půlené chráničky. Současně bude provedeno dopravní opatření s omezením provozu na silnici.

Jako první budou provedeny výkopy pro založení spodní stavby a křídel, tato činnost by neměla ovlivnit průjezdnost komunikace.

Následně budou vyarmovány a vybetonovány základy opěr, následně dříky a křídla opěr včetně úložných prahů a závěrných zídek. Před betonáží dříků opěr a křídel bude vyzděn kamenný obklad.

Po odbednění bude možné provést nátěry proti zemní vlhkosti a obsypy základů, násypy obou ramp, přechodové oblasti za opěrami.

Následně bude možné dopravit předmontovanou nosnou konstrukci včetně spřahujících prvků a za úplné uzavírky komunikace ji osadit. Do doby aktivace šikmých vzpěr bude konstrukce podepřena.

Za dočasného podepření bude provedeno bednění a betonáž mostovky. Po dostatečném vyvrání betonu budou osazeny dilatační závěry a provedena přímo pojížděná izolace.

Na předpolích bude provedeno kompletní vozovkové souvrství, úpravy povrchů svahů ohumusováním a osetím, úpravy pod lávkou apod.

Současně bude možné osadit záchytná zařízení.

Následovat budou dokončovací práce, demontáž zařízení staveniště, uvedení přílehlých ploch do původního stavu, zrušení provizorního dopravního značení apod.

5.2. Specifické požadavky pro předpokládanou technologii stavby

Přístup na stavbu bude zajištěn po silnici III/29022.

Stavba si zajistí zásobování elektrickou energií ve vlastní režii.

Zařízení staveniště se předpokládá na parkovišti v bezprostřední blízkosti stavby.

V případě prací v ochranném pásmu inženýrských sítí je třeba zažádat o povolení těchto prací u správce vedení.

5.3. Související objekty stavby

V současnosti je lávka řešena jako samostatný objekt tak, aby bylo možné doplnit infrastrukturu navazujícími investicemi.

5.4. Vztah k území

Lávka umožní bezpečné překročení komunikace sportovci a doplní krajinu o "vstupní bránu" do sportovního areálu Bedřichova.



6. Přehled provedených výpočtů

6.1. Vytyčovací údaje

Vytyčení stavby není předmětem této práce.

6.2. Prostorové uspořádání a geometrie lávky

Prostorové uspořádání lávky odpovídá sportovním potřebám běžecké tratě a pro průjezd sněžné rolby, volná šířka 6 m. Současně respektuje požadavky NIPI na maximální podélný spád do 8.33 % .

7. Řešení přístupu a užívání stavby osobami s omezenou schopností pohybu a orientace

Niveleta pěší komunikace respektuje požadavky NIPI na maximální podélný spád 8.33 % a umožňuje tak užívání osobami s omezenou schopností pohybu a orientace v letním období.

V Liberci 05/2017
Vypracoval Jakub Humpal



Statický výpočet

Obsah:

1. ÚVOD.....	2
1.1. VŠEOBECNĚ	2
1.2. POPIS KONSTRUKCE.....	2
1.3. PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	2
1.4. LITERATURA.....	3
2. STATICKÝ VÝPOČET.....	3
2.1. GEOMETRIE.....	3
<i>Tvar konstrukce.....</i>	<i>4</i>
2.1.1. <i>Model konstrukce.....</i>	<i>6</i>
2.2. ZATÍŽENÍ.....	15
2.2.1. <i>Stálá zatížení.....</i>	<i>15</i>
2.2.2. <i>Nahodilá zatížení</i>	<i>15</i>
2.2.3. <i>Sestavené zatěžovací stavy.....</i>	<i>16</i>
2.3. VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL	23
2.3.1. <i>Průběh napětí hlavních nosných prvků</i>	<i>23</i>
2.3.2. <i>Návrh desky mostovky.....</i>	<i>28</i>
2.4. SUPERPOZICE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ	33
2.5. POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE	40
2.5.1. <i>Hlavní noníky.....</i>	<i>40</i>
2.5.2. <i>Návrh sprážení.....</i>	<i>40</i>
2.5.3. <i>Dřevěné vzpěry</i>	<i>41</i>
2.5.4. <i>Uložení.....</i>	<i>44</i>
2.6. VLASTNÍ FREKVENCE A TVARY KMITÁNÍ	45
3. ZÁVĚR.....	46



1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o spřaženou dřevobetonovou lávku s horní mostovkou přes silnici III/29022. Lávka leží v extravilánu Bedřichova a převádí provoz cyklistů, chodců a v zimním období lyžařů včetně sněžné rolby pro úpravu stop.

1.2. Popis konstrukce

Nosnou konstrukci mostu tvoří tři dvojice lepených lamelových nosníků spřažených s monolitickou přímo pojižděnou železobetonovou deskou. Nosná konstrukce je o třech spojitých polích. Střední vzpěry tvoří dvojice šikmých kyvných stojek pod úhlem 30° , rovněž z lepeného lamelového dřeva. Hlavní nosníky jsou profilu $3 \times 2 \times 240/510$ mm, deska mostovky má tloušťku 200-266 mm se střechovitým příčným spádem. V podélném směru jsou nosníky i deska mostovky zakřiveny do vrcholového oblouku nivelety o poloměru cca 69 m a to nad středním polem (krajní pole jsou v konstantním podélném spádu 8,33 %).

Spřažení dřeva a betonu je provedeno pomocí spřahovacích prvků SFS intec - vruty VB 48-7,5x165 uspořádaných ve dvojicích křížem dle podkladů výrobce. Na každém hlavním nosníku jsou ve 2 řadách a s roztečí po 120 mm. Vzpěry jsou profilu $3 \times 2 \times 240/360$ mm.

Dvojice vzpěr jsou vzájemně spojeny ocelovými svařenci H profilu a zavětrovány pomocí ocelových táhel. Zajištění rozteče dvojic vzpěr je řešeno rozpěrami v úrovni kotvení táhel zavětrování.

Uložení hlavních nosníků na opěry je řešeno pomocí ocelových ložisek s čepy. Podobně je řešeno uložení na kyvné stojky vzpěr a uložení vzpěr na základové pasy.

Navržená struktura konstrukce umožňuje snadnou přístupnost, kontrolu a obnovu ochranného nátěru nosníků.

1.3. Předpoklady výpočtu

Předpokládám použití lepeného lamelového dřeva třídy GL32. Ocelové prvky předpokládám z oceli S355, resp. S235.

Tuhost v příčném směru je zajištěna spřažením s železobetonovou deskou.

Hlavní nosná konstrukce je navržena na zatížení 5 kN/m^2 , resp. sněžnou rolbu o hmotnosti 12 t. Přejezd obslužného vozidla o hmotnosti 12 t v žádné kombinaci nevytvoří větší zatížení než kombinace pěší resp. sněžné rolby a sněhu.

Výpočet je proveden za předpokladu, že při betonáži desky mostovky budou nosníky provizorně podepřeny.



1.4. Literatura

Normy:

- ČSN EN 1991-2 (73 6203) Zatížení konstrukcí - Zatížení mostů dopravou

Programy:

- FEAT'2000, řešení konstrukcí metodou konečných prvků

Literatura:

- Statické tabulky

2. Statický výpočet

2.1. Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z příložených schémat. Vstupní údaje a údaje o modelu jsou s ohledem na množství údajů uvedeny pouze základní, kompletní vstupy jsou dohledatelné ve výpočetním programu.

Jako model nosné konstrukce je zvolen třípolový spojitý dřevěný nosník spřažený s železobetonovou deskou uložený na opěrách a poděpřen šikmými vzpěramy.

Rozpětí hlavních nosníků je 27.5 m. Jednotlivé nosníky jsou tvořeny dvojicí GL nosníků s velikostí polí 8.0+11.5+8.0 m. Osová vzdálenost dvojice nosníků činí 2.255 m.

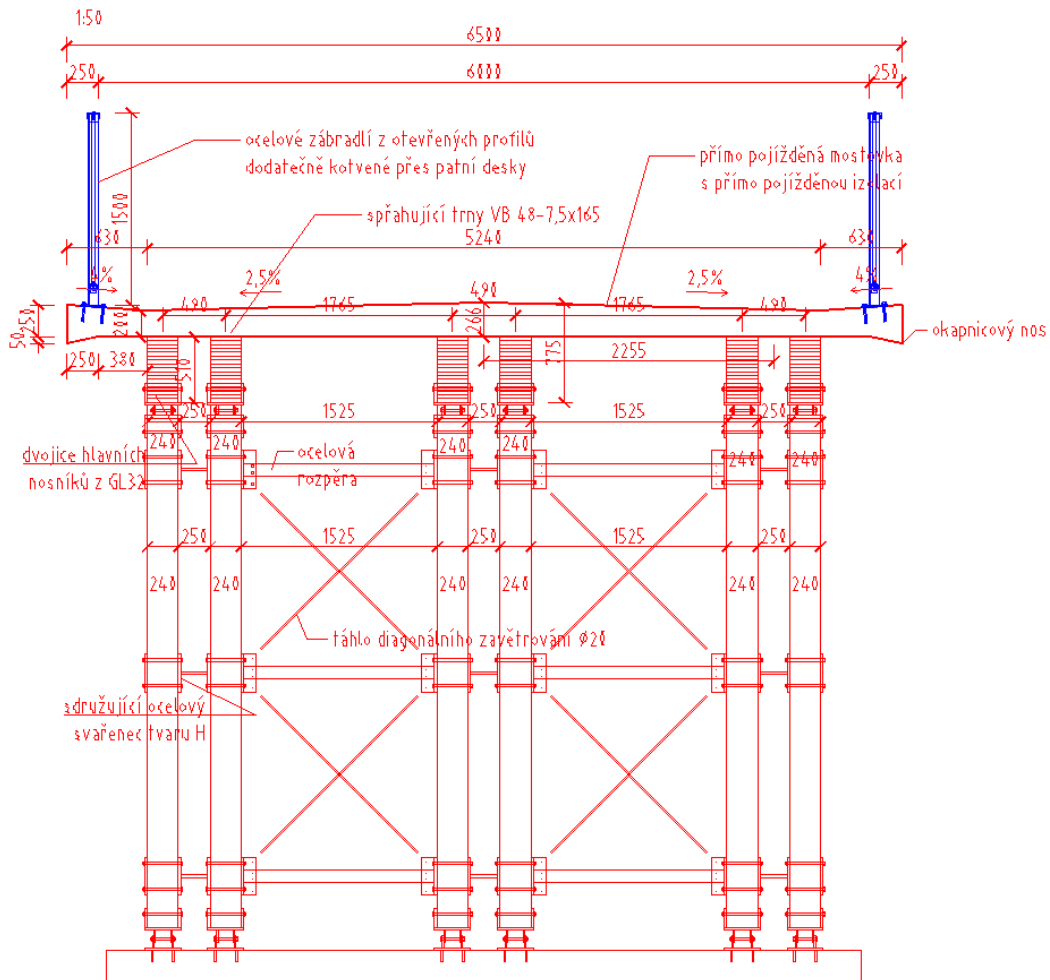
Vzpěry jsou rovněž z dvojic GL nosníků skloněných pod úhlem 30° a spojených ocelovými H profily.

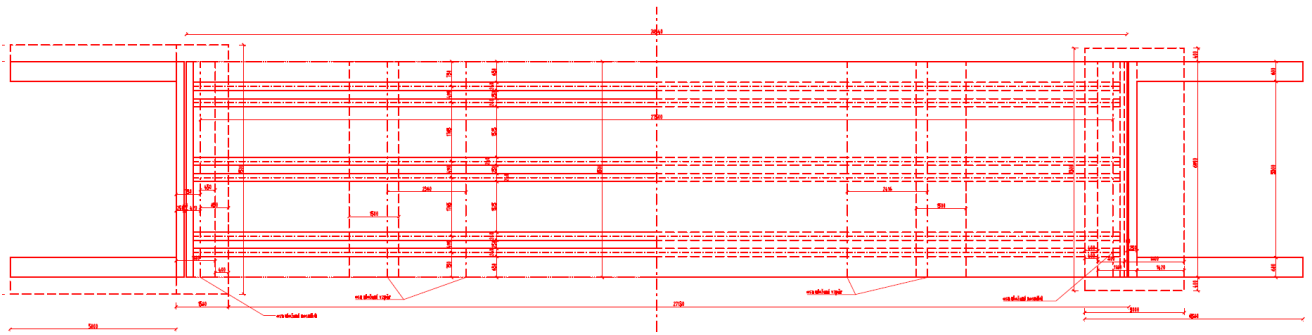


Tvar konstrukce

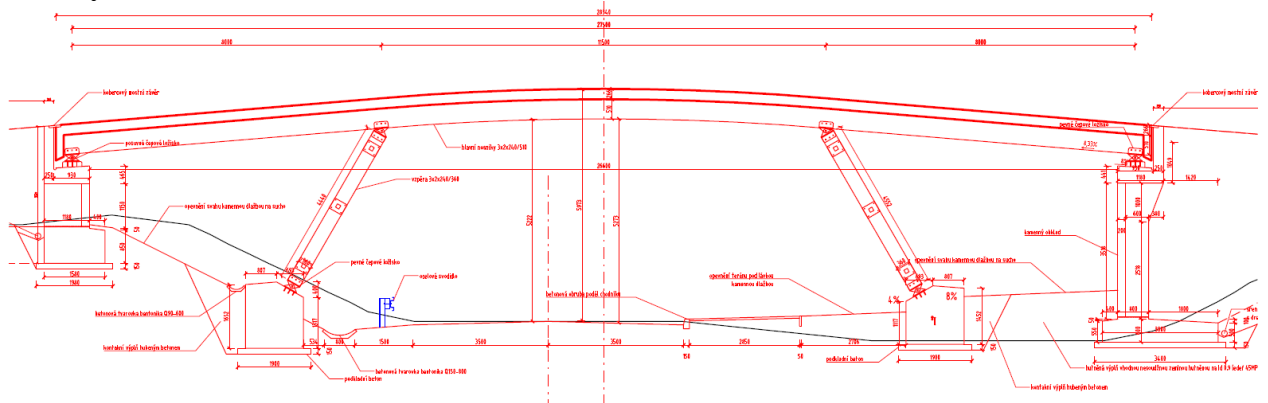
Tvar konstrukce je přiložen ve formě schémat z projektové části.

Příčný řez





Podélný řez

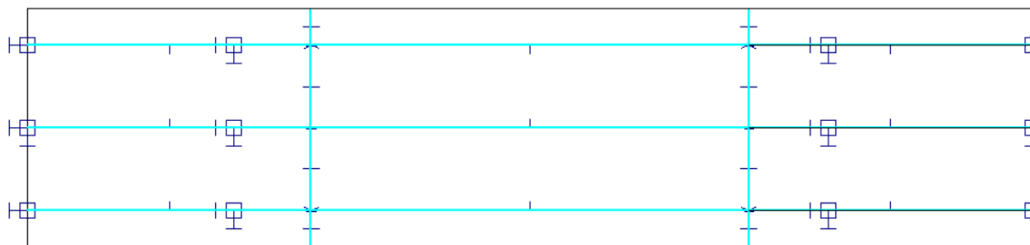




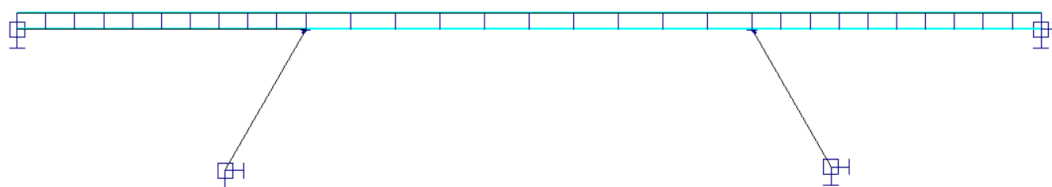
2.1.1. Model konstrukce

Model nosné konstrukce je vytvořen v programovém systému FEAT_2000 za využití grafického systému pro přípravu geometrie.

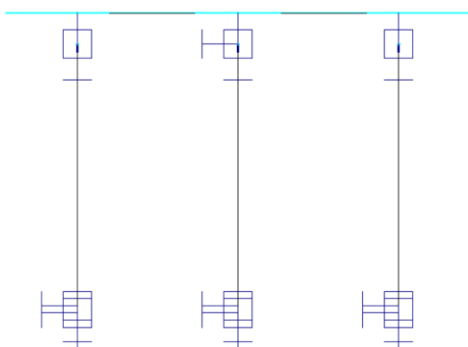
Model v půdorysu



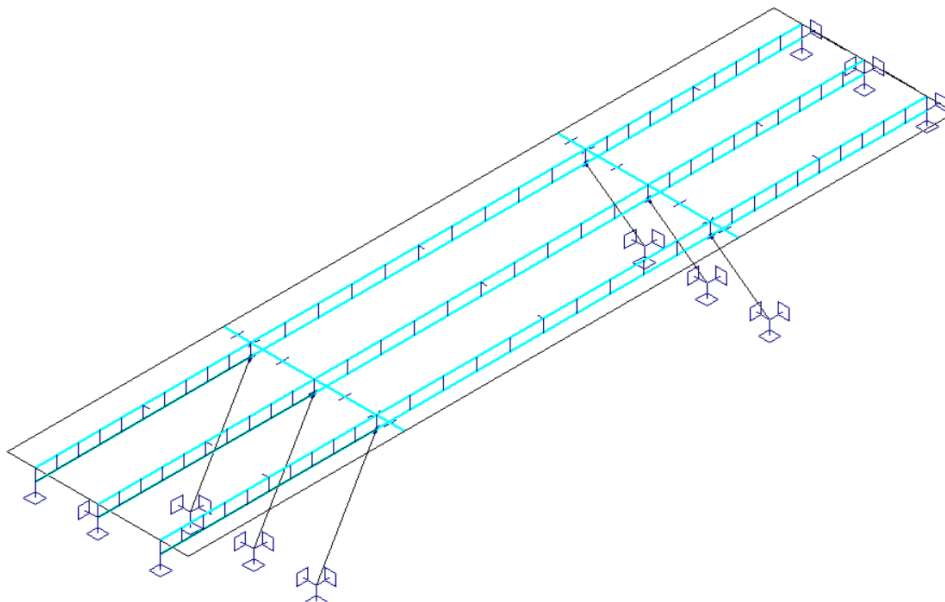
Model v podélném řezu



Model v příčném řezu



Model v axonometrii





Data o konstrukci z výpočetního programu FEAT 2000

Údaje o konstrukci

Jméno projektu	bcp	Prutů	15	Geometrie - délky	m
Autor projektu	JH	Ploch	3	Geometrie - úhly	deg
Popis projektu		Zatížení	108	Průřezy - délky	m
Rozměr projektu	Prostor	Podpor	12	Zatížení, výsledky - síly	kN
Datum	22.5.2017	Bodů	0	Zatížení, výsledky - napětí	kPa
Čas	19:08	Linii	25	Zatížení, výsledky - délky	m
		Ploch	0	Deformace - posuny	m
		Kontaktů	86	Deformace - natočení	deg
		Materiálů	2	Čas	sec
		Průřezů	3	Teplota	°C
		Tloušťek	1	Hmota	t
		Podloží	0		
		Skupin	4		
		Zat. stavů	88		

Výpis zadáných materiálů:

E1, E2	[kPa]	moduly pružnosti (E2 pouze pro ortotropní materiál)
ni		Poissonův součinitel
gama	[t/m3]	objemová hmotnost
K1, K2	[kN/m3]	koeficienty tepelné roztažnosti
útlum		dekrement útlumu

Materiál	Typ	E 1	ni	gama	K 1	E 2	K 2	útlum
		[kPa]		[t/m3]	[kN/m3]	[kPa]	[kN/m3]	
B35	BETON	3.450e+07	0.200	2.500	1.000e-05			0.100
DŘEVO	DŘEVO	1.000e+07	0.050	0.600	3.000e-06			

Materiál	Objem	Hmotnost
	[m3]	[t]
B35	35.750	89.375
DŘEVO	24.632	14.779
celkem		104.154



Průřez : nosník

Typ : složený

Počet dílčích průřezů : 2

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : $A = 0.2448 \text{ m}^2$

první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.00530604 \text{ m}^4$

druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.016475 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.00530604 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.016475 \text{ m}^4$

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : 0 deg

modul průřezu : $W_y = 0.020808 \text{ m}^3$: $W_z = 0.0445271 \text{ m}^3$

plastický průřezový modul : $W_{pl.y} = 0.031212 \text{ m}^3$: $W_{pl.z} = 0.0612 \text{ m}^3$

poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.147224 \text{ m}$: $i_z = 0.259422 \text{ m}$

moment tuhosti v prostém kroucení : $I_k = 0.00412198 \text{ m}^4$

"teplotní koeficient" Temp Y : $\text{TempY} = 0.010404 \text{ m}^3$

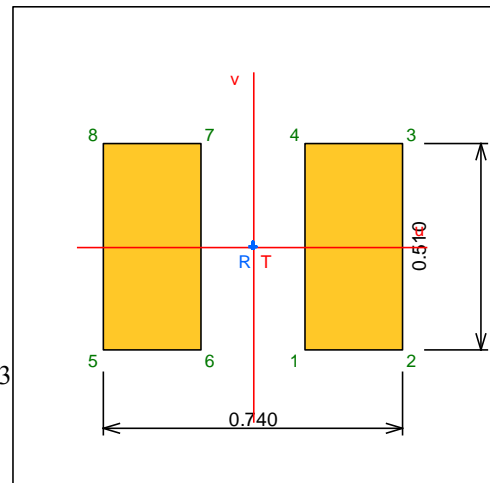
"teplotní koeficient" Temp Z : $\text{TempZ} = 0.0222636 \text{ m}^3$

koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 1$

koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$

poloha těžiště vztážená k zadávacím souř. osám : $e_y = 0 \text{ m}$: $e_z = 0 \text{ m}$

poloha těžiště vztážená k prvnímu vrcholu prvního průřezu : $e_y = -0.13 \text{ m}$: $e_z = 0.255 \text{ m}$



Další údaje o průřezu :

natočení průřezu : $\alpha = 0 \text{ deg}$

poloha referenčního bodu : $y = 0 \text{ m}$: $z = 0 \text{ m}$

objem 1 metru průřezu : 0.2448 m^3

plocha 1 metru průřezu - vnější : 3 m^2

hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál : 0.14688 t

Dílčí průřez č.1

Průřez : nosník1

Typ : monolitický

Rozměry :

výška : $h = 0.51 \text{ m}$

šířka : $b = 0.24 \text{ m}$

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : $A = 0.1224 \text{ m}^2$

první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.00265302 \text{ m}^4$

druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.00058752 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.00265302 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.00058752 \text{ m}^4$

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : -0 deg

koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 0.833333$

koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$

vzdálenost těžiště od geometrického středu průřezu : $e_y = 2.83519e-017 \text{ m}$: $e_z = 0 \text{ m}$

poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.104103 \text{ m}$: $i_z = 0.0489898 \text{ m}$

Další údaje o průřezu :

natočení průřezu : $\alpha = 0 \text{ deg}$

bod připojení dílčího průřezu : $y = 0.25 \text{ m}$: $z = 0 \text{ m}$

přiřazený materiál : DŘEVO

objem 1 metru průřezu : 0.1224 m^3

plocha 1 metru průřezu - vnější : 1.5 m^2



Dílčí průřez č.2

Průřez : nosník2
Typ : monolitický

Rozměry :

výška : $h = 0.51$ m
šířka : $b = 0.24$ m

Průřezové charakteristiky :
průřezová plocha : $A = 0.1224$ m²
první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.00265302$ m⁴
druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.00058752$ m⁴
moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.00265302$ m⁴
moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.00058752$ m⁴
odklon hlavních os momentu setrvačnosti : -0 deg
koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 0.833333$
koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$
vzdálenost těžiště od geometrického středu průřezu : $e_y = 0$ m : $e_z = 0$ m
poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.104103$ m : $i_z = 0.0489898$ m

Další údaje o průřezu :
natočení průřezu : $\alpha = 0$ deg
bod připojení dílčího průřezu : $y = -0.25$ m : $z = 0$ m
přiřazený materiál : DŘEVO
objem 1 metru průřezu : 0.1224 m³
plocha 1 metru průřezu - vnější : 1.5 m²
Souřadnice vrcholů průřezu:

nosník1:

Vrchol č. 1 : $y = 0.13$ m : $z = -0.255$ m
Vrchol č. 2 : $y = 0.37$ m : $z = -0.255$ m
Vrchol č. 3 : $y = 0.37$ m : $z = 0.255$ m
Vrchol č. 4 : $y = 0.13$ m : $z = 0.255$ m

nosník2:

Vrchol č. 1 : $y = -0.37$ m : $z = -0.255$ m
Vrchol č. 2 : $y = -0.13$ m : $z = -0.255$ m
Vrchol č. 3 : $y = -0.13$ m : $z = 0.255$ m
Vrchol č. 4 : $y = -0.37$ m : $z = 0.255$ m



Průřez : stojka 2x

Typ : složený

Počet dílčích průřezů : 2

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : $A = 0.1728 \text{ m}^2$

první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.00186624 \text{ m}^4$

druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.0116294 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.00186624 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.0116294 \text{ m}^4$

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : 0 deg

modul průřezu : $W_y = 0.010368 \text{ m}^3$: $W_z = 0.0314309 \text{ m}^3$

plastický průřezový modul : $W_{pl.y} = 0.015552 \text{ m}^3$: $W_{pl.z} = 0.0432 \text{ m}^3$

poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.103923 \text{ m}$: $i_z = 0.259422 \text{ m}$

moment tuhosti v prostém kroucení : $I_k = 0.00165166 \text{ m}^4$

"teplotní koeficient" Temp Y : $\text{TempY} = 0.005184 \text{ m}^3$

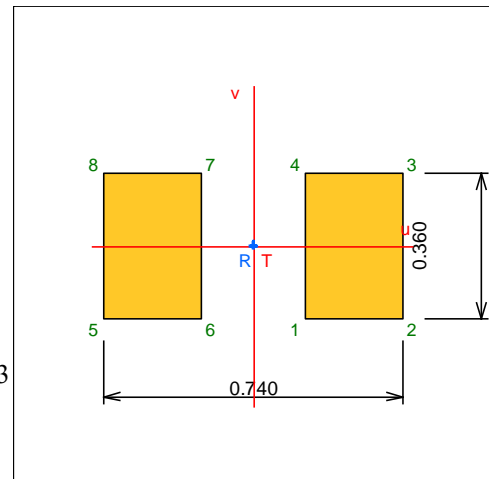
"teplotní koeficient" Temp Z : $\text{TempZ} = 0.0157155 \text{ m}^3$

koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 1$

koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$

poloha těžiště vztahovaná k zadávacím souř. osám : $e_y = 0 \text{ m}$: $e_z = 0 \text{ m}$

poloha těžiště vztahovaná k prvnímu vrcholu prvního průřezu : $e_y = -0.13 \text{ m}$: $e_z = 0.18 \text{ m}$



Další údaje o průřezu :

natočení průřezu : $\alpha = 0 \text{ deg}$

poloha referenčního bodu : $y = 0 \text{ m}$: $z = 0 \text{ m}$

objem 1 metru průřezu : 0.1728 m³

plocha 1 metru průřezu - vnější : 2.4 m²

hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál : 0.10368 t

Dílčí průřez č.1

Průřez : nosník1

Typ : monolitický

Rozměry :

výška : $h = 0.36 \text{ m}$

šířka : $b = 0.24 \text{ m}$

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : $A = 0.0864 \text{ m}^2$

první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.00093312 \text{ m}^4$

druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.00041472 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.00093312 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.00041472 \text{ m}^4$

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : -0 deg

koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 0.833333$

koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$

vzdálenost těžiště od geometrického středu průřezu : $e_y = 0 \text{ m}$: $e_z = 0 \text{ m}$

poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.0734847 \text{ m}$: $i_z = 0.0489898 \text{ m}$

Další údaje o průřezu :

natočení průřezu : $\alpha = 0 \text{ deg}$

bod připojení dílčího průřezu : $y = 0.25 \text{ m}$: $z = 0 \text{ m}$

přiřazený materiál : DŘEVO

objem 1 metru průřezu : 0.0864 m³

plocha 1 metru průřezu - vnější : 1.2 m²



Dílčí průřez č.2

Průřez : nosník2
Typ : monolitický

Rozměry :

výška : $h = 0.36$ m

šířka : $b = 0.24$ m

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : $A = 0.0864$ m²

první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.00093312$ m⁴

druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.00041472$ m⁴

moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.00093312$ m⁴

moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.00041472$ m⁴

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : -0 deg

koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 0.833333$

koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$

vzdálenost těžiště od geometrického středu průřezu : $e_y = 0$ m : $e_z = 0$ m

poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.0734847$ m : $i_z = 0.0489898$ m

Další údaje o průřezu :

natočení průřezu : $\alpha = 0$ deg

bod připojení dílčího průřezu : $y = -0.25$ m : $z = 0$ m

přířazený materiál : DŘEVO

objem 1 metru průřezu : 0.0864 m³

plocha 1 metru průřezu - vnější : 1.2 m²

Souřadnice vrcholů průřezu:

nosník1:

Vrchol č. 1 : $y = 0.13$ m : $z = -0.18$ m

Vrchol č. 2 : $y = 0.37$ m : $z = -0.18$ m

Vrchol č. 3 : $y = 0.37$ m : $z = 0.18$ m

Vrchol č. 4 : $y = 0.13$ m : $z = 0.18$ m

nosník2:

Vrchol č. 1 : $y = -0.37$ m : $z = -0.18$ m

Vrchol č. 2 : $y = -0.13$ m : $z = -0.18$ m

Vrchol č. 3 : $y = -0.13$ m : $z = 0.18$ m

Vrchol č. 4 : $y = -0.37$ m : $z = 0.18$ m



Výpis zadanych tlouštěk:

Označení	Materiál	Tloušťka [m]
deska	*B35	0.200

Výpis prutových dílců - parametry prutů:

Prut	Typ prutu	Průřez 1	Působení	Délka [m]	Objem [m ³]	Skupina
1	Obecný	nosník	Běžný	7.752	1.898	Skupina č.1
2	Obecný	nosník	Běžný	11.989	2.935	Skupina č.1
3	Obecný	nosník	Běžný	7.758	1.899	Skupina č.1
4	Obecný	stojka 2x	Běžný	4.333	0.749	Skupina č.1
5	Obecný	stojka 2x	Běžný	4.224	0.730	Skupina č.1
6	Obecný	stojka 2x	Běžný	4.333	0.749	Skupina č.1
7	Obecný	nosník	Běžný	7.752	1.898	Skupina č.1
8	Obecný	nosník	Běžný	11.989	2.935	Skupina č.1
9	Obecný	nosník	Běžný	7.758	1.899	Skupina č.1
10	Obecný	stojka 2x	Běžný	4.224	0.730	Skupina č.1
11	Obecný	stojka 2x	Běžný	4.333	0.749	Skupina č.1
12	Obecný	nosník	Běžný	7.752	1.898	Skupina č.1
13	Obecný	nosník	Běžný	11.989	2.935	Skupina č.1
14	Obecný	nosník	Běžný	7.758	1.899	Skupina č.1
15	Obecný	stojka 2x	Běžný	4.224	0.730	Skupina č.1

Výpis prutových dílců - souřadnice vrcholů:

Prut	Počátek [m]	Konec [m]
1	13.750,0.000,-0.430	5.998,0.000,-0.430
2	5.998,0.000,-0.430	-5.992,0.000,-0.430
3	-5.992,0.000,-0.430	-13.750,0.000,-0.430
4	8.159,0.000,-4.185	5.998,0.000,-0.430
5	-8.103,0.000,-4.088	-5.992,0.000,-0.430
6	8.159,2.250,-4.185	5.998,2.250,-0.430
7	13.750,2.250,-0.430	5.998,2.250,-0.430
8	5.998,2.250,-0.430	-5.992,2.250,-0.430
9	-5.992,2.250,-0.430	-13.750,2.250,-0.430
10	-8.103,2.250,-4.088	-5.992,2.250,-0.430
11	8.159,-2.250,-4.185	5.998,-2.250,-0.430
12	13.750,-2.250,-0.430	5.998,-2.250,-0.430
13	5.998,-2.250,-0.430	-5.992,-2.250,-0.430
14	-5.992,-2.250,-0.430	-13.750,-2.250,-0.430
15	-8.103,-2.250,-4.088	-5.992,-2.250,-0.430

Výpis plošných dílců - parametry ploch:

Plocha	Typ plochy	Deska	Tloušťka [m]	Objem [m ³]	Skupina
1	Rovinná deska	Tenká deska	0.200	10.078	Skupina č.1
2	Rovinná deska	Tenká deska	0.200	15.586	Skupina č.1
3	Rovinná deska	Tenká deska	0.200	10.086	Skupina č.1



Výpis plošných dílců - souřadnice vrcholů ploch:

Plocha	Hrana	Počátek [m]	Konec [m]
Polygon1	1	13.750,-3.250,0.000	5.998,-3.250,0.000
	2	5.998,-3.250,0.000	5.998,3.250,0.000
	3	5.998,3.250,0.000	13.750,3.250,0.000
	4	13.750,3.250,0.000	13.750,-3.250,0.000
Polygon2	1	5.998,-3.250,0.000	-5.992,-3.250,0.000
	2	-5.992,-3.250,0.000	-5.992,3.250,0.000
	3	-5.992,3.250,0.000	5.998,3.250,0.000
	4	5.998,3.250,0.000	5.998,-3.250,0.000
Polygon3	1	-5.992,-3.250,0.000	-13.750,-3.250,0.000
	2	-13.750,-3.250,0.000	-13.750,3.250,0.000
	3	-13.750,3.250,0.000	-5.992,3.250,0.000
	4	-5.992,3.250,0.000	-5.992,-3.250,0.000

Výpis zat. stavů, kombinací a obalových křivek:

Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G0	1.350	vl tíha	Perm - stálé	0	Perm	Ne
smrst	1.350	smrstovani	Perm - stálé	0	Perm	Ne
LM4-1	1.500	pěší všude	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-2	1.500	pěší na krajích	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-3	1.500	pěší uprostřed	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-4	1.500	pěší levobok	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-5	1.500	pěší pravobok	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA1	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA2	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA3	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA4	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA5	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA6	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA7	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA8	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA9	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA10	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA11	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA12	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA13	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA14	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ochlazení	1.500	-40	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
oteplení	1.500	+30	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
snih	1.500	6kPa	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano

Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
celk0001	1.35*G0+1.35*smrst	
celk0002	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*oteplení	
celk0003	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ochlazení	
celk0004	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*ochlazení	
celk0005	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*ochlazení	
celk0006	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*ochlazení	
celk0007	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA7+1.50*ochlazení	
celk0008	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*oteplení	
celk0009	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*ochlazení	



celk0010	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*ochlazení
celk0011	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*ochlazení
celk0012	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA5+1.50*ochlazení
celk0013	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*oteplení
celk0014	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*oteplení
celk0015	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA1+1.50*ochlazení
celk0016	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*ochlazení
celk0017	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*oteplení
celk0018	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*oteplení
celk0019	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA5+1.50*oteplení
celk0020	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*ochlazení
celk0021	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA6+1.50*ochlazení
celk0022	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*oteplení
celk0023	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0024	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0025	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0026	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0027	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-1+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0028	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0029	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0030	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0031	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA11+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0032	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0033	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0034	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0035	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0036	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0037	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0038	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0039	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0040	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0041	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0042	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA13+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0043	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-1+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0044	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0045	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA6+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0046	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0047	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0048	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0049	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA8+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0050	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA5+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0051	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0052	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA6+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0053	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0054	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA7+1.50*ochlazení+1.50*snih
celk0055	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0056	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA13+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0057	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0058	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA7+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0059	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*oteplení+1.50*snih
celk0060	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA7+1.50*snih+1.50*oteplení
celk0061	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA1+1.50*snih+1.50*ochlazení
celk0062	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA1+1.50*ochlazení+1.50*snih



2.2. Zatížení

2.2.1. Stálá zatížení

Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce je v programu vygenerováno ze zadaných tloušťek resp. profilů a objemové tíhy použitého materiálu z databanky programu zadáním gravitačního zrychlení 10m/s^2 .

2.2.2. Nahodilá zatížení

Nahodilé zatížení je sestaveno podle ČSN EN 1931-2 pro zatížení lávek pěšími.

Zatížení pěším provozem uvažují bez redukce na délku:

$$q_{pesi} = 5\text{kN/m}^2$$

Dvounápravové obslužné vozidlo o hmotnosti 12t není uvažováno s ohledem na požadavek zatížení sněžnou rolbou. Kolové tlaky obslužného vozidla jsou rozhodující pouze jako lokální zatížení mostovky.

Zatížení sněžnou rolbou o hmotnosti 12 t uvažují s rozvorem pásů 4.4m, délka pásů 4.3m a šířka pásů 1.2m. Zatížení na jeden pás činí tedy 60 kN a na jeho plochu tedy

$$q_{rolba} = \frac{60}{4.3 \cdot 1.2} = 11.63\text{kN/m}^2.$$

Dynamický součinitel neuvažují.

Vliv zatížení zábradlí na nosnou konstrukci je zanedbatelný.

Zatížení sněhem uvažují jako extrémní mokrý sníh o výšce 0.6m.

$$q_{snih} = 0.6 \cdot 10 = 6\text{kN/m}^2$$

Brzdné síly uvažují hodnotou 10% ze zatížení pěšími(zatížení rolbou činí pouze 60% ze 120kN), ale uvažují ho pouze pro návrh ložisek. Vliv brzdných sil na přerozdělení namáhání konstrukce je zanedbatelný.

$$B_{pesi} = 0.1 \cdot 6.0 \cdot 28.34 \cdot 5 = 85.02\text{kN/lávku} \text{ a } /3 \text{ na jedno ložisko} = 28.34 \text{ kN/ložisko}$$

Zatížení větrem neuvažují z důvodu zachycení bočních sil velmi tuhou betonovou mostovkou.



2.2.3. Sestavené zatěžovací stavy

Rekapitulace sestavených zatěžovacích stavů je provedena formou výpisu z použitého programu. Jednotlivé zatěžovací stavy jsou zobrazeny dále.

Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G0	1.350	vl tíha	Perm - stálé	0	Perm	Ne
smrst	1.350	smrstovani	Perm - stálé	0	Perm	Ne
LM4-1	1.500	pěší všude	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-2	1.500	pěší na krajích	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-3	1.500	pěší uprostřed	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-4	1.500	pěší levobok	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM4-5	1.500	pěší pravobok	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA1	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA2	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA3	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA4	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA5	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA6	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA7	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA8	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA9	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA10	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA11	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA12	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA13	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ROLBA14	1.500	12t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
ochlazení	1.500	-40	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
oteplení	1.500	+30	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
sníh	1.500	6kPa	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano



G0

1.350

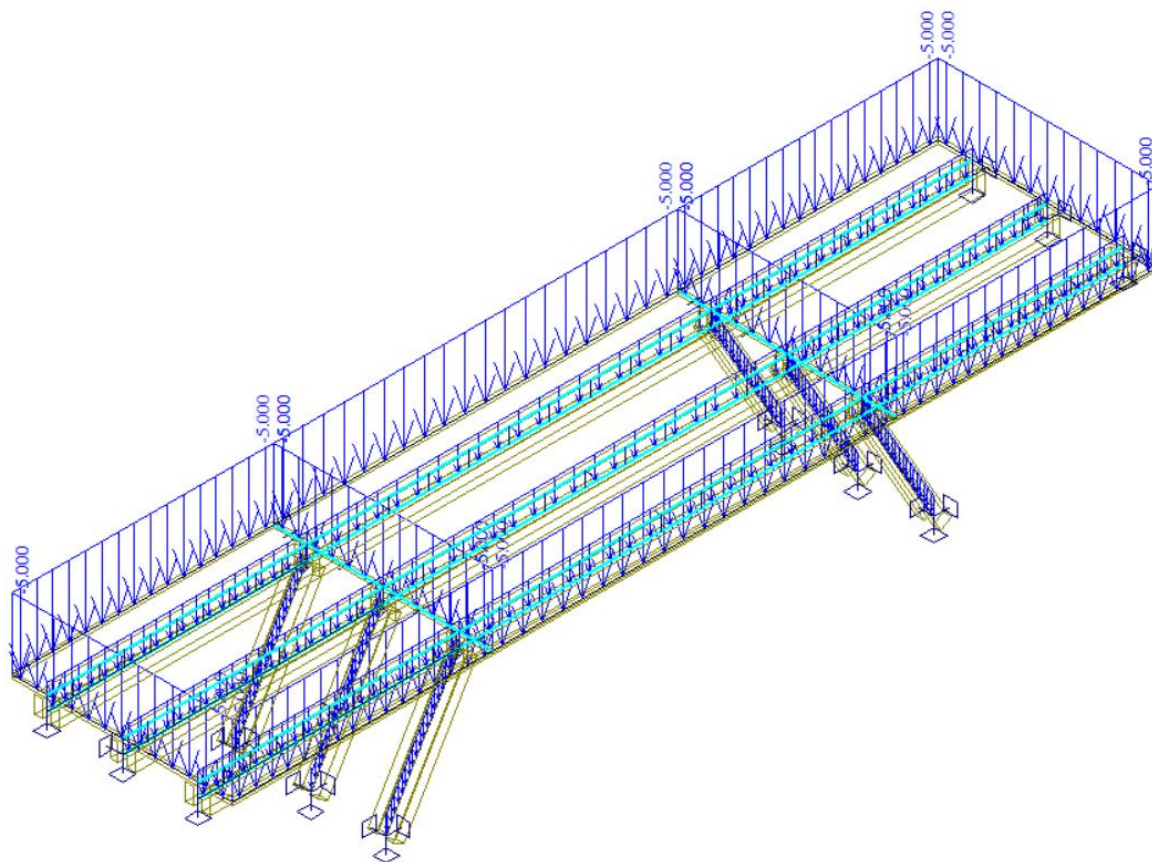
vl tíha

Perm - stálé

0

Perm

Ne



smrst

1.350

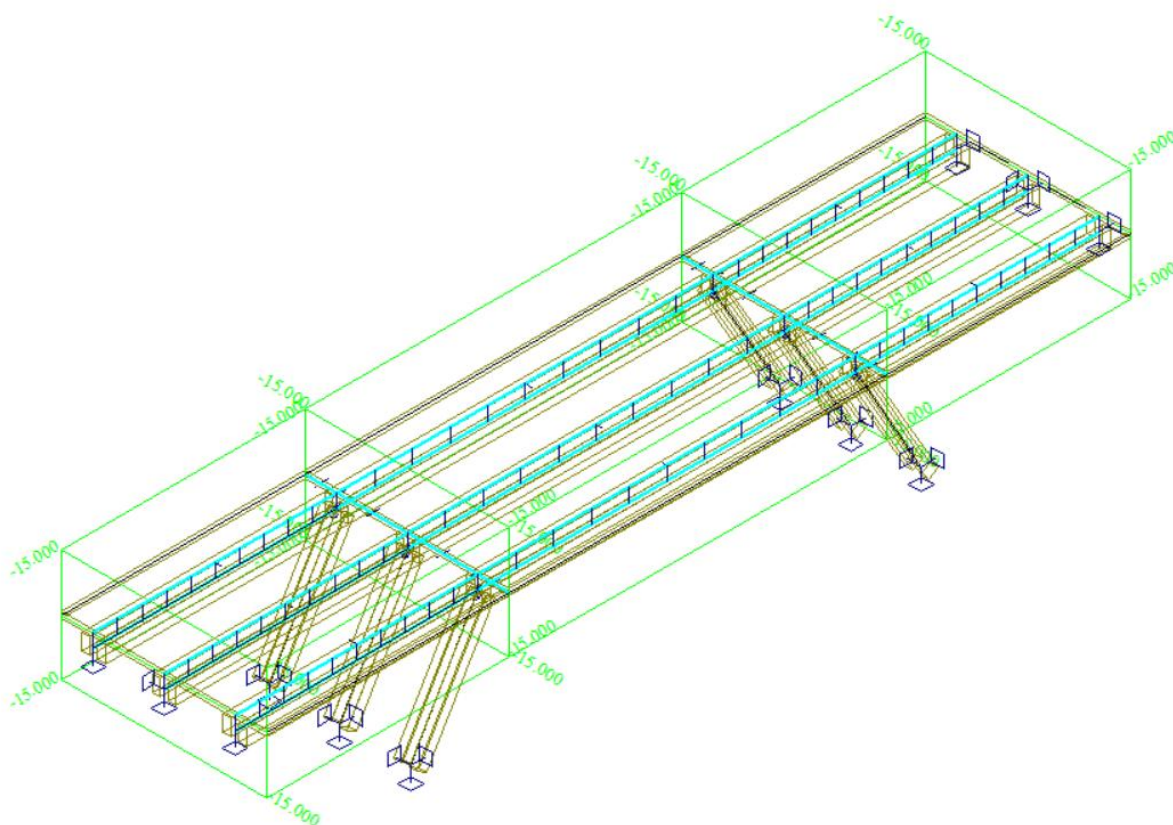
smrstovani

Perm - stálé

0

Perm

Ne





LM4-1

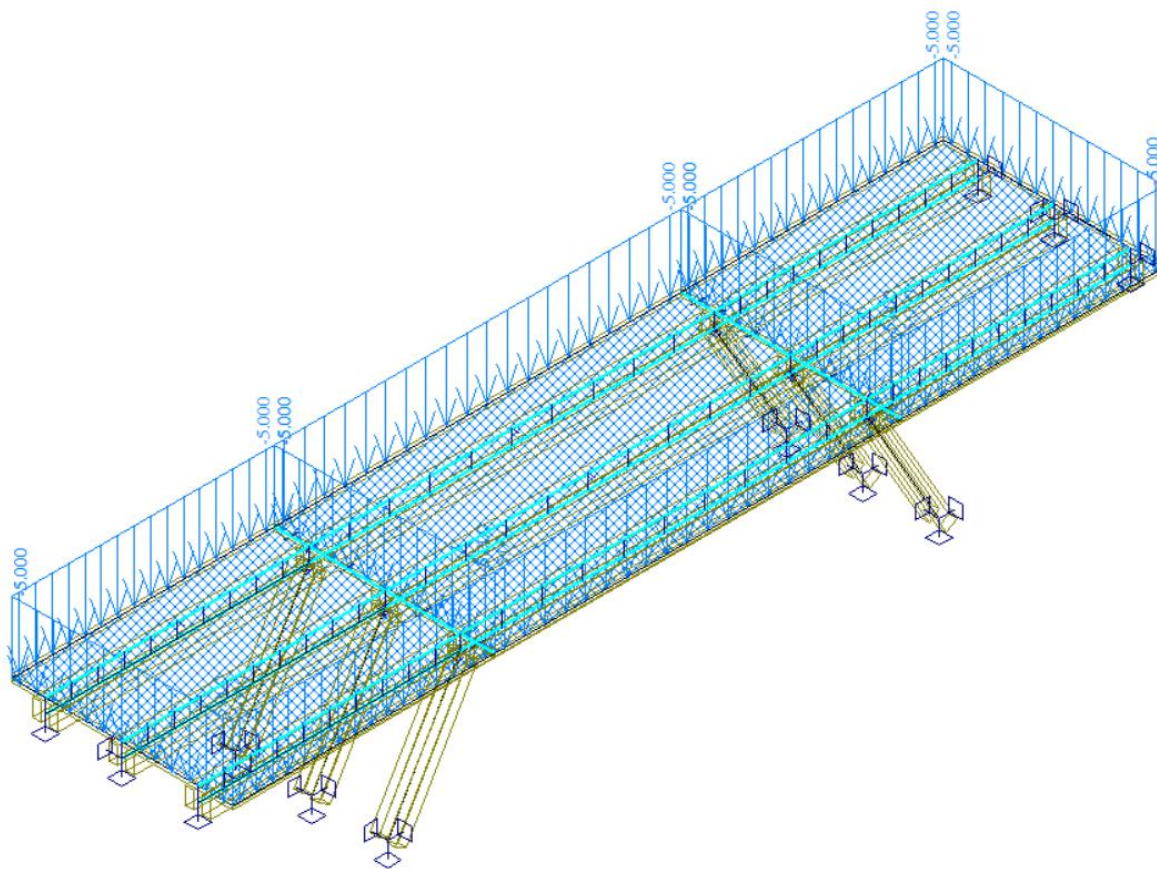
1.500

pěší všude

Short - krátkodobé 0

Short !

Ano



LM4-2

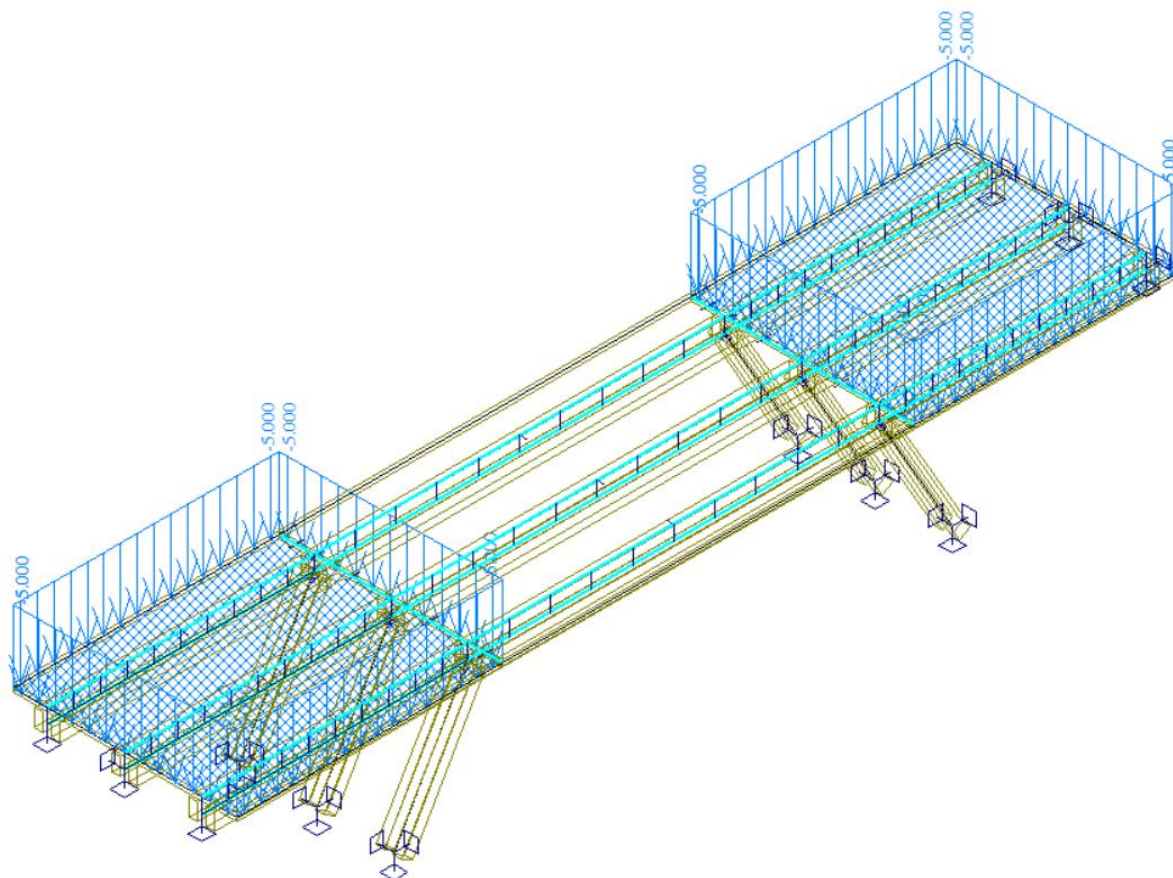
1.500

pěší na krajích

Short - krátkodobé 0

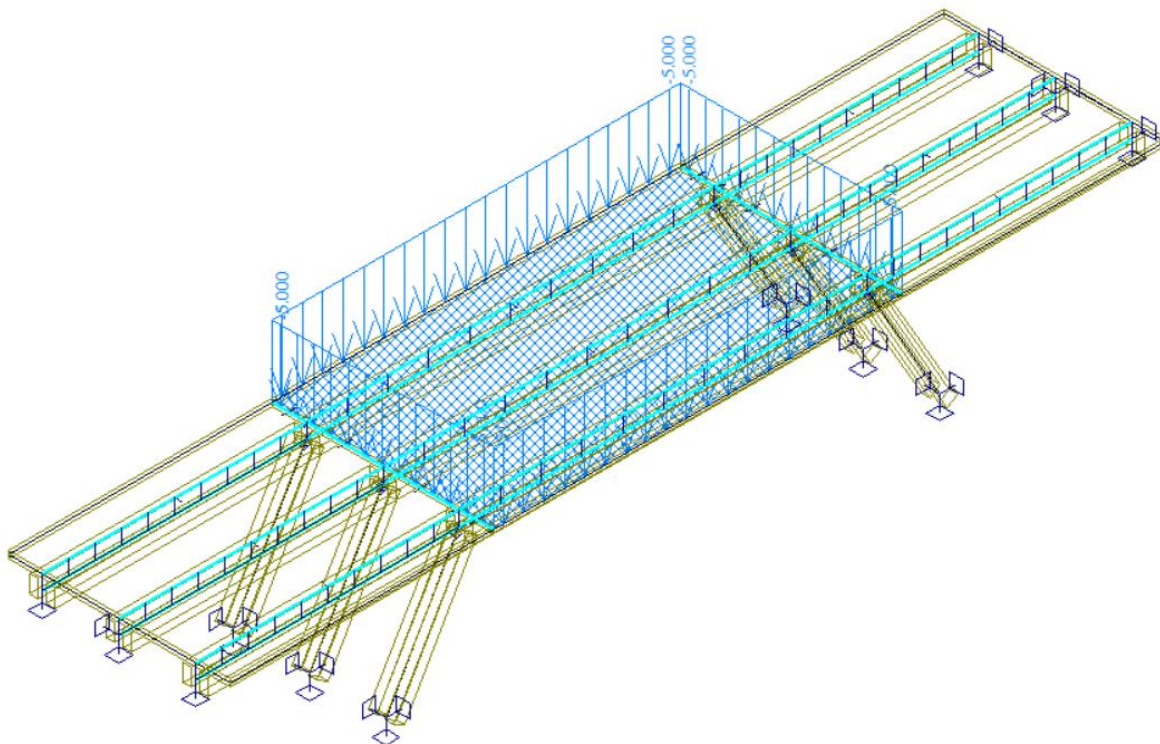
Short !

Ano

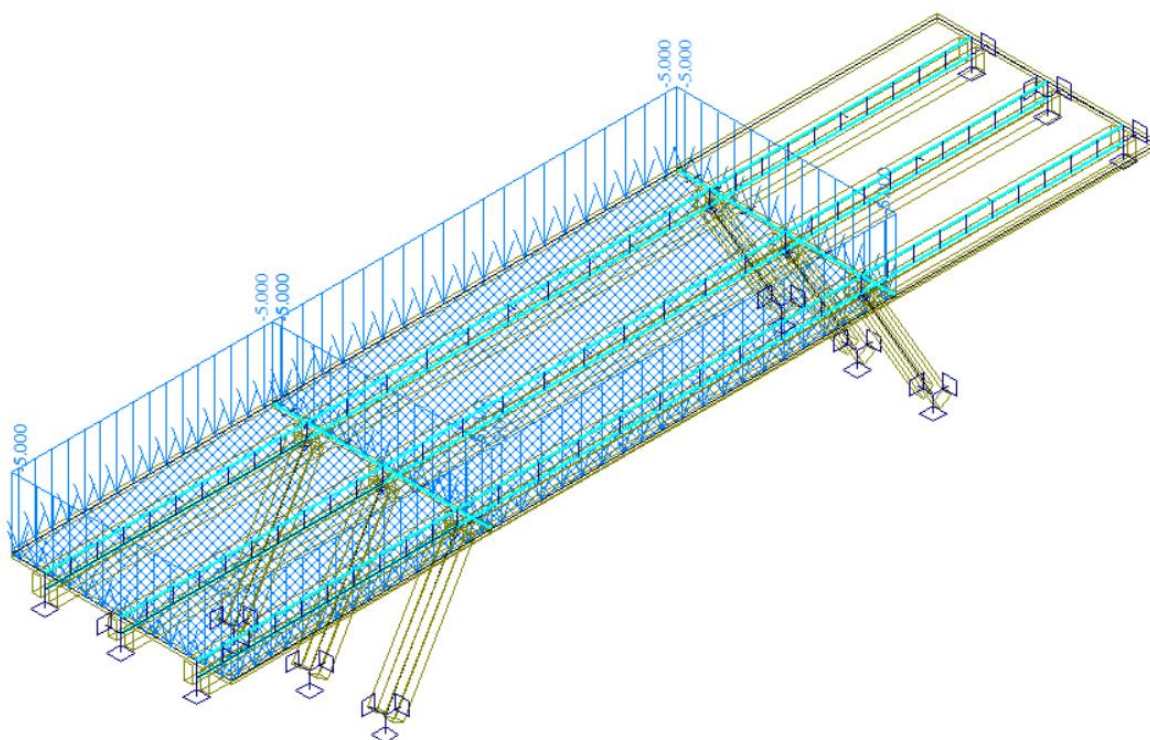




LM4-3 1.500 pěší uprostřed Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

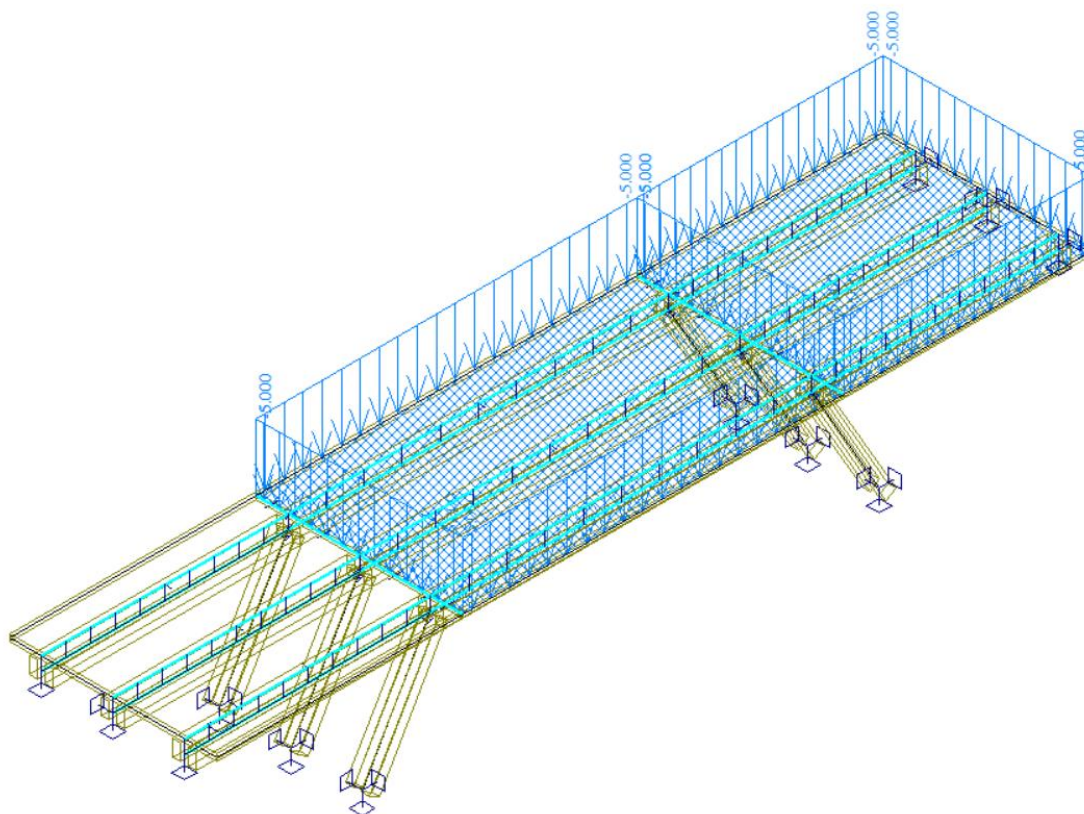


LM4-4 1.500 pěší levobok Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

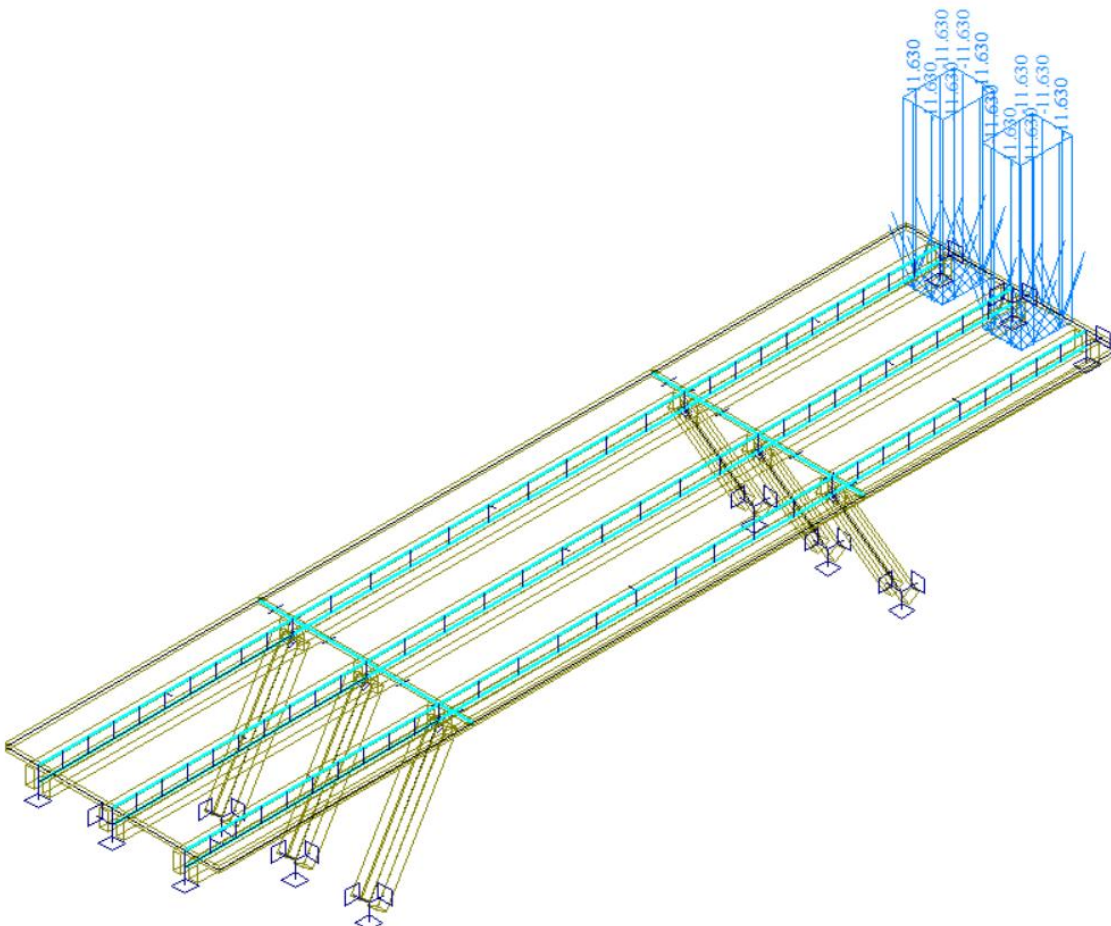




LM4-5 1.500 pěší pravobok Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



ROLBA 1.500 12t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



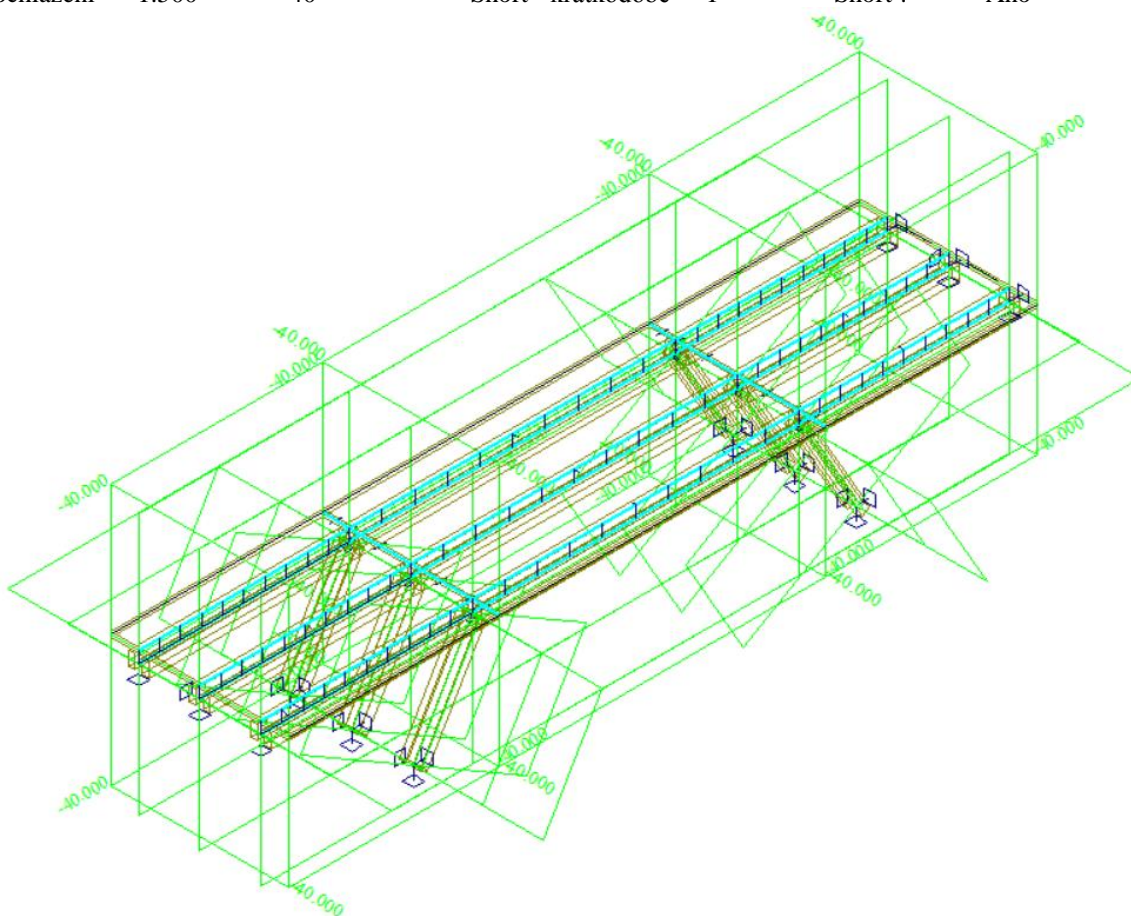
Simulace průjezdu rolby - uvedena pouze počáteční fáze.



ochlazení 1.500 -40

Short - krátkodobé 1

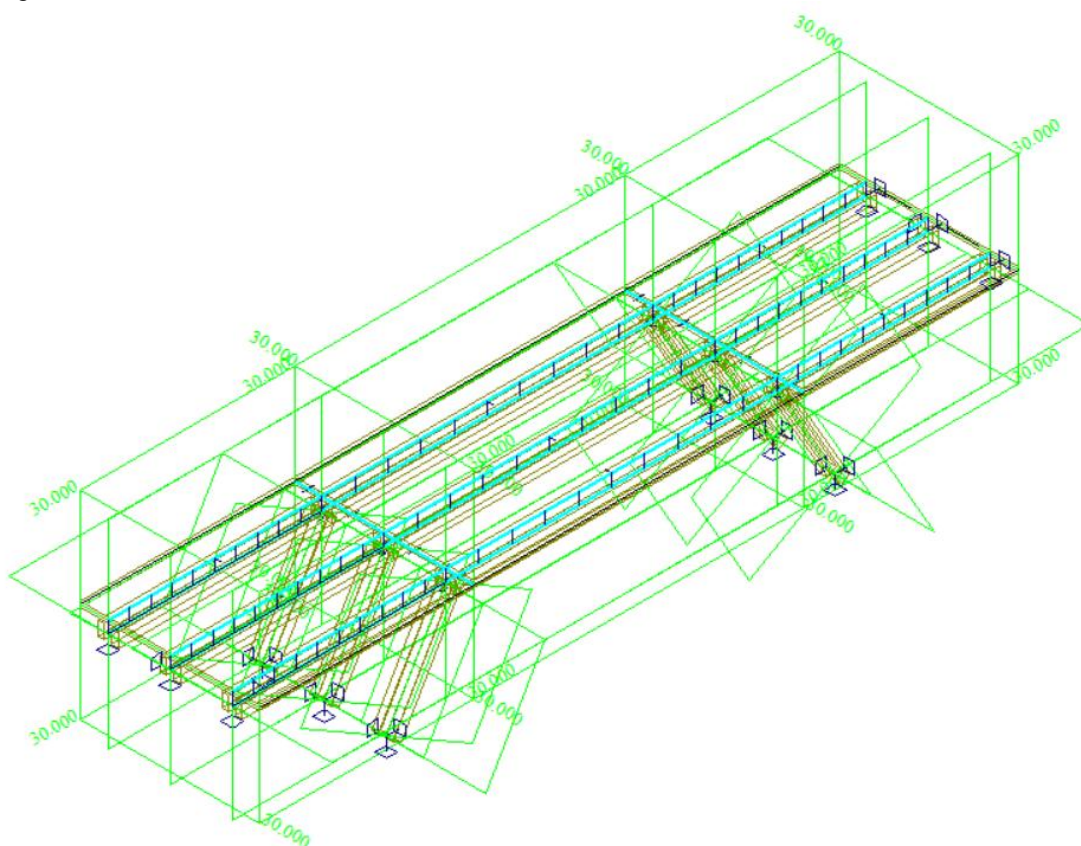
Short ! Ano



oteplení 1.500 +30

Short - krátkodobé 1

Short ! Ano





snih

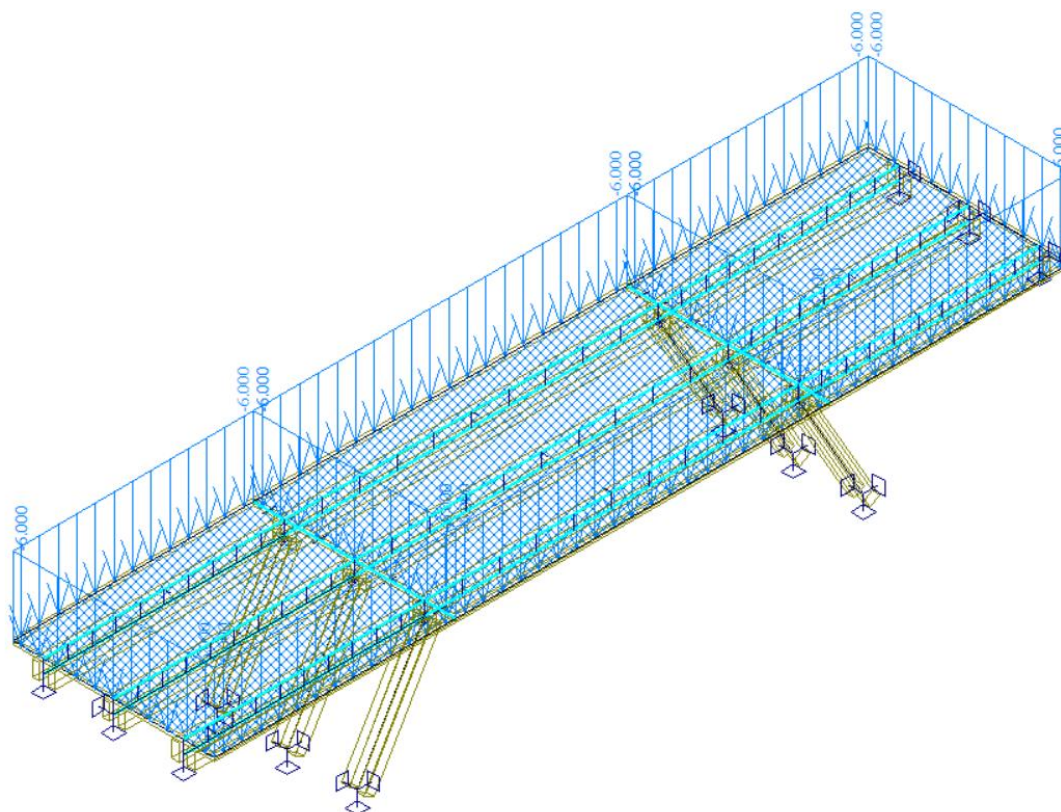
1.500

6kPa

Short - krátkodobé 2

Short !

Ano





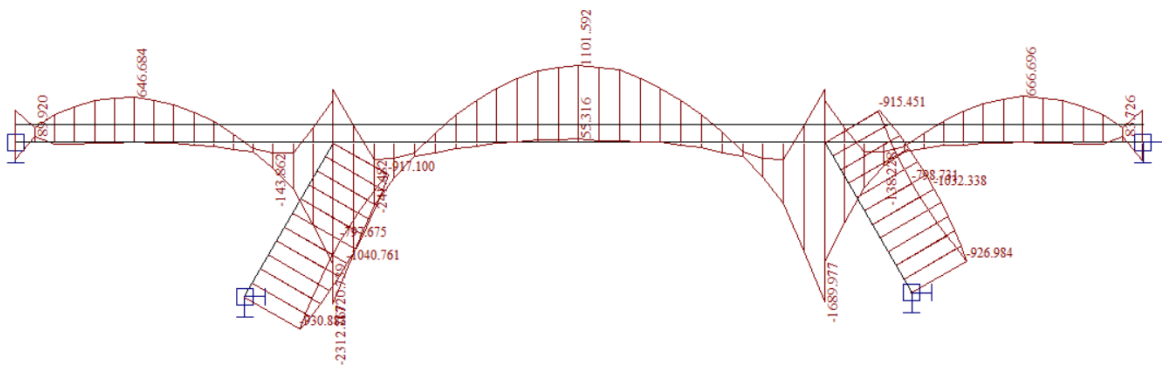
2.3. Výpočet vnitřních sil

Výpočet je proveden pomocí programu FEAT'2000 pro řešení konstrukcí metodou konečných prvků. Kompletní výstupní data jsou archivována v programu, s ohledem na množství výstupních údajů jsou přiloženy pouze vybrané grafy a schémata. Výpočet vlastní mostovky je pak proveden ručně.

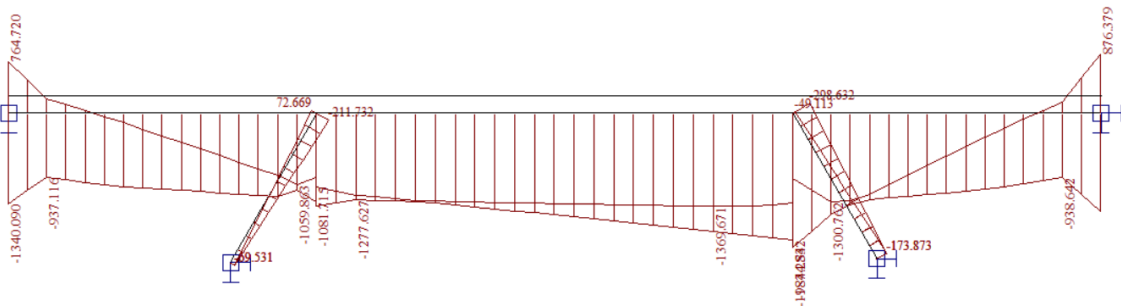
2.3.1. Průběh napětí hlavních nosných prvků

Jsou přiloženy průběhy pouze vybraných napětí ve vybraných zatěžovacích stavech. Ostatní vnitřní síly a zatěžovací stavy jsou zohledněny ve strojové superpozici.

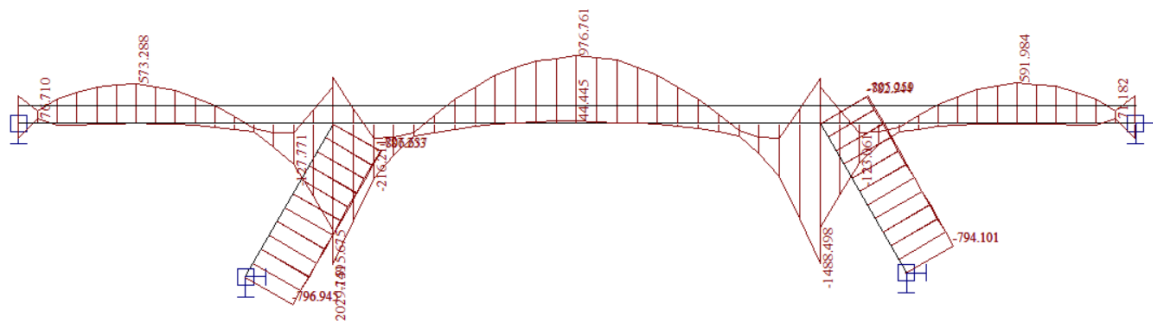
G0 **1.350** **vl tíha** **Perm - stálé** **0** **Perm** **Ne**



smrst **1.350** **smrstovani** **Perm - stálé** **0** **Perm** **Ne**

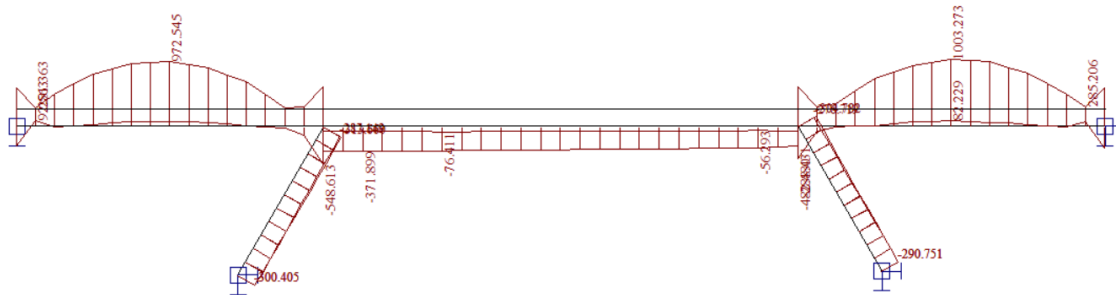


LM4-1 **1.500** **pěší všude** **Short - krátkodobé** **0** **Short !** **Ano**

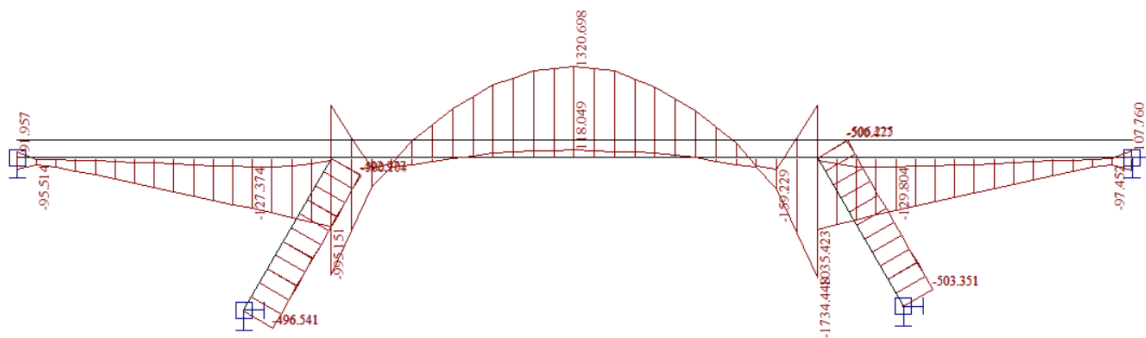




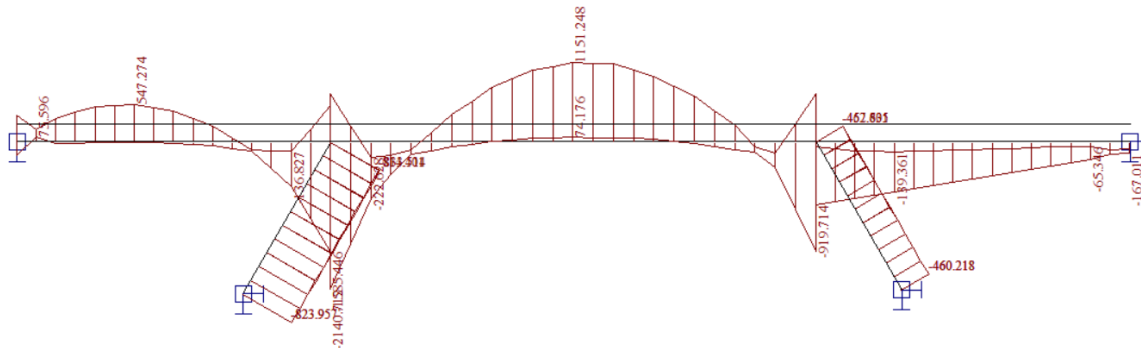
LM4-2 1.500 pěší na krajích Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



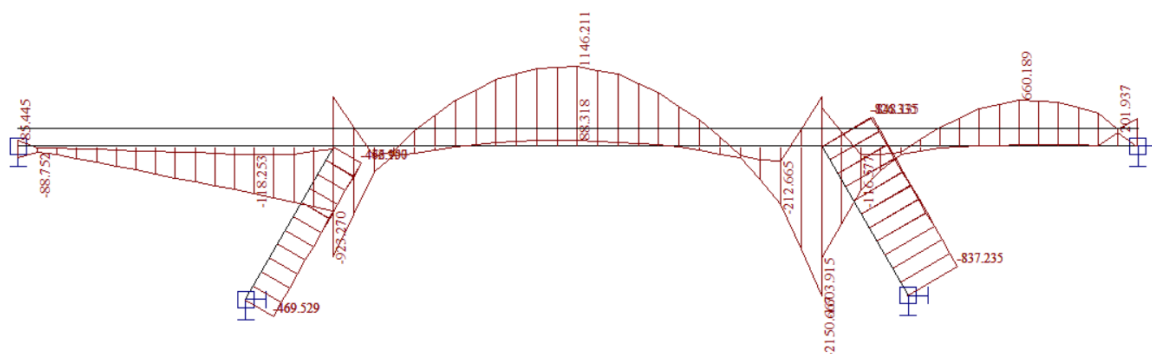
LM4-3 1.500 pěší uprostřed Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



LM4-4 1.500 pěší levobok Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

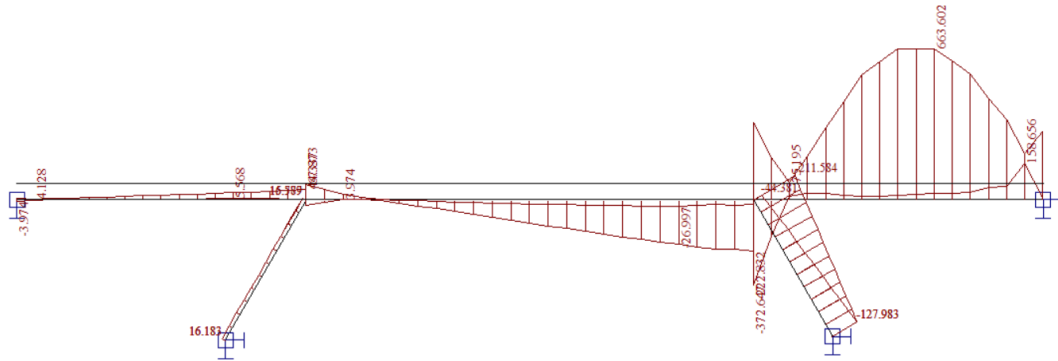


LM4-5 1.500 pěší pravobok Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

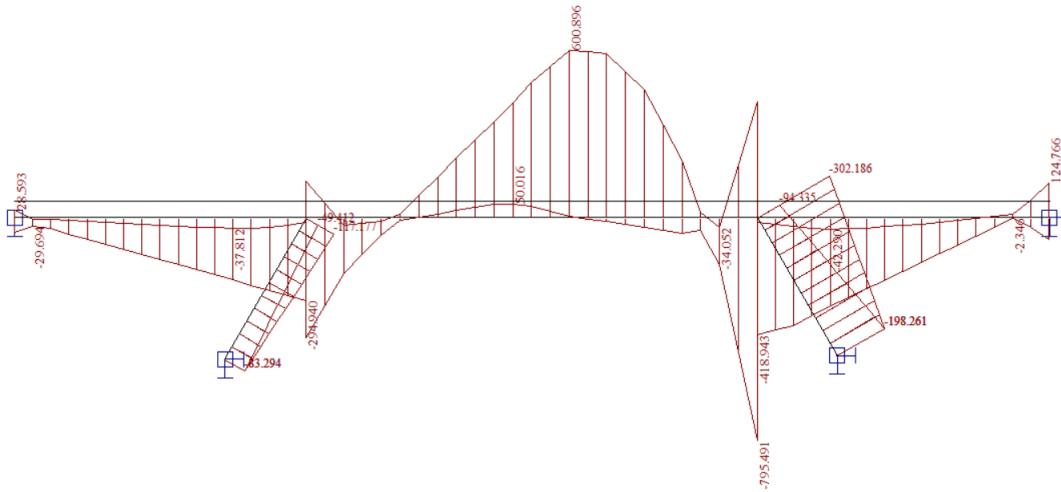




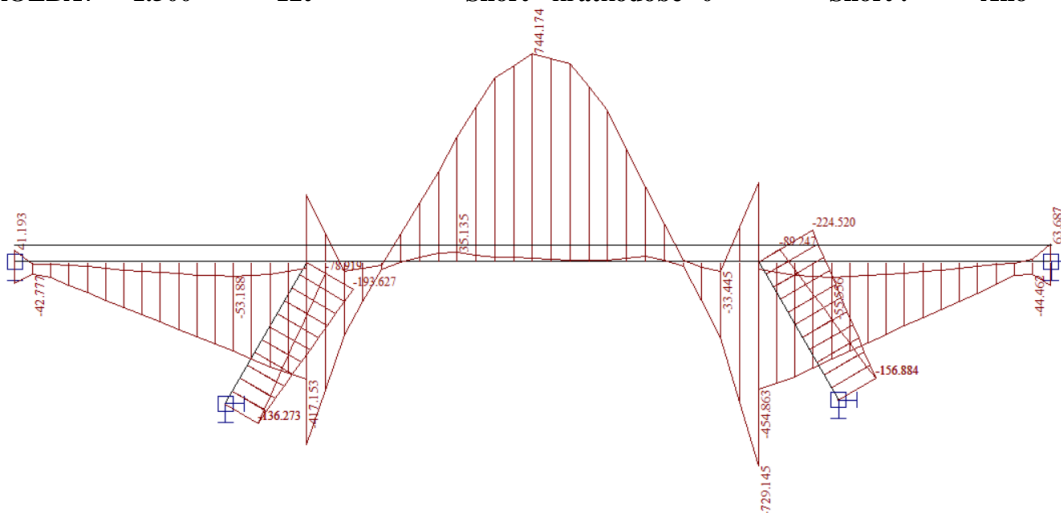
ROLBA2 1.500 12t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



ROLBA6 1.500 12t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

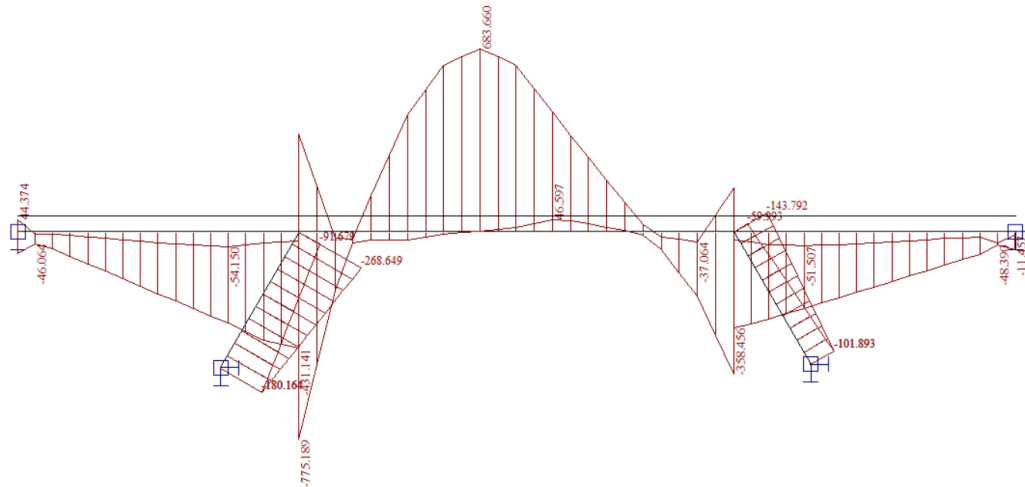


ROLBA7 1.500 12t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

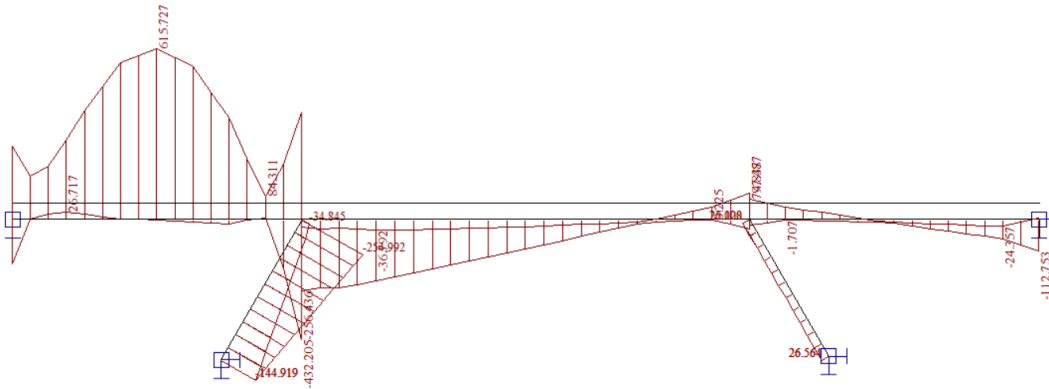




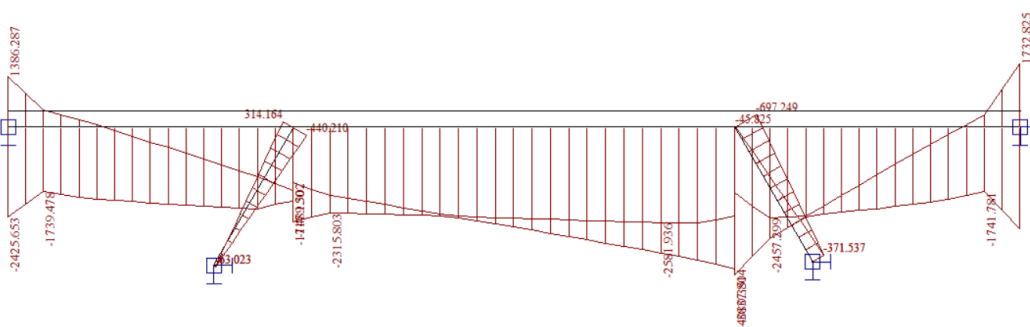
ROLBA8 1.500 12t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



ROLBA12 1.500 12t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano

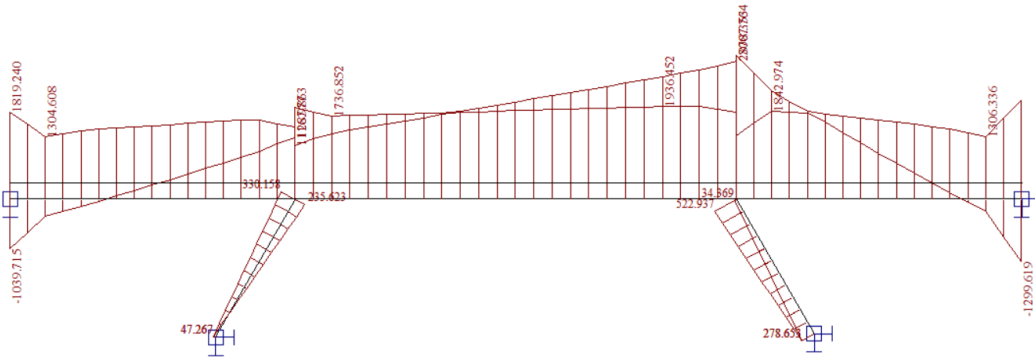


ochlazení 1.500 -40 Short - krátkodobé 1 Short ! Ano

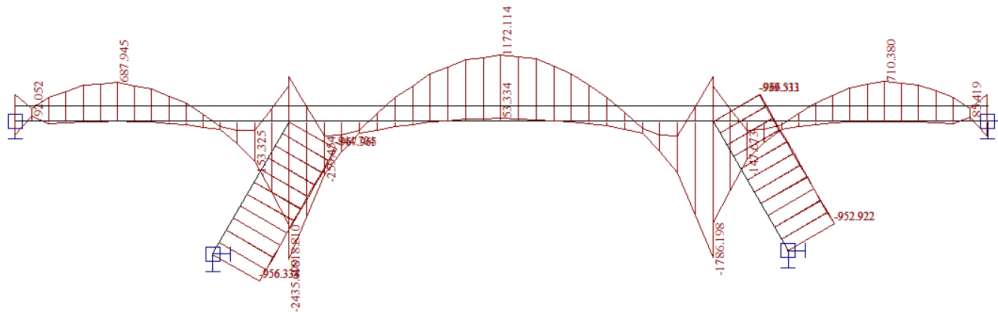




oteplení 1.500 +30 Short - krátkodobé 1 Short ! Ano



snih 1.500 6kPa Short - krátkodobé 2 Short ! Ano





2.3.2. Návrh desky mostovky

Zjednodušený výpočet

Zatížení mostovky :

Kolový tlak $F=40\text{kN}$ a vlastní tíha jsou rozhodující

Vlastní tíha

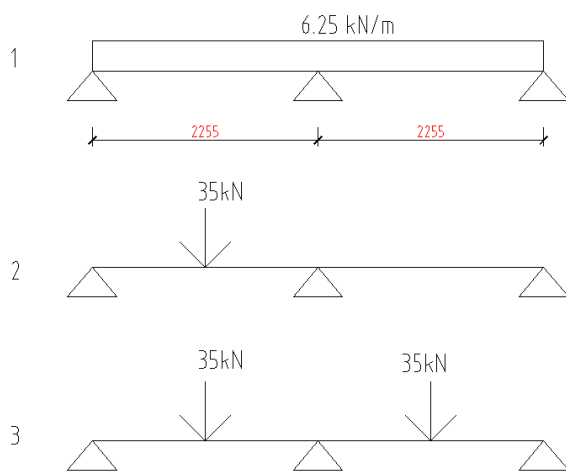
$$f = 0.25 \cdot 25 = 6.25 \text{ kN/m}^2$$

Roznesení kolového tlaku na /m

$$F = 40 / \left(\frac{1}{6} \cdot 2.255 \cdot 2 + 0.1 + 0.15 \right) = 35 \text{ kN/m}$$

Zatěžovací stavy:

$$l = 2.255 \text{ m}$$



Momenty ze statických tabulek

$$M1_{\max \text{ pole}} = 0.0703 \cdot f \cdot l^2 = +2.22 \text{ kNm}$$

$$M1_{\text{podpora}} = -0.125 \cdot f \cdot l^2 = -3.97 \text{ kNm}$$

$$M2_{\max \text{ pole}} = 0.203 \cdot F \cdot l = 15.99 \text{ kNm}$$

$$M3_{\text{podpora}} = -0.1875 \cdot F \cdot l = -14.765 \text{ kNm}$$

$$M_{\max \text{ pole}} = M1_{\max \text{ pole}} \cdot 1.35 + M2_{\max \text{ pole}} \cdot 1.5 = 26.982 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{podpora}} = M1_{\text{podpora}} \cdot 1.35 + M3_{\text{podpora}} \cdot 1.5 = -27.5 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže proveden pro $M=27.5\text{kNm}$ a zvolen stejný profil jak nad střední podporou tak v poli.

Návrh výztuže

Posouzení je provedeno na dimenzační momenty, které jsou převzaté ze strojové superpozice a zahrnují vliv kroucení podle vztahu:

$$\dim M_x = \text{sign}(m_{xx}) \cdot [abs(m_{xx}) + abs(m_{xy})]$$

$$\dim M_y = \text{sign}(m_{yy}) \cdot [abs(m_{yy}) + abs(m_{xy})]$$

Výpočet napětí v železobetonovém průřezu je proveden v následující tabulce podle teorie mezních stavů:



Návrh plochy výztuže: $\lambda = 0.8$ $\eta = 1.0$

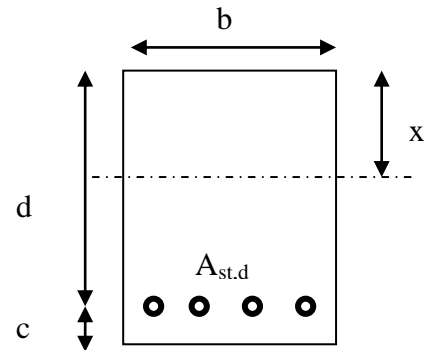
$$x = \frac{d}{\lambda} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) < x_{bal} = d \cdot \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \frac{f_{yd}}{E_s}}$$

$$A_{st,req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd} \cdot r} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_{x,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d \quad A_{x,min} = 0.0013 \cdot b \cdot d$$

Posouzení únosnosti:

$$x = \frac{A_{st,d} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad M_{Rd} = A_{st,d} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x)$$

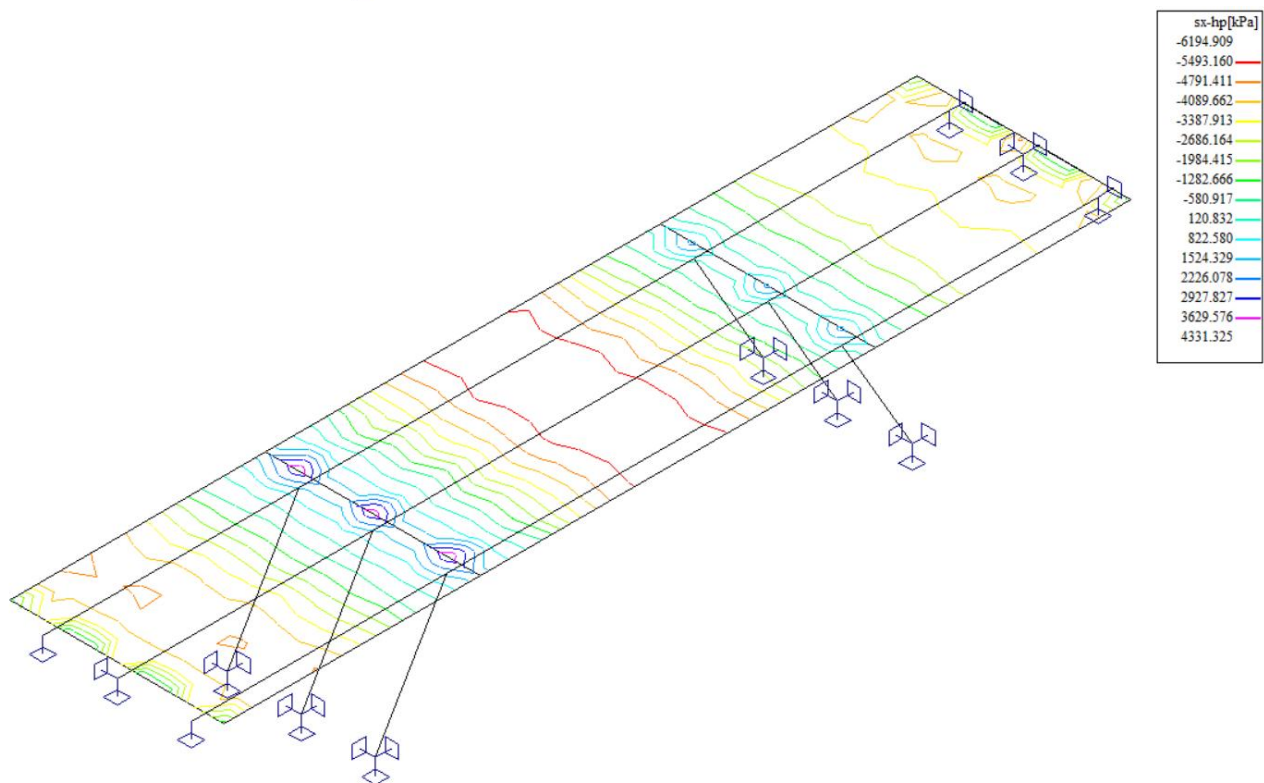
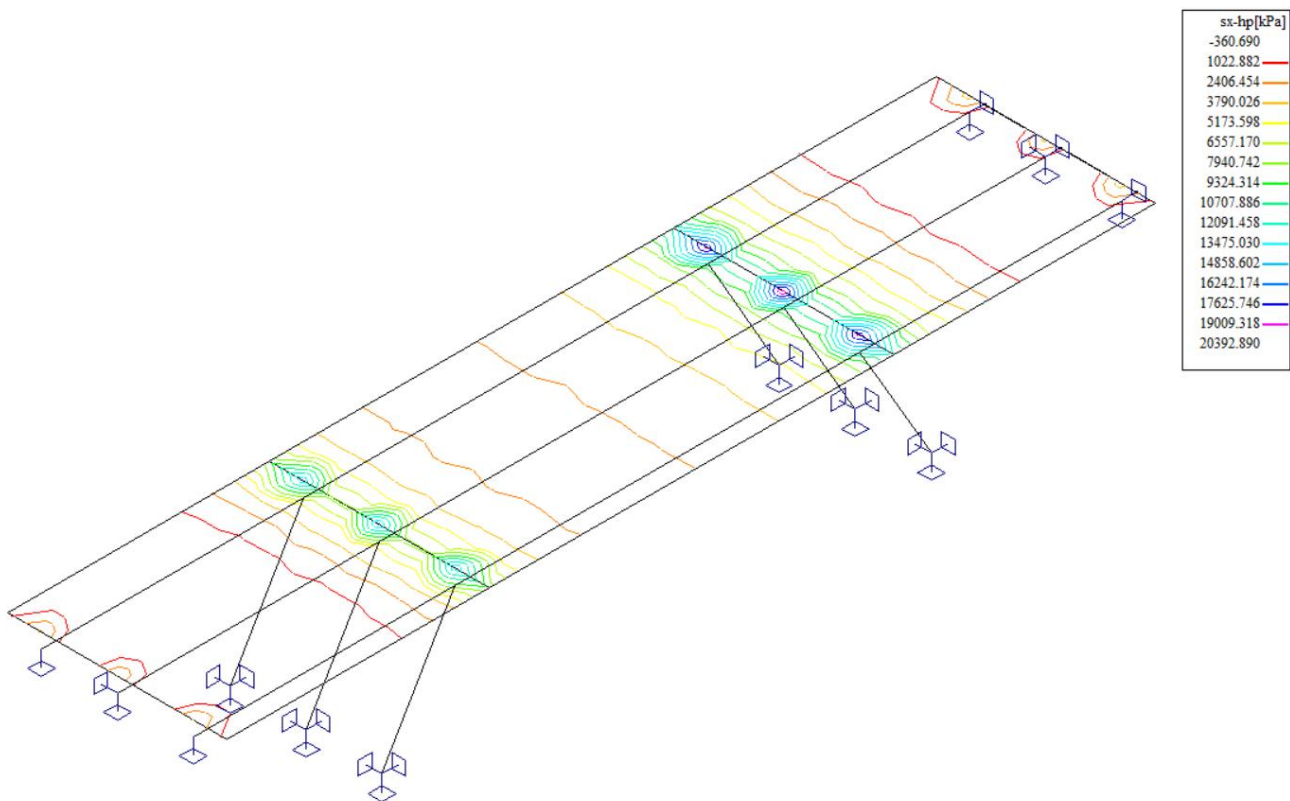


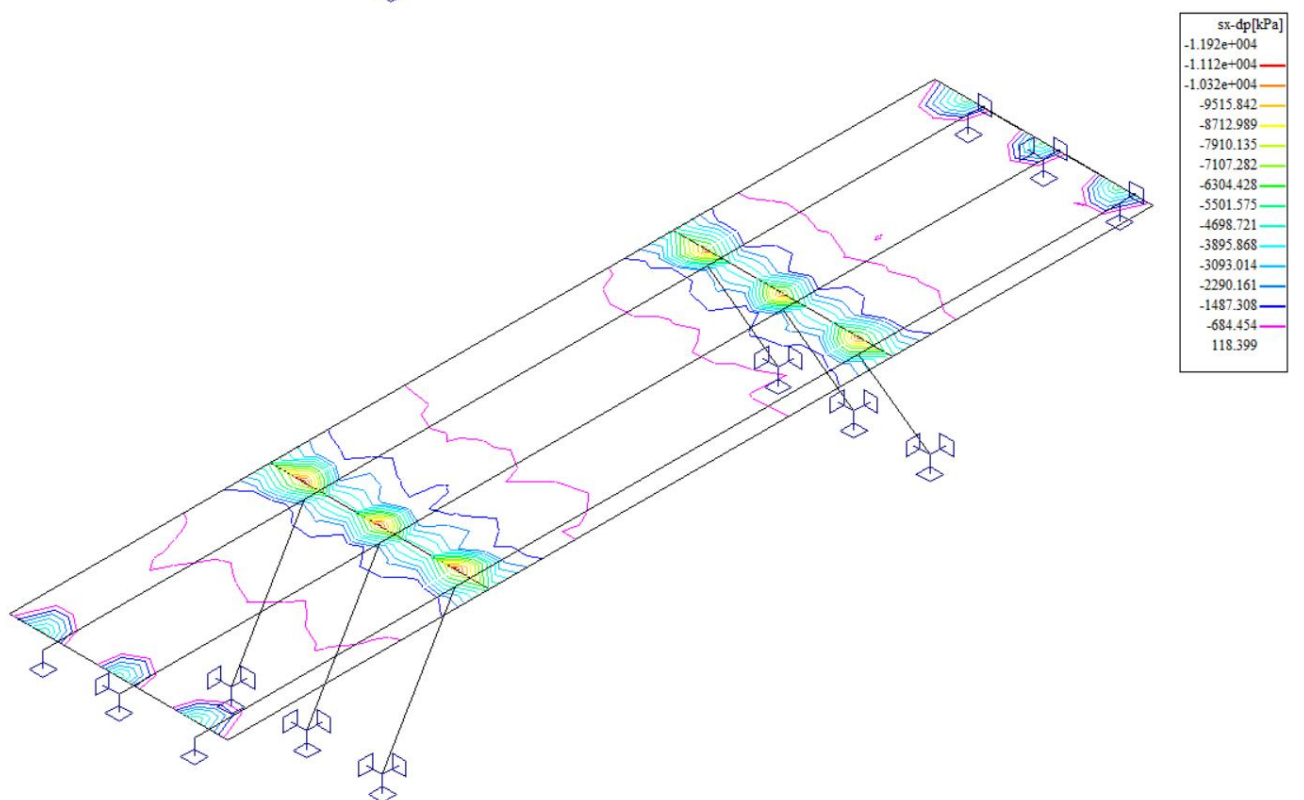
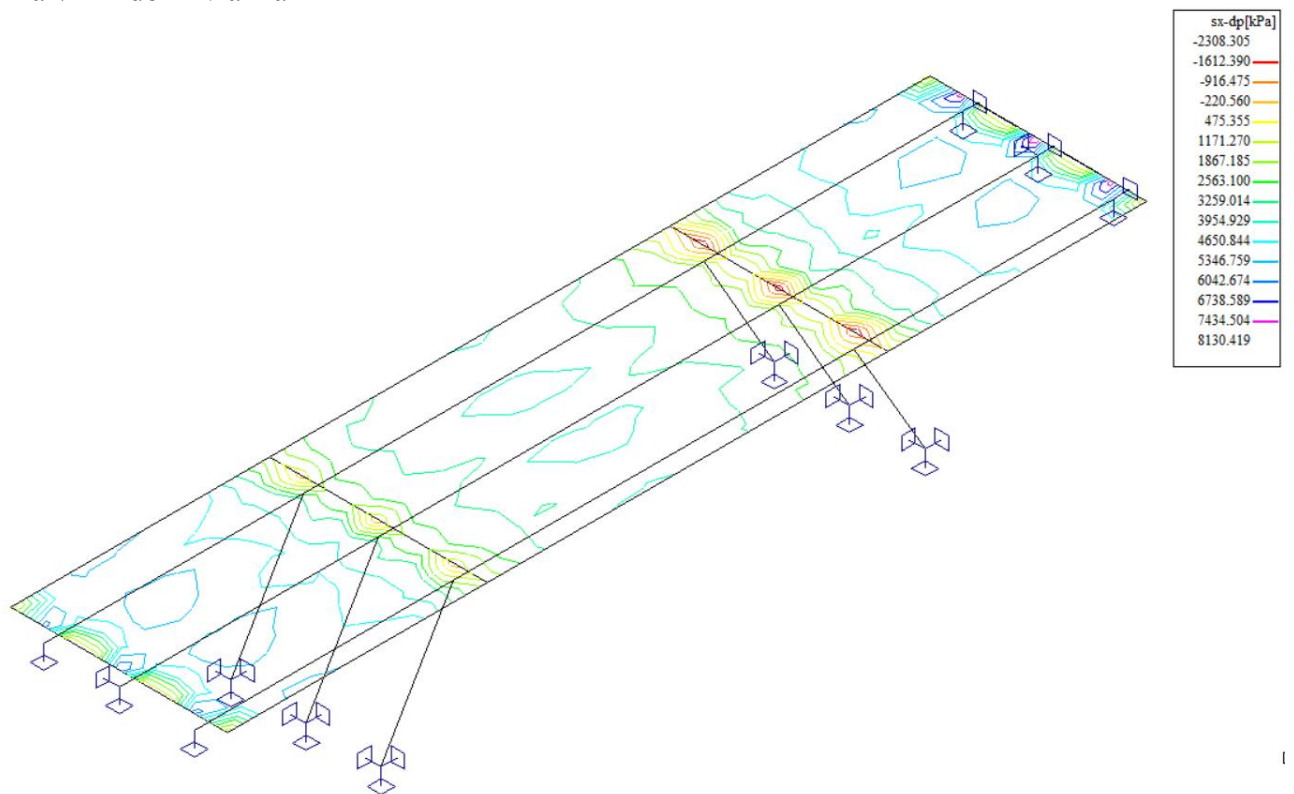
Příčná výztuž horní i dolní

Namáhání		Návrh výztuže			
$M_{ed}[\text{MNm}] =$	0,028	$A_{st,d}$	7	ϕ	12
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli			
$b[\text{m}] =$	1,000	$f_{ctm}[\text{MPa}] =$	2,9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500 $\varepsilon_{cu} =$ 0,0035
$h[\text{m}] =$	0,200	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30,0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435 $\lambda =$ 0,800
$c[\text{m}] =$	0,050	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17,0	$E_s[\text{Mpa}] =$	200000 $\eta =$ 1,000
$d[\text{m}] =$	0,150				
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky					
$A_{xmin-f}[\text{m}^2] =$	0,000226		$A_{xmin-\mu}[\text{m}^2] =$	0,000195	mimimální plocha výztuže
$x_{bal}[\text{m}] =$	0,092529	>	$x[\text{m}] =$	0,014003	omezení výšky tlačené oblasti
$A_{st,req}[\text{m}^2] =$	0,000438	<	$A_{st,d}[\text{m}^2] =$	0,000792	ověření návrhové plochy výztuže
$\mu_{min}[\%] =$	0,15	<	$\mu[\%] =$	0,53	< $\mu_{max}[\%] =$ 1,60
Moment únosnosti					
$x[\text{m}] =$	0,025310		$M_{Rd}[\text{MNm}] =$	0,048	> $M_{ed}[\text{MNm}] =$ 0,028



Návrh podélné výztuže desky
Průběh podélných napětí v desce:
 σ max/min horní vlákna







Uvažuji extrémy nad podporou v šířce 0.8 m na každou stranu od osy nosníku (zdvojeného).

Průměrná hodnota maximálních napětí v horních vláknech nad podporou (vzpěra) je +16.2 MPa.

Průměrná hodnota maximálních napětí v dolních vláknech nad podporou (vzpěra) je -0.95 MPa.

Tahová síla připadající na výztuž je tedy přibližně $N = \frac{16.2 \cdot 0.2}{2} = 1.62 MN/m$, uvažuji tl. desky

20 cm.

Návrh výztuže (pouze horní):

8 ϕ R25/m

$$Nu = 0.003927 \cdot \frac{500}{1.15} = 1.72 MN/m > N = 1.62 MN/m \quad \text{Vyhovuje}$$

Průměrná hodnota maximálních napětí v horních vláknech ve středním poli je +3.79 MPa.

Průměrná hodnota maximálních napětí v dolních vláknech ve středním poli je +4.6 MPa.

Tahová síla připadající na výztuž je tedy přibližně $N = \frac{3.79 + 4.6}{2} \cdot 0.2 = 0.839 MN/m$, uvažuji tl.

desky 20 cm.

Návrh výztuže (horní i dolní):

2x8 ϕ R14/m

$$Nu = 2 \cdot 0.001232 \cdot \frac{500}{1.15} = 1.07 MN/m > N = 0.839 MN/m \quad \text{Vyhovuje}$$

Horní vlákna ve středním poli -6.2 MPa < fmd=20MPa

Dolní vlákna nad podporou (vzpěra) -11.92 MPa < fmd=20MPa (lokální extrém)



2.4. Superpozice zatěžovacích stavů

Superpozice je provedena strojovým výpočtem pro všechny vnitřní síly v konstrukci se započtením vlastní tíhy nosné konstrukce, ostatního stálého zatížení, sněhu, svislého pohyblivého zatížení včetně součinitelů zatížení podle následujícího schématu:

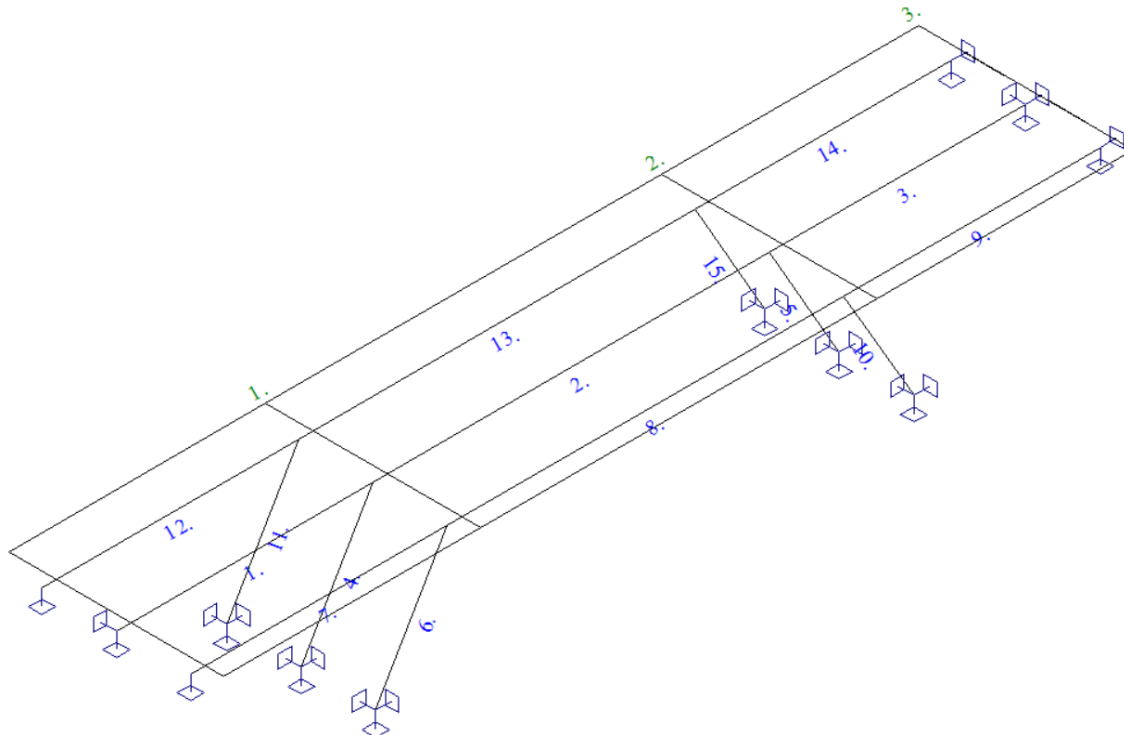
Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
celk0001	1.35*G0+1.35*smrst	
celk0002	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*oteplení	
celk0003	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ochlazení	
celk0004	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*ochlazení	
celk0005	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*ochlazení	
celk0006	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*ochlazení	
celk0007	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA7+1.50*ochlazení	
celk0008	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*oteplení	
celk0009	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*ochlazení	
celk0010	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*ochlazení	
celk0011	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*ochlazení	
celk0012	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA5+1.50*ochlazení	
celk0013	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*oteplení	
celk0014	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*oteplení	
celk0015	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA1+1.50*ochlazení	
celk0016	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*ochlazení	
celk0017	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*oteplení	
celk0018	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*oteplení	
celk0019	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA5+1.50*oteplení	
celk0020	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*ochlazení	
celk0021	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA6+1.50*ochlazení	
celk0022	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*oteplení	
celk0023	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0024	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*oteplení+1.50*snih	
celk0025	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0026	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA12+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0027	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-1+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0028	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0029	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0030	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*snih+1.50*oteplení	
celk0031	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA11+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0032	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-4+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0033	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*oteplení+1.50*snih	
celk0034	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*oteplení+1.50*snih	
celk0035	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0036	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0037	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*snih+1.50*oteplení	
celk0038	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-3+1.50*oteplení+1.50*snih	
celk0039	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0040	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*snih+1.50*oteplení	
celk0041	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA2+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0042	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA13+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0043	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-1+1.50*snih+1.50*oteplení	
celk0044	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-5+1.50*snih+1.50*oteplení	
celk0045	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA6+1.50*snih+1.50*oteplení	
celk0046	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0047	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA9+1.50*oteplení+1.50*snih	
celk0048	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*LM4-2+1.50*snih+1.50*ochlazení	
celk0049	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA8+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0050	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA5+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0051	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0052	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA6+1.50*ochlazení+1.50*snih	
celk0053	1.35*G0+1.35*smrst+1.50*ROLBA+1.50*snih+1.50*oteplení	



celk0054	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_7 + 1.50 * ochlazení + 1.50 * snih$
celk0055	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA + 1.50 * snih + 1.50 * ochlazení$
celk0056	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_{13} + 1.50 * snih + 1.50 * ochlazení$
celk0057	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_{12} + 1.50 * oteplení + 1.50 * snih$
celk0058	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_7 + 1.50 * snih + 1.50 * ochlazení$
celk0059	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * LM_{4-4} + 1.50 * oteplení + 1.50 * snih$
celk0060	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_7 + 1.50 * snih + 1.50 * oteplení$
celk0061	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_1 + 1.50 * snih + 1.50 * ochlazení$
celk0062	$1.35 * G_0 + 1.35 * smrst + 1.50 * ROLBA_1 + 1.50 * ochlazení + 1.50 * snih$

Směna označení prutů:



Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny pruty, aktivní výsledek, celkové extrémy na dílcích

Vnitřní síly vypsány pro : vybrané výsledky
osy veličiny **lokální**

Mx, My, Mz [kNm] ohybové momenty kolem os
Nx, Qy, Qz [kN] normálové a smykové síly v osách
Sig.min, Sig.max [kPa] napětí v krajních vláknech

Extrémy pro výsledek : 88 - celk Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

ID prutu	Poloha [m]	My [kNm]	Nx [kN]	Qz [kN]	Sig.min [kPa]	Sig.max [kPa]	
1	0.000	-84.684	-270.732	52.722	-5176.721	2964.859	celk0004
	7.752	103.149	-452.584	124.235	-6806.372	3108.790	celk0030
	7.752	102.181	-1640.472	165.181	-11612.662	-1789.890	celk0028
	2.907	-23.665	500.185	-8.452	904.105	3182.372	celk0033
	0.000	47.251	170.988	-91.993	-1573.183	2970.140	celk0033
	7.752	102.181	-1640.472	165.181	-11612.662	-1789.890	celk0028
	7.752	102.181	-1640.472	165.181	-11612.662	-1789.890	celk0028



	2.907	-23.665	500.185	-8.452	904.105	3182.372	celk0033
	6.783	5.519	-1425.781	158.187	-6090.001	-5558.533	celk0028
	7.752	87.947	-252.701	118.438	-5259.088	3194.542	celk0033
2	5.995	-50.721	910.462	-6.036	1280.485	6157.934	celk0037
	11.989	162.399	-2482.284	187.338	-17945.590	-2334.511	celk0025
	11.989	162.399	-2482.284	187.338	-17945.590	-2334.511	celk0025
	5.995	-50.721	910.462	-6.036	1280.485	6157.934	celk0037
	0.000	139.965	-665.288	-176.232	-9445.164	4009.804	celk0030
	11.989	162.399	-2482.284	187.338	-17945.590	-2334.511	celk0025
	11.989	162.399	-2482.284	187.338	-17945.590	-2334.511	celk0025
	5.995	-50.721	910.462	-6.036	1280.485	6157.934	celk0037
	10.990	47.658	-2223.246	173.950	-11374.758	-6789.014	celk0027
	5.995	-50.721	910.462	-6.036	1280.485	6157.934	celk0037
3	7.758	-98.118	-257.229	-79.949	-5771.667	3670.122	celk0004
	0.000	143.822	-2121.103	-189.832	-15576.790	-1752.486	celk0025
	0.000	126.081	-2126.185	-153.992	-14745.074	-2625.721	celk0029
	3.879	-28.148	577.658	-13.185	1006.869	3712.563	celk0033
	0.000	143.822	-2121.103	-189.832	-15576.790	-1752.486	celk0025
	7.758	51.066	178.734	100.817	-1725.113	3185.358	celk0033
	0.000	143.822	-2121.103	-189.832	-15576.790	-1752.486	celk0025
	3.879	-18.843	470.297	-0.025	1015.105	2827.192	celk0017
	0.970	36.379	-1909.390	-149.323	-9548.738	-6050.850	celk0028
	7.758	-96.688	-228.318	-73.965	-5585.236	3719.892	celk0012
4	1.969	-1.626	-473.111	-0.138	-2895.020	-2580.802	celk0010
	4.333	0	-562.772	1.513	-3257.715	-3255.846	celk0026
	0.000	0	-723.312	-1.513	-4185.835	-4185.835	celk0032
	4.333	0	-208.149	1.513	-1204.660	-1204.476	celk0013
	0.000	0	-213.406	-1.513	-1234.989	-1234.989	celk0013
	4.333	0	-314.960	1.513	-1823.334	-1822.036	celk0005
	1.969	-1.626	-720.923	-0.138	-4329.246	-4014.768	celk0032
	4.333	0	-208.149	1.513	-1204.660	-1204.476	celk0013
	0.000	0	-723.312	-1.513	-4185.835	-4185.835	celk0028
	2.363	-1.626	-210.539	0.138	-1375.238	-1061.553	celk0013
5	1.920	-1.548	-496.507	-0.134	-3022.691	-2723.922	celk0010
	4.224	0	-429.723	1.478	-2486.944	-2486.698	celk0007
	0.000	0	-842.352	-1.478	-4874.720	-4874.720	celk0025
	4.224	0	-164.277	1.478	-951.005	-950.351	celk0008
	0.000	0	-497.313	-1.478	-2877.969	-2877.969	celk0033
	4.224	0	-504.875	1.478	-2921.899	-2921.560	celk0004
	1.920	-1.548	-840.024	-0.134	-5010.687	-4711.813	celk0025
	4.224	0	-164.277	1.478	-951.005	-950.351	celk0008
	0.000	0	-842.352	-1.478	-4874.720	-4874.720	celk0025
	2.304	-1.548	-166.605	0.134	-1113.631	-814.664	celk0008
6	2.363	-1.626	-340.185	0.138	-2246.122	-1691.207	celk0014
	4.333	0	-282.109	1.513	-2238.823	-1026.332	celk0005
	0.000	0	-711.494	-1.513	-4117.443	-4117.443	celk0028
	4.333	0	-211.805	1.513	-1444.546	-1006.903	celk0013
	0.000	0	-343.053	-1.513	-1985.258	-1985.258	celk0014
	4.333	0	-282.109	1.513	-2238.823	-1026.332	celk0005
	4.333	0	-706.237	1.513	-4894.966	-3279.078	celk0028
	0.000	0	-217.062	-1.513	-1256.145	-1256.145	celk0013
	0.000	0	-711.494	-1.513	-4117.443	-4117.443	celk0028
	4.333	0	-240.346	1.513	-2160.825	-620.957	celk0011
7	0.000	-82.434	-263.125	46.516	-5077.050	2927.337	celk0004
	7.752	106.371	-459.036	130.664	-7024.556	3274.261	celk0030
	7.752	105.963	-1652.291	172.112	-12150.595	-1348.511	celk0032
	2.907	-23.224	507.179	-7.810	940.607	3203.014	celk0033
	0.000	48.359	178.124	-94.716	-1646.266	3101.524	celk0033
	7.752	105.963	-1652.291	172.112	-12150.595	-1348.511	celk0028
	7.752	105.963	-1652.291	172.112	-12150.595	-1348.511	celk0032
	2.907	-23.224	507.179	-7.810	940.607	3203.014	celk0033



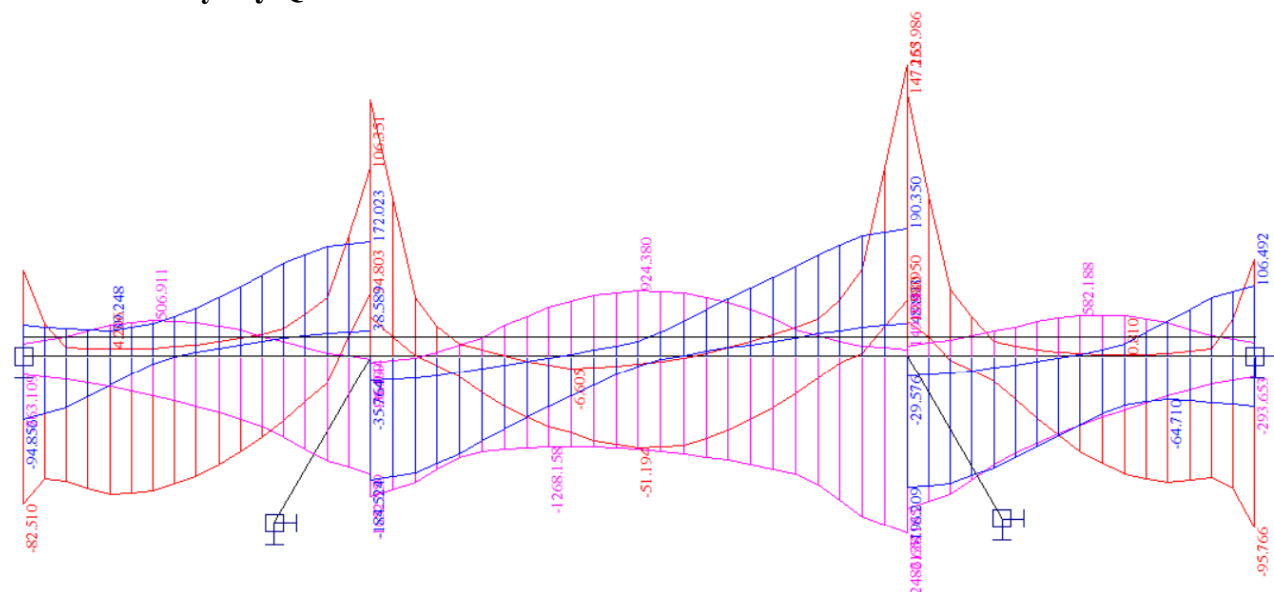
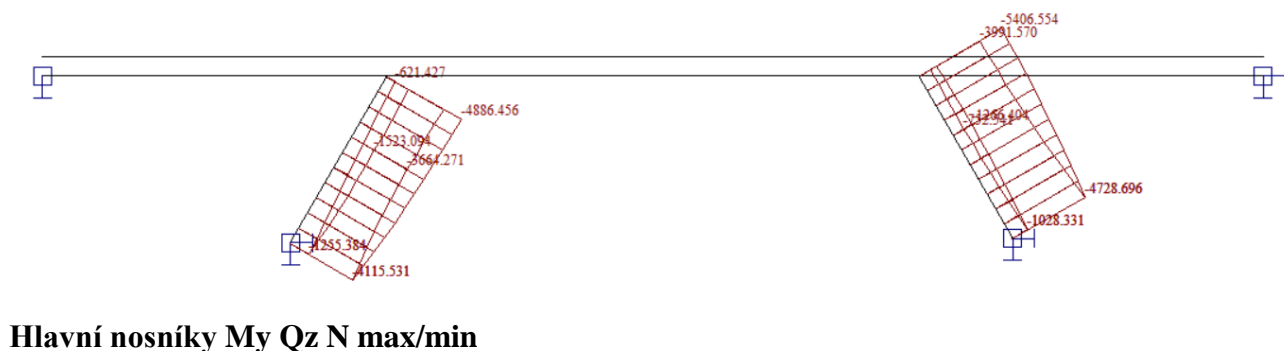
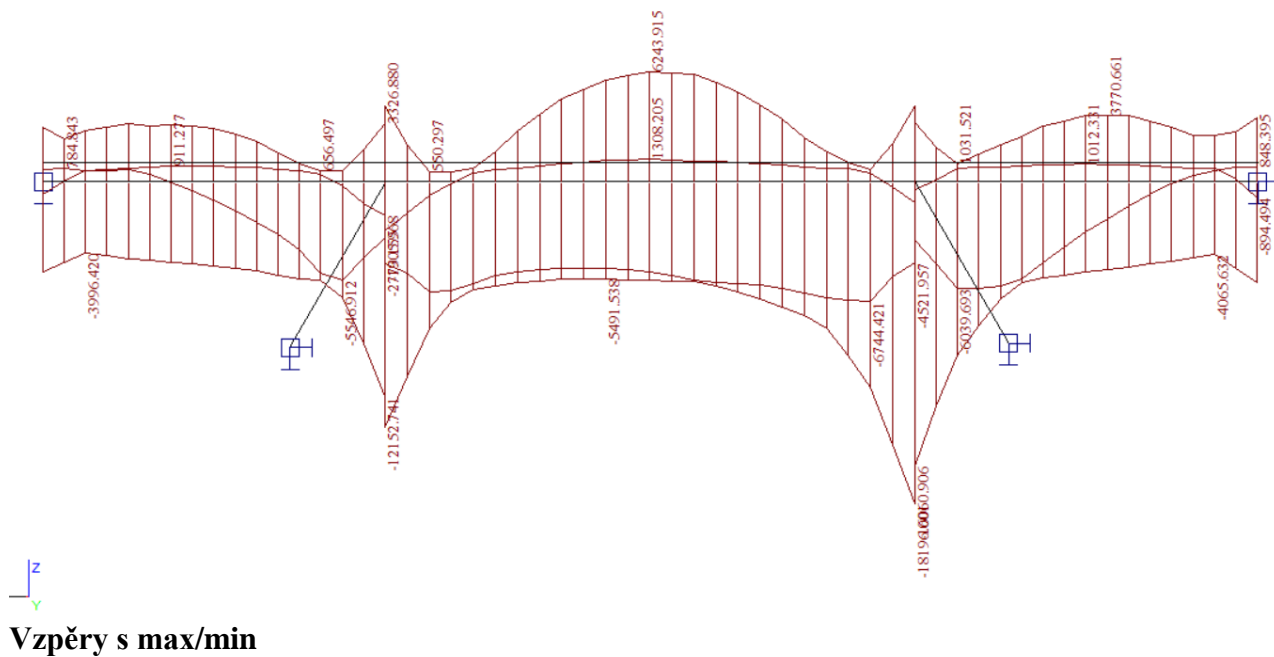
	6.783	5.751	-1438.097	164.607	-6204.524	-5544.637	celk0028
	1.938	-78.615	-110.734	1.853	-4260.040	3355.352	celk0023
8	5.995	-51.228	923.869	-4.748	1302.034	6245.914	celk0037
	11.989	163.978	-2486.894	190.338	-18197.536	-2120.226	celk0025
	11.989	163.978	-2486.894	190.338	-18197.536	-2120.226	celk0025
	5.995	-51.228	923.869	-4.748	1302.034	6245.914	celk0037
	0.000	144.412	-670.106	-184.472	-9711.425	4236.706	celk0059
	11.989	163.978	-2486.894	190.338	-18197.536	-2120.226	celk0025
	11.989	163.978	-2486.894	190.338	-18197.536	-2120.226	celk0025
	5.995	-51.228	923.869	-4.748	1302.034	6245.914	celk0037
	10.990	48.366	-2231.344	177.750	-11490.416	-6739.514	celk0027
	5.995	-51.228	923.869	-4.748	1302.034	6245.914	celk0037
9	7.758	-95.996	-257.409	-74.743	-5723.995	3620.979	celk0004
	0.000	147.265	-2133.214	-196.181	-16064.852	-1363.366	celk0025
	0.000	128.839	-2138.702	-158.928	-15168.759	-2304.296	celk0029
	3.879	-28.819	581.898	-15.379	990.810	3763.262	celk0033
	0.000	147.265	-2133.214	-196.181	-16064.852	-1363.366	celk0025
	7.758	54.314	171.256	106.588	-1965.814	3364.966	celk0033
	0.000	147.265	-2133.214	-196.181	-16064.852	-1363.366	celk0025
	3.879	-19.250	473.997	-1.190	1011.082	2861.441	celk0017
	0.970	36.859	-1923.912	-154.004	-9677.358	-6040.881	celk0028
	3.879	-28.819	581.898	-15.379	990.810	3763.262	celk0033
10	2.304	-1.548	-256.992	0.134	-1726.990	-1247.453	celk0017
	4.224	0	-478.324	1.478	-3429.334	-2106.819	celk0004
	0.000	0	-816.820	-1.478	-4726.968	-4726.968	celk0025
	4.224	0	-172.437	1.478	-1185.115	-810.689	celk0008
	0.000	0	-648.200	-1.478	-3751.158	-3751.158	celk0024
	4.224	0	-478.324	1.478	-3429.334	-2106.819	celk0004
	4.224	0	-811.699	1.478	-5395.443	-3999.225	celk0025
	0.000	0	-177.558	-1.478	-1027.536	-1027.536	celk0008
	0.000	0	-816.820	-1.478	-4726.968	-4726.968	celk0025
	2.688	-1.445	-174.299	0.403	-1267.164	-750.191	celk0008
11	2.363	-1.626	-587.841	0.138	-3672.242	-3131.478	celk0024
	4.333	0	-458.025	1.513	-3434.509	-1866.708	celk0010
	0.000	0	-711.164	-1.513	-4115.531	-4115.531	celk0028
	4.333	0	-211.674	1.513	-1446.108	-1003.819	celk0013
	0.000	0	-590.709	-1.513	-3418.453	-3418.453	celk0024
	4.333	0	-282.018	1.513	-2236.506	-1027.595	celk0005
	4.333	0	-705.907	1.513	-4886.456	-3283.764	celk0028
	0.000	0	-216.930	-1.513	-1255.384	-1255.384	celk0013
	0.000	0	-711.164	-1.513	-4115.531	-4115.531	celk0028
	4.333	0	-240.261	1.513	-2159.370	-621.427	celk0011
12	0.000	-82.510	-263.109	46.666	-5082.232	2932.650	celk0004
	7.752	106.351	-459.350	130.604	-7022.798	3269.937	celk0030
	7.752	105.931	-1652.559	172.023	-12152.741	-1348.554	celk0028
	2.907	-24.123	506.911	-9.473	911.277	3230.156	celk0033
	0.000	48.427	178.300	-94.856	-1647.537	3104.239	celk0033
	7.752	105.931	-1652.559	172.023	-12152.741	-1348.554	celk0028
	7.752	105.931	-1652.559	172.023	-12152.741	-1348.554	celk0028
	2.907	-24.123	506.911	-9.473	911.277	3230.156	celk0033
	6.783	5.731	-1438.456	164.451	-6205.178	-5546.912	celk0028
	7.752	90.763	-256.473	124.138	-5422.251	3326.880	celk0033
13	5.995	-51.194	924.380	-6.810	1308.205	6243.915	celk0037
	11.989	163.986	-2486.657	190.350	-18196.001	-2119.820	celk0025
	11.989	163.986	-2486.657	190.350	-18196.001	-2119.820	celk0025
	5.995	-51.194	924.380	-6.810	1308.205	6243.915	celk0037
	0.000	144.423	-670.073	-184.524	-9710.366	4235.916	celk0059
	11.989	163.986	-2486.657	190.350	-18196.001	-2119.820	celk0025
	11.989	163.986	-2486.657	190.350	-18196.001	-2119.820	celk0025
	5.995	-51.194	924.380	-6.810	1308.205	6243.915	celk0037
	10.990	48.132	-2232.562	177.017	-11495.466	-6744.421	celk0027



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

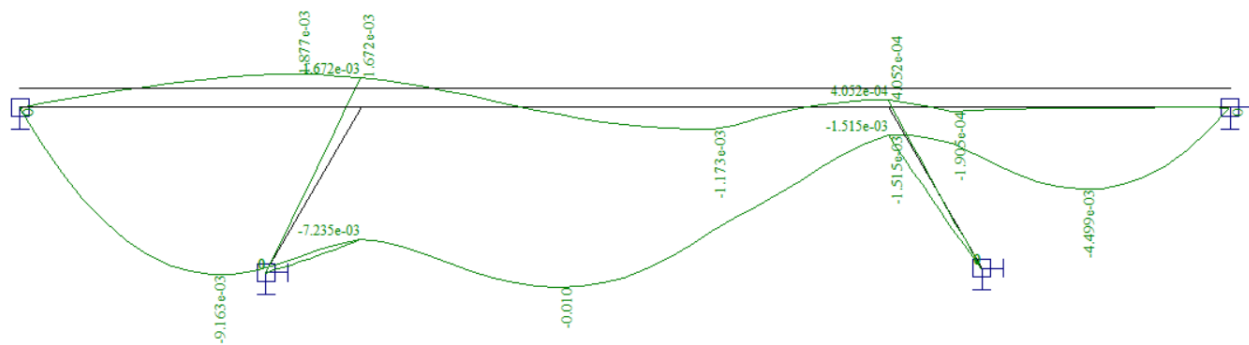
str.37
Statický výpočet

	5.995	-51.194	924.380	-6.810	1308.205	6243.915	celk0037
14	7.758	-95.766	-256.960	-74.230	-5708.621	3609.273	celk0004
	0.000	147.255	-2132.713	-196.209	-16060.906	-1363.222	celk0036
	0.000	128.822	-2138.185	-158.946	-15164.061	-2304.768	celk0029
	3.879	-28.762	582.188	-15.658	994.263	3762.171	celk0033
	0.000	147.255	-2132.713	-196.209	-16060.906	-1363.222	celk0025
	7.758	54.256	170.692	106.492	-1966.365	3360.905	celk0033
	0.000	147.255	-2132.713	-196.209	-16060.906	-1363.222	celk0025
	3.879	-19.212	474.287	-1.365	1012.331	2862.566	celk0017
	0.970	36.854	-1923.426	-154.058	-9674.574	-6039.693	celk0032
	4.364	-29.122	579.167	1.298	961.099	3770.661	celk0033
15	1.920	-1.548	-365.566	-0.134	-2542.432	-1688.658	celk0015
	4.224	0	-388.654	1.478	-2818.757	-1679.549	celk0007
	0.000	0	-817.119	-1.478	-4728.696	-4728.696	celk0025
	4.224	0	-172.575	1.478	-1183.466	-813.928	celk0008
	0.000	0	-506.941	-1.478	-2933.685	-2933.685	celk0033
	4.224	0	-478.458	1.478	-3435.601	-2102.106	celk0004
	4.224	0	-811.998	1.478	-5406.554	-3991.570	celk0025
	0.000	0	-177.696	-1.478	-1028.331	-1028.331	celk0008
	0.000	0	-817.119	-1.478	-4728.696	-4728.696	celk0025
	2.688	-1.445	-174.437	0.403	-1266.404	-752.541	celk0008





Průhyby max/min





2.5. Posouzení nosné konstrukce

2.5.1. Hlavní nosníky

Posouzení napětí:

$$\sigma_{podpora} = -18.196MPa < f_{md-GL32} = \frac{32 \cdot 0.8}{1.25} = 20.48MPa \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{196.2}{0.51 \cdot 0.24 \cdot 2} = 1202kPa = 1.2MPa < f_{vd-GL32} = \frac{3.5 \cdot 0.8}{1.25} = 2.24MPa \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vyhovuje sdružený profil hlavního nosníku 2x240/510mm z lepeného dřeva třídy GL32.

2.5.2. Návrh spřažení

Návrh spřažení byl proveden pomocí volně dostupného programu SFS intec HBV6.

Výpočet je doložen v samostatné příloze.

Navrženo:

pod 45°Šikmo šroubované dvojice vrutů 2x VB 48-7,5x165 po 120mm na každý nosník.



2.5.3. Dřevěné vzpěry

Posudek prvku vystavenému tlaku nebo kombinaci tlaku a ohybu:

$$\lambda_{\text{rel},y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$
$$\lambda_{\text{rel},z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (6.22)$$

kde λ_y a $\lambda_{\text{rel},y}$ jsou štíhlostní poměry odpovídající ohybu kolem osy y (průhyb ve směru osy z);

λ_z a $\lambda_{\text{rel},z}$ štíhlostní poměry odpovídající ohybu kolem osy z (průhyb ve směru osy y);

$E_{0,05}$ je hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny.

(2) Jestliže oba $\lambda_{\text{rel},z} \leq 0,3$ a $\lambda_{\text{rel},y} \leq 0,3$, mají napětí splňovat podmínky (6.19) a (6.20) v 6.2.4.

(3) Ve všech ostatních případech mají napětí, která budou zvýšena v důsledku průhybu, splňovat následující podmínky:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

kde značky jsou definovány následovně:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2}} \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2}} \quad (6.26)$$

$$k_y = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2 \right) \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},z}^2 \right) \quad (6.28)$$

kde β_c je součinitel pro prvky, splňující meze zakřivení stanovené v kapitole 10:

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{pro rostlé dřeva} \\ 0,1 & \text{pro lepené lamelové dřevo a LVL} \end{cases} \quad (6.29)$$

k_m je uveden v 6.1.6.



$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.20)$$

(2)P Platí hodnoty k_m uvedené v 6.1.6.

(2) Hodnota součinitele k_m se má uvažovat následovně:

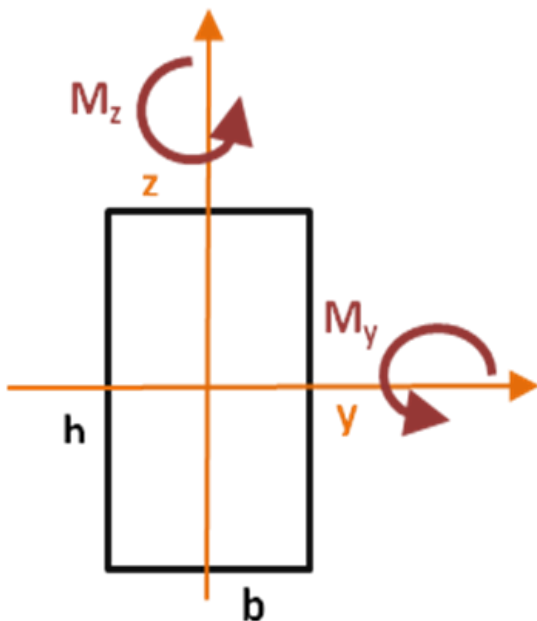
Pro rostlé dřevo, lepené lamelové dřevo a LVL:

pro obdélníkové průřezy: $k_m = 0,7$

pro ostatní průřezy: $k_m = 1,0$

Pro ostatní konstrukční výrobky na bázi dřeva, pro všechny průřezy $k_m = 1,0$.

Schéma směru zatížení





2.5.3.1. Dřevěná vzpěra dl.4.55m

Výpočet je proveden v tabulce.

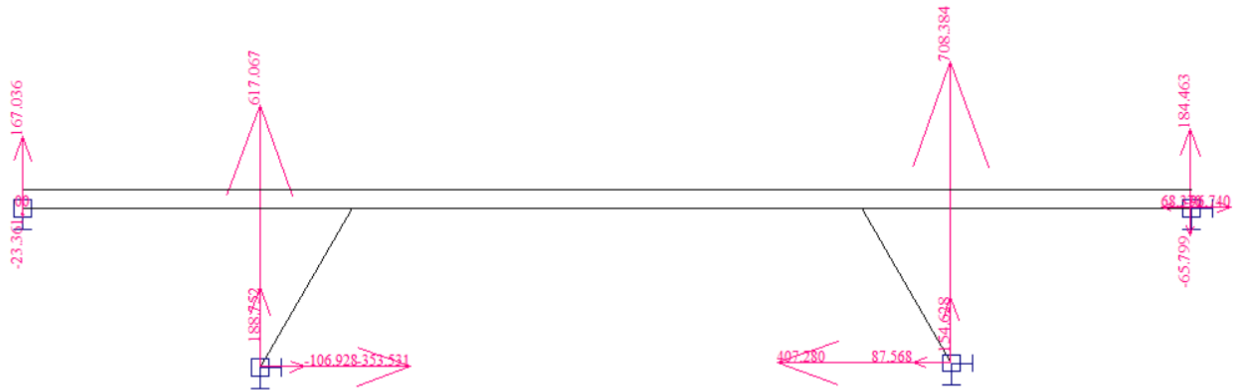
N_{sd}	=	817,12 kN	$\lambda_{rel,y}$	=	0,722
M_{yd}	=	1,6 kNm	$\lambda_{rel,x}$	=	0,542
M_{zd}	=	0,0 kNm			
$\sigma_{c,0,d}$	=	4,729 MPa	$N_{sd}/(bh)$		
$\sigma_{m,y,d}$	=	0,15 MPa			
$\sigma_{m,z,d}$	=	0,00 MPa			
k_m	=	0,7			
β_c	=	0,10			
b	=	0,48 m			
h	=	0,36 m			
l_y	=	4,55 m			
l_z	=	4,55 m			
$f_{c,0,k}$	=	29 MPa			
$f_{c,0,d}$	=	18,6 MPa	$k_{c,y}$	=	0,925
$f_{m,k}$	=	32 MPa	$k_{c,z}$	=	0,967
$f_{m,d}$	=	20,5 MPa	k_y	=	0,782
$E_{0,05}$	=	10 800 MPa	k_z	=	0,659
k_{mod}	=	0,8			
γ_M	=	1,25			
λ_y	=	43,78	l_y/i_y		
λ_z	=	32,84	l_z/i_z		
I_y	=	0,001866 m ⁴			
I_z	=	0,003318 m ⁴			
i_y	=	0,104 m	$(I_y/(bh))^{0.5}$		
i_z	=	0,139 m	$(I_z/(bh))^{0.5}$		
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$					
$0,276 + 0,007 + 0,000$					
$\Sigma = 0,283 < 1$					
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$					
$0,263 + 0,005 + 0,000$					
$\Sigma = 0,268 < 1$					
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$					
$0,065 + 0,007 + 0,000$					
$\Sigma = 0,072 < 1$					
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$					
$0,065 + 0,005 + 0,000$					
$\Sigma = 0,070 < 1$					

Vyhovuje profil vzpěry 2x240/360 mm z lepeného dřeva třídy GL32
Posuzována byla pouze delší vzpěra na vybočení ve směru osy mostu.



2.5.4. Uložení

Uložení je navrženo na ocelová čepová ložiska.
Schema extrémů reakcí:



Čep pevného ložiska na opěře:

Výpočet napětí je proveden z maximální reakce a průřezové plochy n-střížného čepu.

$$\sigma_{\phi 30} = \frac{\sqrt{R_z^2 + (R_x + B)^2}}{n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{\sqrt{0.184^2 + (0.068 + 0.028)^2}}{4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.03^2} = 73.4 \text{ MPa} < f_{vd} = 0.6 \cdot \frac{235}{1.15} = 122 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro uložení hlavního nosníku vyhovuje 2x dvoustřížný čep $\phi 30$ mm z oceli S235.

Čep pohyblivého ložiska z konstrukčních důvodů navrhuji stejného profilu.

Čep uložení vzpěry v dolní úrovni:

Výpočet napětí je proveden z maximální reakce a průřezové plochy n-střížného čepu.

$$\sigma_{\phi 50} = \frac{\sqrt{R_z^2 + R_x^2}}{n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{\sqrt{0.407^2 + 0.708^2}}{4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.05^2} = 104 \text{ MPa} < f_{vd} = 0.6 \cdot \frac{235}{1.15} = 122 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro uložení vzpěry vyhovuje 2x dvoustřížný čep $\phi 50$ mm z oceli S235.

Čep uložení vzpěry v horní úrovni navrhuji stejný



2.6. Vlastní frekvence a tvary kmitání

Výpočet vlastních frekvencí kmitání a odpovídajících vlastních tvarů je proveden použitým programem FEAT 2000.

Vyhodnocení vlastních frekvencí je provedeno s ohledem na ČSN 73 6205 čl.78 potřeby zavedení dynamického součinitele do výpočtu a pro odhad chování konstrukce při dynamickém zatížení

Dle ČSN 73 6203 čl.78 není nutné použít dynamický součinitel pohyblivého zatížení jestliže:

$$1.4 \text{ Hz} > f_{\text{konstrukce}} > 3.3 \text{ Hz}$$

V literatuře je oblast vlastních frekvencí, ve kterých jsou konstrukce typu lávka pro pěší a cyklisty náchylné ke kmitání stanovena takto:

1.6-4.5 Hz:

1.6-2.4 Hz pro chůzi

2.4-3.5 Hz pro běh a poskakování

3.5-4.5 Hz pro cyklisty

Přehled spočtených vlastních frekvencí

EIG - 001	Short - krátkodobé	0	f=9.435Hz	Ne
EIG - 002	Short - krátkodobé	0	f=11.205Hz	Ne
EIG - 003	Short - krátkodobé	0	f=12.358Hz	Ne
EIG - 004	Short - krátkodobé	0	f=13.902Hz	Ne
EIG - 005	Short - krátkodobé	0	f=16.958Hz	Ne
EIG - 006	Short - krátkodobé	0	f=18.687Hz	Ne
EIG - 007	Short - krátkodobé	0	f=20.485Hz	Ne
EIG - 008	Short - krátkodobé	0	f=23.148Hz	Ne
EIG - 009	Short - krátkodobé	0	f=23.435Hz	Ne
EIG - 010	Short - krátkodobé	0	f=24.767Hz	Ne



3. Závěr

Navržená konstrukce vyhovuje za materiálových a geometrických předpokladů uvedených výše.

Nosníky 3x2x240/510 mm

Spřažená deska tl. 200 mm

Příčná výztuž desky u obou povrchů min. 7 ϕ R12/m

Podélná výztuž v poli u obou povrchů min. 8 ϕ R14/m

Podélná výztuž nad podporou(vzpěra) u horního povrchu min. 8 ϕ R25/m (u dolního povrchu konstruktivně 8 ϕ R14/m

Spřažení vruty VB-48-7.5-165 viz samostatný výpočet

Vzpěry 3x2x240/360 mm

Vlastní frekvence kmitání jsou mimo nebezpečnou oblast.

Ložiska čepová, čep uložení na opěře profilu ϕ 30 mm dvoustřížný pod každým nosníkem, čep uložení na vzpěře ϕ 50 mm dvoustřížný pod každou vzpěrou.

V Liberci, dne 05/2017

Vypracoval Jakub Humpal

dimenzování dřevo-betonového spřaženého nosníku podle Eurocode 5

systemové informace k dřevěnému nosníku

šířka [mm]	výška [mm]	rozteč [m]	ly [cm ⁴]	Wy [cm ³]	A [cm ²]	třída pevnosti
480	510	27,5	530604,0	20808,0	2448,0	GL32h podle Eurocode 5

systemové informace k betonové desce

šířka* [mm]	tloušťka [mm]	ly [cm ⁴]	Wy [cm ³]	A [cm ²]	třída pevnosti	bednění [mm]
2250	200	150000,0	15000,0	4500,0	C30/37	0,0

*) spolupůsobící šířka desky podle DIN 1045 / EN 1991 / Sia 262

charakteristické hodnoty pevnosti dřevěného nosníku podle Eurocode 5

E _{mean} t=0 [N/mm ²]	E _{mean} t=∞ [N/mm ²]	f _{m,k} [N/mm ²]	f _{t0,k} [N/mm ²]	f _{t,90,k} [N/mm ²]	f _{c,0,k} [N/mm ²]	f _{c,90,k} [N/mm ²]	f _{v,k} [N/mm ²]
13700	8563	32,0	22,5	0,50	29,0	3,3	3,8

modifikace

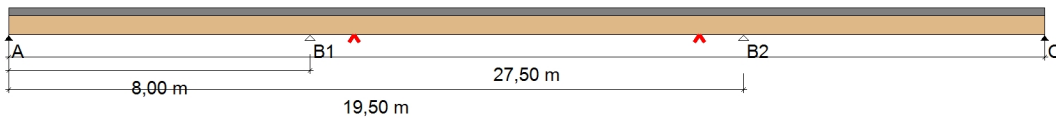
třída použitelnosti	k _{mod} stálé	k _{mod} dlouhodobé	k _{mod} střednědobé	k _{mod} krátkodobé	k _{mod} velmi krátké	γ _M	k _{cr}
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,30	0,670
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,30	0,670
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	1,30	0,670

projekt: HBV 5.0

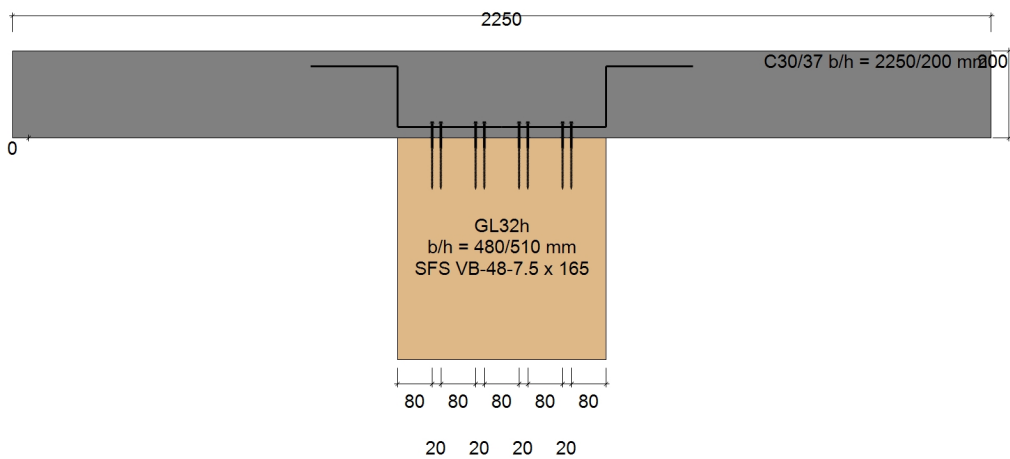
1

statický systém - pohled

system podpřen!



statický systém - řez

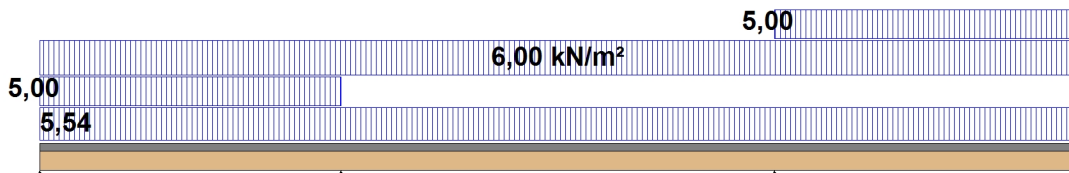


projekt: HBV 5.0

1

charakteristické vlivy na systém

e = 2,25m



charakteristické vlivy na systém

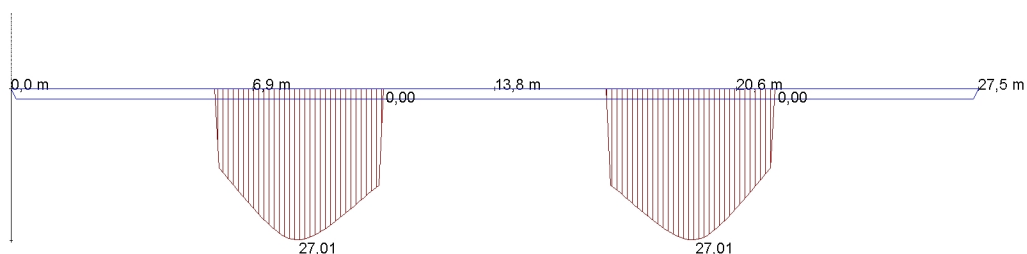
LF	typ zatížení	doba expozice	hodnota [kN, kN/m²]	délka [m]	poloha [m]	modifikace	ψ_0	ψ_1	ψ_2	zdroj
1	spojité zatížení	stálé	5,54			0,60	1	1	1	vlastní hmotnost
2	blokové zatížení	krátkodobé	5,00	8,00	0,00	0,90	0,7	0,5	0,3	lidi
3	spojité zatížení	krátkodobé	6,00			0,90	0,5	0,2	0	sníh
4	blokové zatížení	krátkodobé	5,00	8,00	19,50	0,90	0,7	0,5	0,3	

konečná míra smrštění = -0,50

oblast v tahu za ohybu

vnitřní podpěry	zvolená výztuž [cm²/m]	od [m]	do [m]
1	1,88	0,00	27,50
2	1,88	0,00	27,50

oblast v tahu za ohybu



max = 27,01 cm², x = 8,11 m

current = 0,00 cm²

min = 0,00 cm², x = 0,00 m

projekt: HBV 5.0

1

výpočetní hodnoty vnitřních sil v čase $t=0$

převládající kombinace zatížení:

$1,35 \cdot (LF1) + 1,5 \cdot LF3 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot LF4 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot LF2$ (posouzení napětí za ohybu)

$1,35 \cdot (LF1) + 1,5 \cdot LF3 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot LF4 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot LF2$ (posouzení smykového napětí)

x [m]	normálové síly [kN]	ohybový moment v betonu [kNm]	ohybový moment v dřevěném nosníku [kNm]	smykové síly ve dřevě [kN]	smykový tok [kN/m]
0,00	0,00	0,00	0,00	146,26	199,44
1,38	247,77	26,57	40,36	79,04	140,53
2,75	361,38	35,36	53,71	11,81	20,89
4,13	301,64	31,88	48,43	-55,41	-107,15
5,50	74,68	15,27	23,20	-122,63	-216,49
6,88	-256,32	-23,37	-35,50	-189,86	-238,01
8,25	-431,07	-75,11	-114,10	203,93	62,94
9,63	-188,27	-11,93	-18,12	152,95	228,19
11,00	109,83	15,63	23,74	101,96	189,92
12,38	312,41	28,82	43,78	50,98	100,93
13,75	382,30	32,88	49,96	0,00	0,00
15,13	312,41	28,82	43,78	-50,98	-100,93
16,50	109,83	15,63	23,74	-101,96	-189,92
17,88	-188,27	-11,93	-18,12	-152,95	-228,19
19,25	-431,07	-75,11	-114,10	-203,93	-62,94
20,63	-256,32	-23,37	-35,50	189,86	238,01
22,00	74,68	15,27	23,20	122,63	216,49
23,38	301,64	31,88	48,43	55,41	107,15
24,75	361,38	35,36	53,71	-11,81	-20,89
26,13	247,77	26,57	40,36	-79,04	-140,53
27,50	0,00	0,00	0,00	-146,26	-199,43

projekt: HBV 5.0

1

 výpočetní hodnoty vnitřních sil v čase $t=∞$

převládající kombinace zatížení:

 $1,35*(LF1)+1,5*LF3+1,5*0,7*LF4+1,5*0,7*LF2$ (posouzení napětí za ohybu)

 $1,35*(LF1)+1,5*LF3+1,5*0,7*LF4+1,5*0,7*LF2$ (posouzení smykového napětí)

x [m]	normálové síly [kN]	ohybový moment v betonu [kNm]	ohybový moment v dřevěném nosníku [kNm]	smykové síly ve dřevě [kN]	smykový tok [kN/m]
0,00	0,00	0,00	0,00	111,97	-12,45
1,38	27,40	22,67	75,34	44,74	31,13
2,75	16,60	27,10	90,05	-22,48	-59,30
4,13	-150,46	22,98	76,35	-89,70	-185,06
5,50	-487,65	11,44	38,03	-156,93	-299,67
6,88	-936,58	-12,29	-40,86	-224,15	-323,63
8,25	-1197,14	-44,32	-147,30	203,93	46,33
9,63	-946,53	-8,15	-27,09	152,95	241,22
11,00	-633,65	6,69	22,25	101,96	197,65
12,38	-424,01	13,80	45,86	50,98	103,89
13,75	-352,19	16,01	53,21	0,00	0,00
15,13	-424,01	13,80	45,86	-50,98	-103,89
16,50	-633,65	6,69	22,25	-101,96	-197,65
17,88	-946,53	-8,15	-27,09	-152,95	-241,22
19,25	-1197,14	-44,32	-147,30	-203,93	-46,33
20,63	-936,58	-12,29	-40,86	224,15	323,63
22,00	-487,65	11,44	38,03	156,93	299,67
23,38	-150,46	22,98	76,35	89,70	185,06
24,75	16,60	27,10	90,05	22,48	59,30
26,13	27,40	22,67	75,34	-44,74	-31,13
27,50	0,00	0,00	0,00	-111,97	12,45

výpočetní hodnota pevnosti dřeva (EN 1995-1-1:2004)

 převládající kombinace zatížení $1,35*(LF1)+1,5*LF3+1,5*0,7*LF4+1,5*0,7*LF2$ / $1,35*(LF1)+1,5*LF3+1,5*0,7*LF4+1,5*0,7*LF2$

třída odolnosti	kmod	γ_M	$f_{m,d}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]
GL32h	0,90/0,90	1,3	22,15	15,58	20,08	2,63

podpůrné síly (charakteristické)

LF	Ak [kN]	B1k [kN]	B2k [kN]	Ck [kN]
1	34,53	-136,86	-136,86	34,53
2	40,23	-53,96	5,44	1,25
3	37,40	-148,23	-148,23	37,40
4	1,25	5,44	-53,96	40,23

projekt: HBV 5.0

1

 posouzení mezního stavu únosnosti
 v čase $t=0$

x [m]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	posouzení napětí u horního okraje	posouzení napětí u spodního okraje	OK?
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√
3,03	2,60	-1,49	1,49	0,02	0,21	√
7,98	-6,76	1,78	-1,78	0,30	0,31	√
13,75	2,40	-1,56	1,56	0,01	0,21	√
19,53	-6,76	1,78	-1,78	0,30	0,31	√
24,48	2,60	-1,49	1,49	0,02	0,21	√
27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√

 posouzení mezního stavu únosnosti
 v čase $t=\infty$

x [m]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	posouzení napětí u horního okraje	posouzení napětí u spodního okraje	OK?
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√
2,61	4,33	-0,10	0,10	0,19	0,20	√
7,98	-8,77	4,88	-4,88	0,34	0,46	√
13,75	2,56	1,44	-1,44	0,12	0,11	√
19,53	-8,77	4,88	-4,88	0,34	0,46	√
24,89	4,33	-0,10	0,10	0,19	0,20	√
27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√

 posouzení mezního stavu únosnosti
 smyková napětí v čase $t=0$ a $t=\infty$

x [m]	$V_{d,0}$ [kN]	$\tau_{v,d,0}$ [N/mm ²]	posouzení $t=0$	$V_{d,\infty}$ [kN]	$\tau_{v,d,\infty}$ [N/mm ²]	posouzení $t=\infty$	OK?
0,00	146,26	1,34	0,51	111,97	1,02	0,39	√
7,98	-243,64	-2,23	0,85	-277,93	-2,54	0,97	√
8,11	209,03	1,91	0,73	209,03	1,91	0,73	√
19,39	-209,03	-1,91	0,73	-209,03	-1,91	0,73	√
19,53	243,64	2,23	0,85	277,93	2,54	0,97	√
27,50	-146,26	-1,34	0,51	-111,97	-1,02	0,39	√

 $b(e_f) = k_{cr} * b = 0,670 * 480,0 = 321,60 \text{ mm}$

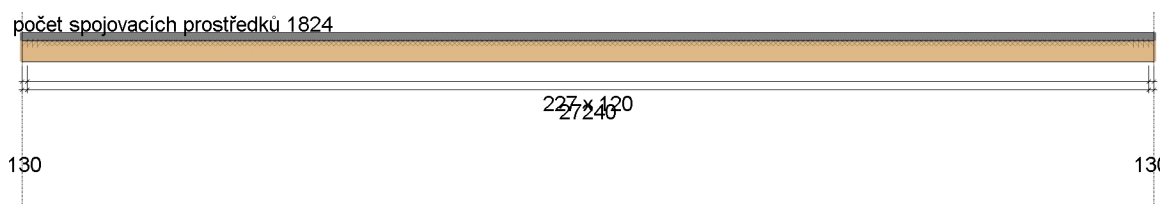
projekt: HBV 5.0

1

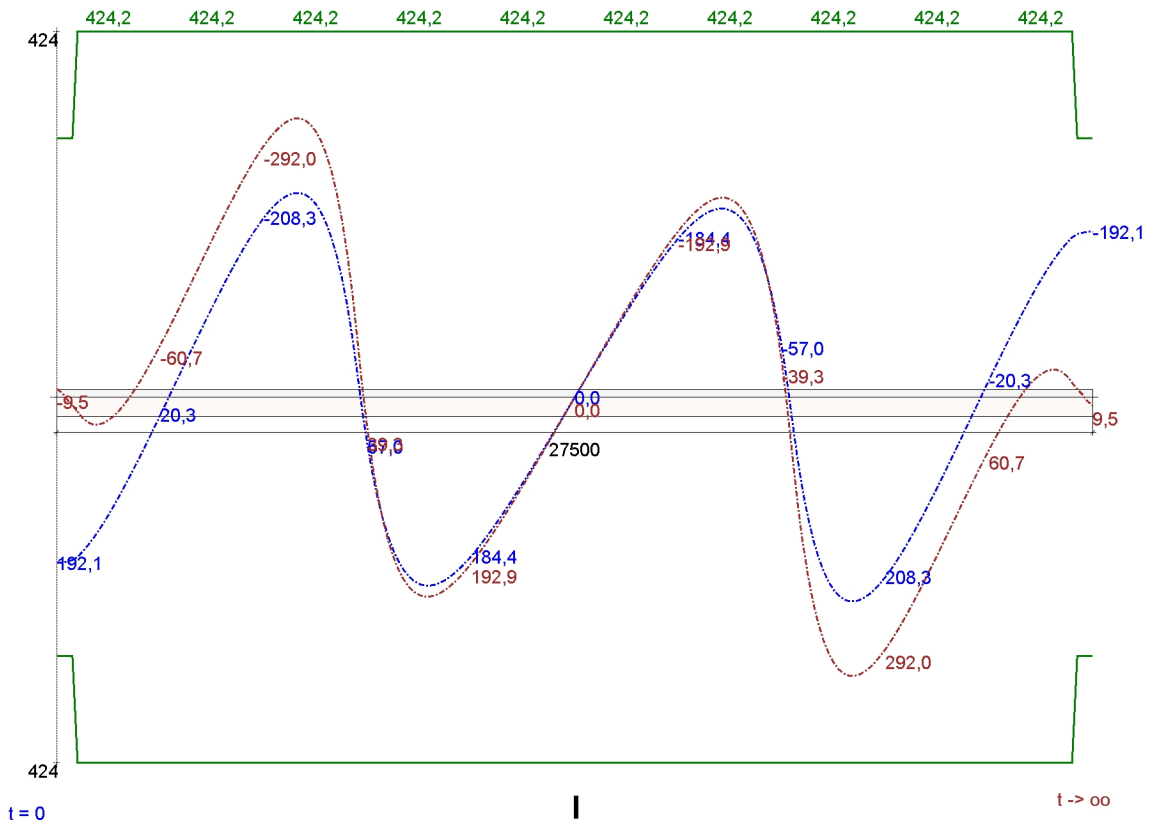
využití kapacity taženého povrchu spojovacího prostředku

x [m]	délka vyčnívající části vrutu u [mm]	$\tau_{v,d,0}$ [N/mm ²]	$\tau_{v,d,00}$ [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]	OK?
0,00	553,31	0,54	-0,03	2,63	✓
1,38	553,31	0,38	0,08	2,63	✓
2,75	553,31	0,06	-0,16	2,63	✓
4,13	553,31	-0,29	-0,50	2,63	✓
5,50	553,31	-0,58	-0,81	2,63	✓
6,88	553,31	-0,64	-0,87	2,63	✓
8,25	553,31	0,17	0,12	2,63	✓
9,63	553,31	0,62	0,65	2,63	✓
11,00	553,31	0,51	0,53	2,63	✓
12,38	553,31	0,27	0,28	2,63	✓
13,75	553,31	0,00	0,00	2,63	✓
15,13	553,31	-0,27	-0,28	2,63	✓
16,50	553,31	-0,51	-0,53	2,63	✓
17,88	553,31	-0,62	-0,65	2,63	✓
19,25	553,31	-0,17	-0,12	2,63	✓
20,63	553,31	0,64	0,87	2,63	✓
22,00	553,31	0,58	0,81	2,63	✓
23,38	553,31	0,29	0,50	2,63	✓
24,75	553,31	-0,06	0,16	2,63	✓
26,13	553,31	-0,38	-0,08	2,63	✓
27,50	553,31	-0,54	0,03	2,63	✓

optimalizované rozvržení spojovacích prostředků



linie smykové síly pro rozhodující kombinaci zatížení



projekt: HBV 5.0

1

posouzení SFS spojovacích prostředků v mezním stavu únosnosti
Verbindertyp: SFS VB-48-7.5 x 165

x [m]	řady	odstup [mm]	T,R,d [N/mm]	T,d,0 [N/mm]	T,d,0 / T,R,d	T,d,00 [N/mm]	T,d,00 / T,R,d	OK?
0,00	4	120	300,0	199,4	0,66	-12,5	0,04	√
1,38	4	120	424,2	140,5	0,33	31,1	0,07	√
2,75	4	120	424,2	20,9	0,05	-59,3	0,14	√
4,13	4	120	424,2	-107,1	0,25	-185,1	0,44	√
5,50	4	120	424,2	-216,5	0,51	-299,7	0,71	√
6,88	4	120	424,2	-238,0	0,56	-323,6	0,76	√
8,25	4	120	424,2	62,9	0,15	46,3	0,11	√
9,63	4	120	424,2	228,2	0,54	241,2	0,57	√
11,00	4	120	424,2	189,9	0,45	197,7	0,47	√
12,38	4	120	424,2	100,9	0,24	103,9	0,24	√
13,75	4	120	424,2	0,0	0,00	0,0	0,00	√
15,13	4	120	424,2	-100,9	0,24	-103,9	0,24	√
16,50	4	120	424,2	-189,9	0,45	-197,7	0,47	√
17,88	4	120	424,2	-228,2	0,54	-241,2	0,57	√
19,25	4	120	424,2	-62,9	0,15	-46,3	0,11	√
20,63	4	120	424,2	238,0	0,56	323,6	0,76	√
22,00	4	120	424,2	216,5	0,51	299,7	0,71	√
23,38	4	120	424,2	107,1	0,25	185,1	0,44	√
24,75	4	120	424,2	-20,9	0,05	59,3	0,14	√
26,13	4	120	424,2	-140,5	0,33	-31,1	0,07	√
27,50	4	120	300,0	-199,4	0,66	12,5	0,04	√

projekt: HBV 5.0

1

podíl průhybu v hraničním stavu použitelnosti

x [m]	w,g,inst [mm]	w,g,fin [mm]	w,q,inst,perm [mm]	w,q,fin,perm [mm]	w,q,inst,rare [mm]	w,q,fin,rare [mm]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,38	0,44	2,51	0,22	0,42	1,00	1,88
2,75	0,68	3,75	0,37	0,70	1,59	3,00
4,13	0,63	3,62	0,40	0,77	1,63	3,08
5,50	0,36	2,45	0,32	0,62	1,15	2,18
6,88	0,04	0,87	0,16	0,30	0,41	0,78
8,25	0,07	-0,04	-0,03	-0,07	-0,01	-0,01
9,63	0,75	0,56	-0,17	-0,32	0,42	0,79
11,00	1,54	1,60	-0,26	-0,50	1,08	2,01
12,38	2,13	2,43	-0,31	-0,60	1,59	2,98
13,75	2,34	2,74	-0,32	-0,63	1,78	3,33
15,13	2,13	2,43	-0,31	-0,60	1,59	2,98
16,50	1,54	1,60	-0,26	-0,50	1,08	2,01
17,88	0,75	0,56	-0,17	-0,32	0,42	0,79
19,25	0,07	-0,04	-0,03	-0,07	-0,01	-0,01
20,63	0,04	0,87	0,16	0,30	0,41	0,78
22,00	0,36	2,45	0,32	0,62	1,15	2,18
23,38	0,63	3,62	0,40	0,77	1,63	3,08
24,75	0,68	3,75	0,37	0,70	1,59	3,00
26,13	0,44	2,51	0,22	0,42	1,00	1,88
27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

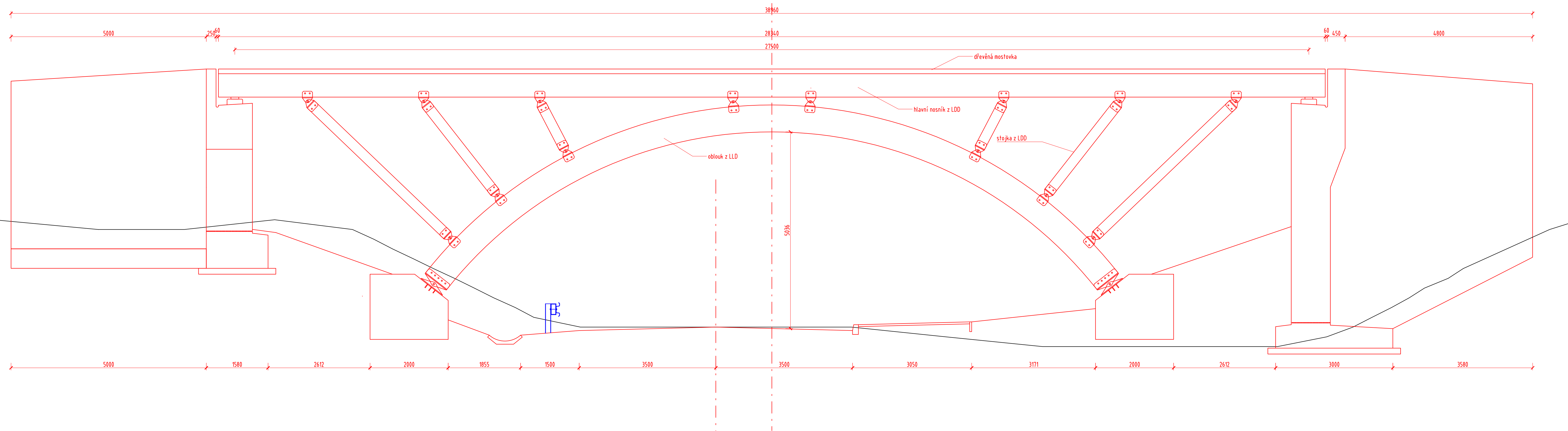
projekt: HBV 5.0

1

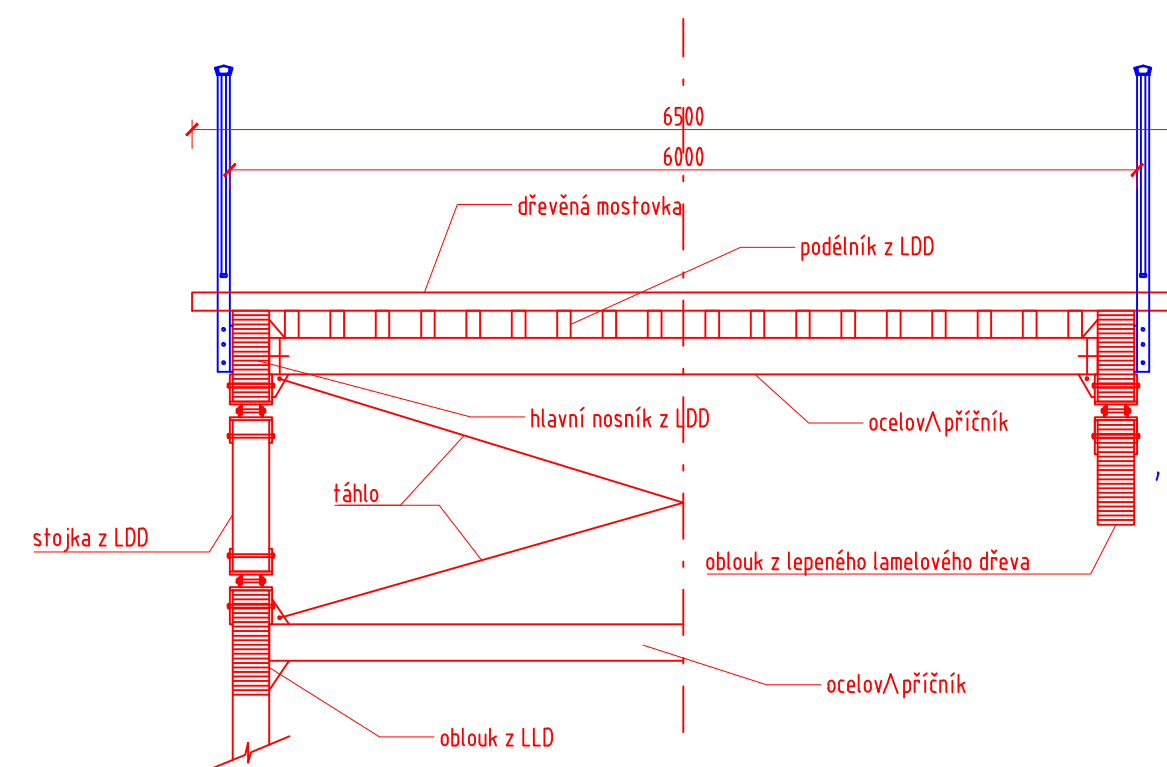
posouzení dodržení mezních hodnot

x [m]	w,inst,rare	max. w,inst,rare (ℓ/400)	w,fin,perm	max. w,fin,perm (ℓ/250)	OK?
0,00	0,00	20,00	0,00	32,00	√
1,38	1,44	20,00	2,93	32,00	√
2,75	2,27	20,00	4,45	32,00	√
4,13	2,26	20,00	4,39	32,00	√
5,50	1,51	20,00	3,07	32,00	√
6,88	0,45	20,00	1,17	32,00	√
8,25	0,06	28,75	-0,11	46,00	√
9,63	1,17	28,75	0,24	46,00	√
11,00	2,62	28,75	1,10	46,00	√
12,38	3,72	28,75	1,83	46,00	√
13,75	4,12	28,75	2,11	46,00	√
15,13	3,72	28,75	1,83	46,00	√
16,50	2,62	28,75	1,10	46,00	√
17,88	1,17	28,75	0,24	46,00	√
19,25	0,06	28,75	-0,11	46,00	√
20,63	0,45	20,00	1,17	32,00	√
22,00	1,51	20,00	3,07	32,00	√
23,38	2,26	20,00	4,39	32,00	√
24,75	2,27	20,00	4,45	32,00	√
26,13	1,44	20,00	2,93	32,00	√
27,50	0,00	20,00	0,00	32,00	√

PODÉLNÝ ŘEZ 1:50



PŘÍČNÝ ŘEZ 1:50



DŘEVO:

DRUH	OZNAČENÍ
HLAVNÍ NOSNÍKY	GL32
OBLOUK	GL32

OCEL:

DRUH	OZNAČENÍ	KRYTÍ
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ	B 500B	MIN.40MM, JMEN.50MM
TÁHLA	S355	
STYČNÍKOVÉ PLECHY	S235	

BETON ČSN EN 206-1:

BETON	OZNAČENÍ
PODKLADNÍ BETON	C 12/15 - XC0 (CZ, F.1)-Cl 1.0-Dmax 22-S3
DRÍK OPĚRY, OPĚRA, ZÁKL. PASY	C 25/30 - XC2, XF4 (CZ, F.1)-Cl 0.4-Dmax 22-S3
ÚLOŽNÝ PRÁH OPĚRY	C 30/37 - XC4, XD3, XF4 (CZ, F.1)-Cl 0.4-Dmax 22-S3
MOSTOVKA	C 30/37 - XC4, XD1, XF4 (CZ, F.1)-Cl 0.4-Dmax 22-S3

Název objektu: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE : LÁVKA V SEDLE MALINÍKU			
 Fakulta Stavební ČVUT v Praze	Vypracoval: J.HUMPAL Vedoucí bakalářské práce: ING. ANNA KUKLIKOVÁ, PH.D. Katedra: OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE Studijní obor: KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY	datum: 05/2017 měřítko: 1:50 příloha: varianta B	