

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



DIPLOMOVÁ PRÁCE
Posouzení únosnosti mostu v areálu
Škoda Plzeň

Jakub Stejskal
2020

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



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Stejskal Jméno: Jakub Osobní číslo: 438440

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Posouzení únosnosti mostu v areálu Škoda Plzeň

Název diplomové práce anglicky: The assesment of the steel bridge in Škoda factory

Pokyny pro vypracování:

Provedení prohlídky a zhodnocení stavu mostu na základě již zpracované diagnostiky. Stanovení zatížitelnosti nosné konstrukce a pilířů Vn, Vr a Ve dle podkladů na prostorovém modelu.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 1991-2, ČSN EN 1993-2

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 18.9.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

19. 9. 2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího doc. Ing. Pavla Ryjáčka, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 5.1.2020

.....

Jakub Stejskal

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlovi Ryjáčkovi, Ph.D. za odborné vedení, za čas strávený při konzultacích a rady při zpracování této práce.

**Posouzení únosnosti mostu v areálu
Škoda Plzeň**

**The assessment of the steel bridge in
Škoda factory**

Abstrakt:

Obsahem této diplomové práce je stanovení zatížitelnosti V_n , V_r a V_e nosné konstrukce a pilířů ocelového silničního mostu v areálu Škoda Plzeň. Most je spojitý nosník o dvou polích o rozpětí 29,6 a 38,6 m a je v přímé. Příčný řez tvoří dva symetrické komorové nosníky, které jsou spojené příčnickami. Mostovka je ortotropní s nespřáženou betonovou deskou. Pod mostem je železniční koridorová trať. Pro výpočet jsou použity metoda efektivních šířek a metoda redukovaných napětí.

Klíčová slova:

ocelový most, silniční most, ortotropní mostovka, komorový most, boulení, smykové ochabnutí, zatížitelnost

Abstract:

The content of this master's thesis is an assessment of superstructure and pillars of steel road bridge in Škoda factory. The bridge is two span (29,6 m and 38,6 m) continuous beam horizontally and vertically straight. Cross section consist of two box girders connected by cross beams. Bridge deck is orthotropic with no interact concrete deck. The railway corridor is under the bridge. Effective width method and reduced stress method are used for the assessment.

Keywords:

steel bridge, road bridge, orthotropic bridge deck, box girder, buckling, shear lag

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Popis stávajícího mostu	8
2.1	Identifikační údaje.....	8
2.2	Charakteristika konstrukce jižního nájezdu.....	9
2.3	Charakteristika konstrukce mostu.....	12
2.4	Charakteristika konstrukce severního nájezdu	24
3	Zatížení	30
3.1	Stálé zatížení.....	30
3.1.1	Zatížení vlastní tíhou – ZS1	30
3.1.2	Ostatní stálé zatížení – ZS2.....	30
3.2	Proměnné zatížení.....	30
3.2.1	Normální zatížitelnost.....	31
3.2.2	Výhradní zatížitelnost.....	35
3.2.3	Výjimečná zatížitelnost.....	38
3.2.4	Zatížení podvozkem Nicolas	41
3.2.5	Zatížení chodníků.....	43
3.2.6	Zatížení větrem	45
3.2.7	Zatížení teplotou	46
3.3	Zatěžovací stavy.....	47
3.3.1	ZS1, Vlastní tíha.....	48
3.3.2	ZS pro maximální moment ve větším poli (řez 1).....	48
3.4	Kombinace zatížení	52
3.4.1	Dle ČSN EN 1991-1-1 a ČSN EN 1991-2	52
4	Výpočetní model a metodika výpočtu.....	55
4.1	Základní informace	55
4.2	Popis výpočetního modelu.....	56
4.2.1	Horní deska.....	56
4.2.2	Stěny.....	57
4.2.3	Dolní deska	58
4.2.4	Nadpodporové příčnice	59

4.2.5	Okrajové podmínky – detaily nad podporami	60
4.2.6	Vliv koroze	62
4.3	Metodika výpočtu	62
4.3.1	Materiál	Chyba! Záložka není definována.
4.3.2	Smykové ochabnutí a boulení	62
4.3.3	Stanovení zatížitelnosti	62
4.3.4	Ověření lokálních špiček napětí	63
5	Statická analýza	65
5.1	Boulení	65
5.1.1	Lokální boulení	65
5.1.2	Globální boulení	69
5.1.3	Boulení ve smyku	77
5.2	Smykové ochabnutí	77
5.2.1	Výpočet smykového ochabnutí	78
5.2.2	Průběh smykového ochabnutí po délce mostu	79
5.3	Metoda efektivních šířek	80
5.3.1	Zatížitelnost komory – globální účinek	80
5.3.2	Podélné výztuhy mostovky a příčnick	105
5.4	Zatížitelnost ložisek	115
5.5	Metoda redukovaných napětí – nosná konstrukce	120
5.5.1	Normální zatížitelnost 54,8 t	120
5.5.2	Výhradní zatížitelnost 210 t	136
5.5.3	Výjimečná zatížitelnost 397 t	138
5.5.4	Nicolas 18 - 360	142
5.5.1	Nicolas 14 + 14 – 500	157
5.6	Spodní stavba	172
5.6.1	Podložiskové oblasti	173
5.6.2	Dřívky pilířů	177
6	Závěr - zatížitelnost	207
6.1	Zatížitelnost nosné konstrukce	207
6.2	Zatížitelnost spodní stavby	208
7	Literatura	209

1 Úvod

Obsahem této diplomové práce je stanovení zatížitelnosti V_n , V_r a V_e nosné konstrukce a pilířů ocelového silničního mostu v Plzni. Stanovení zatížitelnosti severního a jižního nájezdu není předmětem této práce. Stávající mostní objekt z roku 1984 převádí dvoupruhovou směrově nerozdělenou účelovou komunikaci v areálu výrobního závodu Škoda Holding a.s. přes železniční trať 0203, železniční trať 0301, síť vlečkových kolejí a účelové komunikace v areálu provozovny.

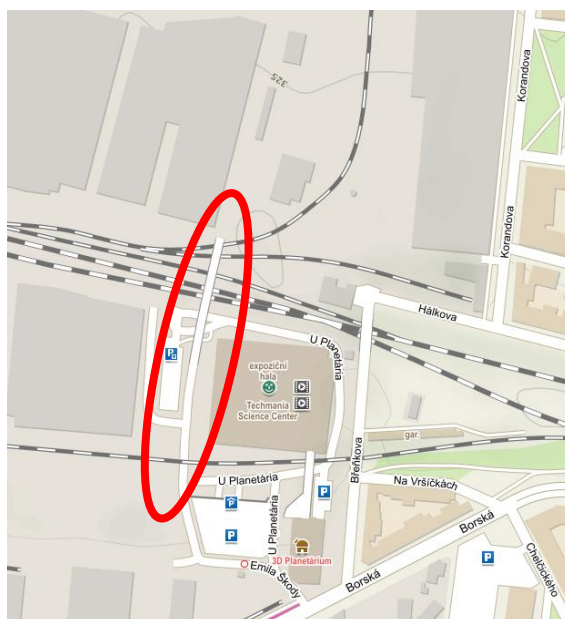
Pro stanovení zatížitelnosti byla použita získaná archivní dokumentace a podklady. Jednalo se zejména o:

Mostní list

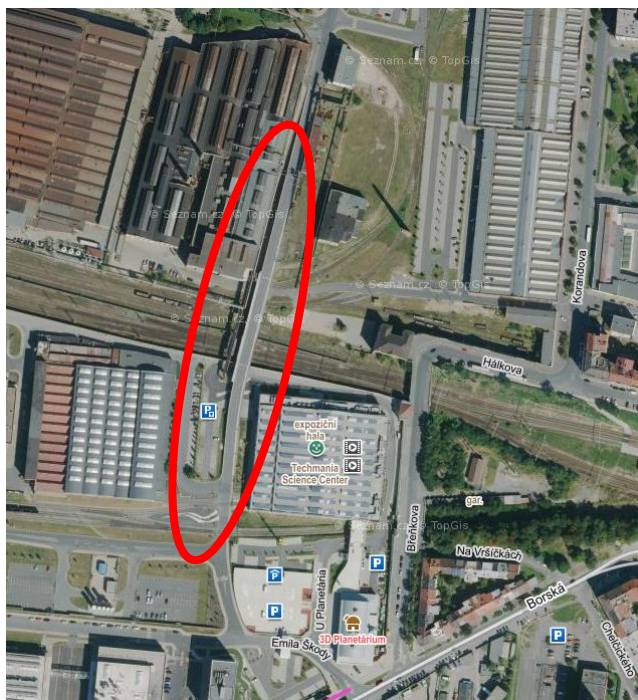
Hlavní prohlídka mostu

Archivní dokumentace mostu

Zpráva o provedení diagnostického průzkumu



Obr. 1 Přehledná mapa okolí mostu



Obr. 2 Ortomapa mostu

2 Popis stávajícího mostu

2.1 Identifikační údaje

Inv. číslo mostu:	PS 00010100
Název mostu:	Most sever-jih
Umístění mostu:	Plzeň (okres Plzeň-město)
Druh mostu:	silniční
Druh nosné konstrukce	ocelová trémová konstrukce s horní ortotropní mostovkou
Popis spodní stavby kyvné stojky	železobetonové podpěry a opěry, ocelové
Počet nosných konstrukcí	3
Počet mostních otvorů	11 (2 zastavěny)
Délka přemostění	211,16 m
Délka nosné konstrukce	47,4 + 69,0 + 97,5 m
Rozpětí nosné konstrukce	severní nájezd 13,4 m + 5 x 16,5 m most 38,6 m + 26,6 m jižní nájezd 2 x 16,5 m + 13,4 m
Stavební výška	jižní a severní nájezd 1,4 m most 1,9 m
Směrové poměry na mostě	severní nájezd a most v přímé jižní nájezd ve směrovém oblouku
Šířka mezi zvýšenými obrubami:	7,0 m
Šířka mezi zábradlím:	jižní a severní rampa 9,5 m most 11,0 m
Šířka mostu:	jižní a severní rampa 9,5 m most 11,0 m
Šikmost mostu	90°
Stavební stav stávajícího objektu:	nosná konstrukce – III dobrý stav spodní stavba – VI špatný stav
Rok výstavby	1984

2.2 Charakteristika mostu

Nosná konstrukce z roku 1984 je provedena z korozivzdorné oceli ATMOFIX 52 (řady 15127, 15217) a prostorově se dělí na:

- jižní nájezd
- most
- severní nájezd

V roce 2013 byla provedena rekonstrukce mostu. Proběhlo kompletní odstranění a nahrazení vozovkového souvrství, izolace, betonové vyrovnávací desky, říms a mostních závěrů. Na několika místech lokální oprava zábradlí a výměna ochrany proti dotyku s TV. Ze spodní stavby byly sanovány opěry J3 a S1.

2.2.1 Statický návrh mostu

2.2.1.1 Nahodilé zatížení dle ČSN 736203 (revidované)

Most byl staticky navržen na nahodilé zatížení dle ČSN 736203 vzhledem k důležitosti konstrukce na zatěžovací třídu A. Toto nahodilé zatížení se skládá z:

- a) rovnoměrné zatížení ks.kd.4,0 kN/m²
- b) pruh rovnoměrného zatížení 4 kN/m² široký 3 m
- c) třinápravové vozidlo 600 kN

Podle revidované ČSN 736203 se provádí kombinace a) + b) nebo a) + c).

2.2.1.2 Nahodilé zatížení podvozkem Nicolas

Pro přepravu nadměrných břemen se uvažují dvě sestavy tahačů skládající se ze čtyř tahačů Tatra 813 a podvozkem Nicolas:

- a) 2x Tatra 813 + Nicolas 18 (7+4+7) – 360 + 2x Tatra 813
- b) 2x Tatra 813 + Nicolas 14+14 – 500 + 2x Tatra 813

Sestavy jsou zobrazeny dále v kapitole Zatížení.

2.2.2 Konstrukce jižního nájezdu

Jižní nájezd je ze statického hlediska spojitý nosník o 3 polích. Rozpětí jednotlivých polí je 1 x 13,4 m + 2 x 16,5 m. Nosnou konstrukci tvoří 2 otevřené svařované komorové nosníky, které jsou tvořeny 4 nosníky tvaru L. Nosníky spolupůsobí s horní ocelovou ortotropní mostovkou. Ortotropní mostovka je tvořena podélnými spojitými uzavřenými výztuhami tvaru U a příčnickami tvaru I. Na ocelové mostovce se nachází vyrovnávací betonová nespřážená deska tl. 100-185 mm z betonu třídy C30/37 - XF4. Stavební výška jižního nájezdu je 1,4 m.

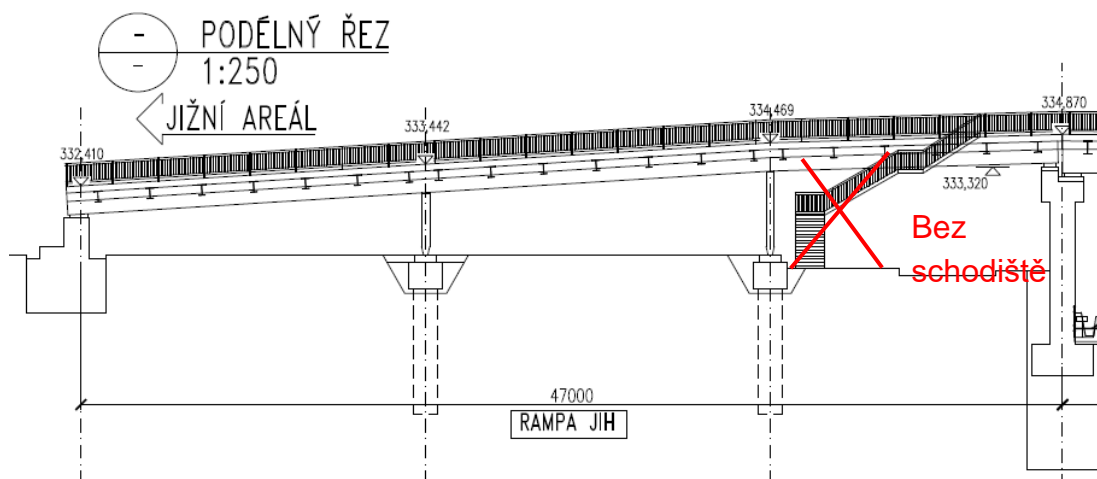
Spodní stavba jižního nájezdu je tvořena masivní železobetonovou opěrou (J3), ocelovými kyvnými stojkami (J2 a J1) a masivní železobetonovou podpěrou (P3). Na opěře J3 jsou umístěna 2 hrncová ložiska IS-GHH (N5000 - pevné a NGe 5000 – jednosměrně posuvné). Nad opěrou J3 je osazen

povrchový mostní závěr s jednoduchým těsněním spáry MDZ RS 80 mm. Ocelové kyvné stojky tvoří kloubové uložení konstrukce, pomocí klínových podložek s přivařenými zarážkami. Na podpěře P3 je uložena konstrukce na hrncová ložiska IS-GHH (NGe 5000 – jednosměrně posuvné a NGa 5000 – všesměrně posuvné). Nad podpěrrou P3 je umístěn hřebenový závěr F160.

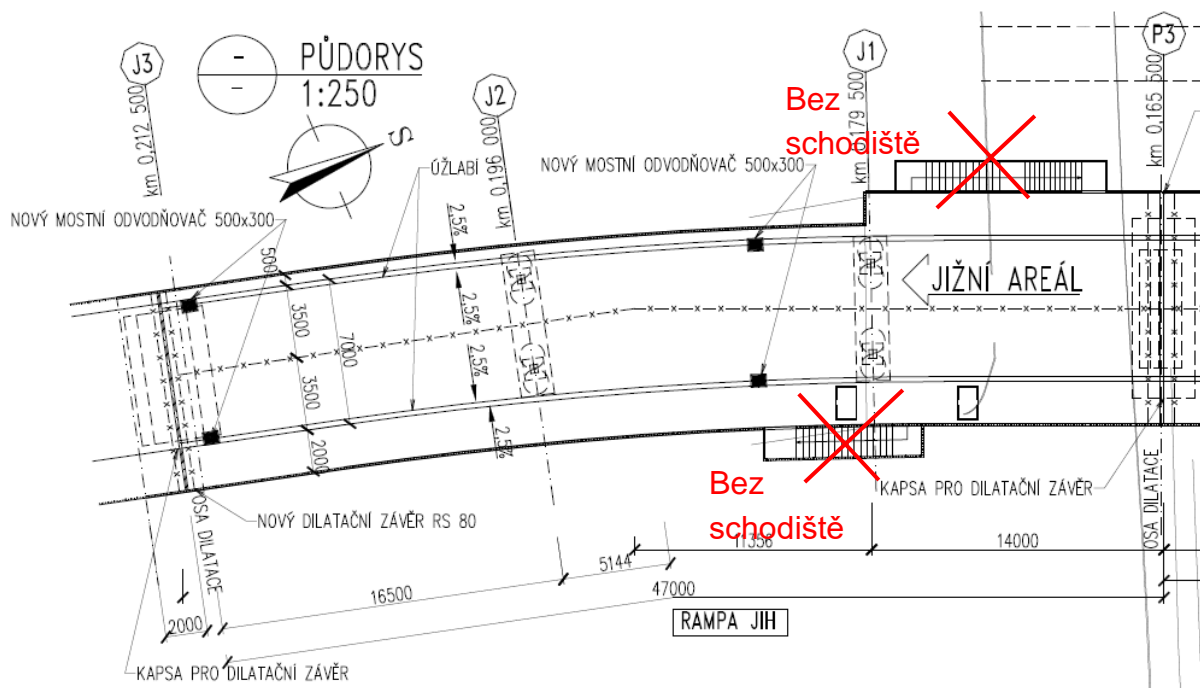
Železobetonová masivní opěra J3 je založena plošně. Na opěru navazují dlouhá zděná křídla. Při poslední rekonstrukci byla provedena sanace. Ocelové kyvné stojky (J2 a J1) jsou založeny na pilotách. Železobetonová masivní podpěra P3 je založena plošně a při rekonstrukci nebyla sanována.

Vozovkové souvrství je provedeno na vyrovnávací betonové desce mostovky. Souvrství je tvořeno obrusnou vrstvou AKMS I (SMA) tloušťky 40 mm, ložnou vrstvou ABH I (ACL) tloušťky 50 mm a ochrannou izolací LAS IV (MA IV) tloušťky 30 mm. Pod vozovkovým souvrstvím je provedena celoplošná pásová izolace v celé šíři mostovky. Odvodnění izolace je provedeno v úžlabích vyrovnávací desky skrz plech pomocí trubiček po 5 m.

Na konstrukci jižního nájezdu se na pravé straně od opěry J3 nachází chodníková římsa šířky 2,0 m, na levé straně se nachází pouze revizní chodníková římsa šířky 0,5 m. Z vnější strany jsou římsy ukončeny lícním ocelovým plechem. Uvnitř římsy jsou zabudovány chráničky DN 110. Chodníková římsa je tvořena z betonu C 30/37 X s příměsí PE vláken. Na mostě je proveden zvýšený odrazný obrubník bez svodidla. Na lícním ocelovém plechu je připevněno ocelové zábradlí výšky 1,1 m se svislou výplní. Zábradlí je vyrobeno z oceli řady 37 a je opatřeno nátěrovým systémem neznámého složení. V odvodňovacích prouzcích jsou umístěny odvodňovače (2x2 ks). Svislým svodem z odvodňovačů skrz betonovou desku a ocelovým plechem mostovky je srážková voda svedena mimo mostní konstrukci. Vozovka je osvětlena běžnými sloupy elektrického osvětlení, které nahrazují v určitých místech zábradelní sloupky.



Obr. 3 Jižní nájezd podélný řez



Obr. 4 Jižní nájezd půdorys



Obr. 5 Jižní nájezd boční pohled (ze západní strany)

2.2.3 Konstrukce mostu

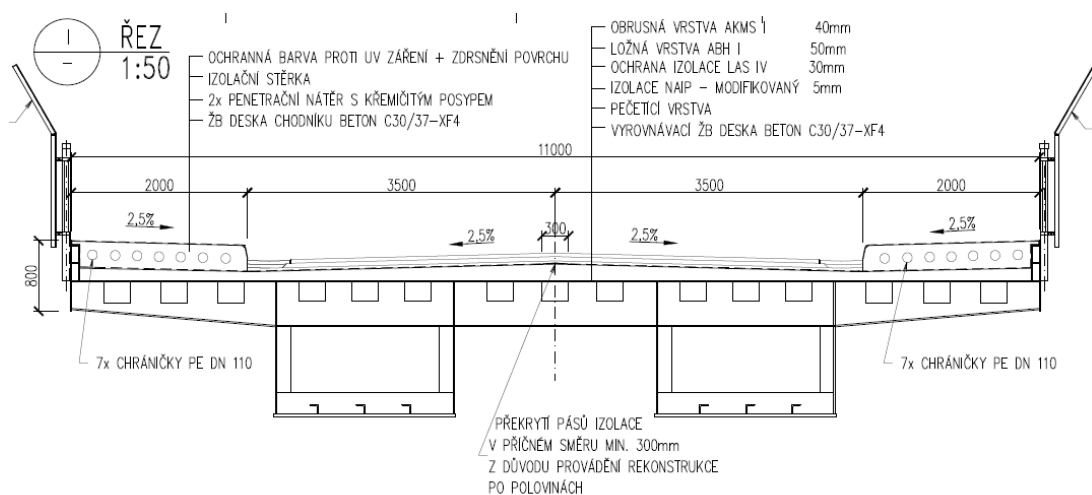
2.2.3.1 Nosná konstrukce

Most je ze statického hlediska spojitý nosník o 2 polích. Rozpětí polí je 38,6 m + 29,6 m. Nosnou konstrukci tvoří dva celosvařované komorové nosníky. Dolní část komory je vyztužena podélnými výtuhami průřezu L a příčnými profily U v místě příčníků. Tuhost příčného profilu zajišťuje navařené příhradové ztužení průřezu 2xL ve čtvrtinách rozpětí. Nosníky komory spolupůsobí s ortotropní mostovkou, která je tvořena podélnými spojitými uzavřenými výtuhami tvaru U a příčnými tvaru I. Na ocelové mostovce se nachází vyrovnávací betonová nespřažená deska tl. 100-185 mm z betonu třídy C30/37 - XF4. Stavební výška mostu je 1,9 m. Most je vybaven 4 revizními vstupy umožňující přístup do komorových nosníků.

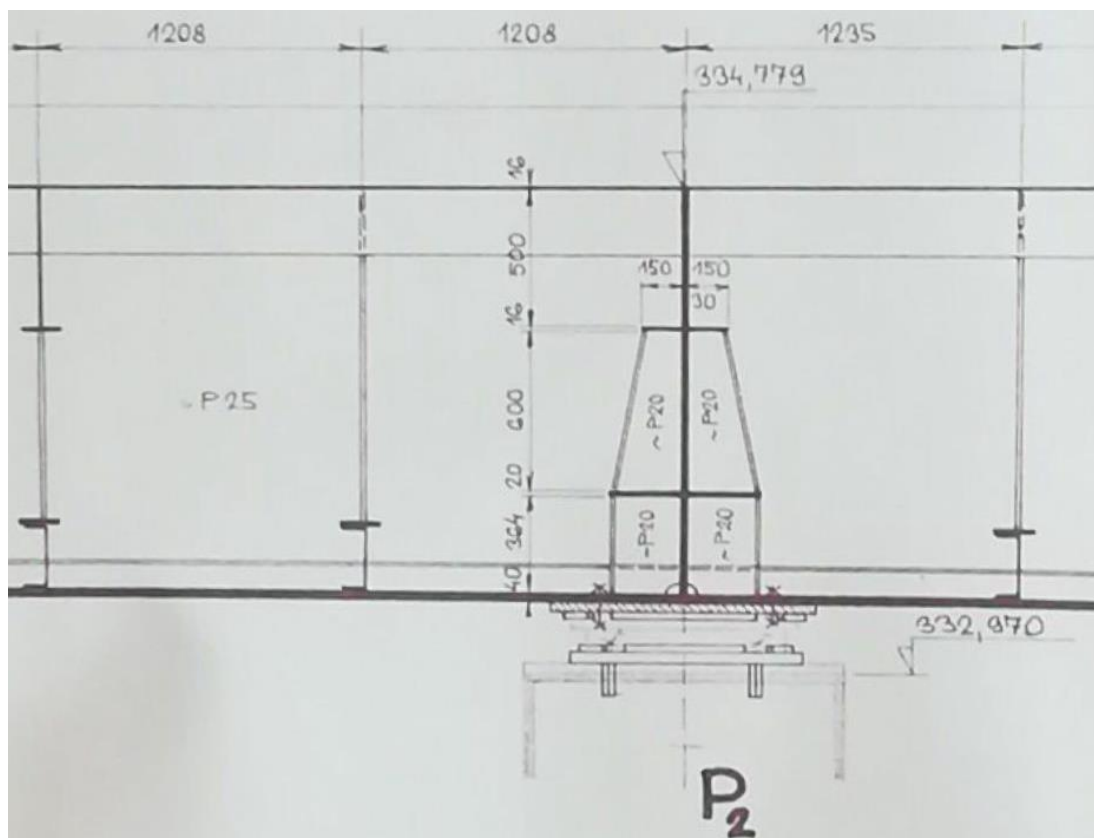
Vozovkové souvrství je provedeno na vyrovnávací betonové desce mostovky z betonu. Souvrství je tvořeno obrusnou vrstvou AKMS I (SMA) tloušťky 40 mm, ložnou vrstvou ABH I (ACL) tloušťky 50 mm a ochrannou izolací LAS IV (MA IV) tloušťky 30 mm. Pod vozovkovým souvrstvím je provedena celoplošná pásová izolace v celé šíři mostovky. Odvodnění izolace je provedeno v úžlabích vyrovnávací desky skrz plech pomocí trubiček po 5 m.

Na konstrukci mostu se na obou stranách nacházejí chodníkové římsy šířky 2,0 m. Z vnější strany jsou římsy ukončeny lícním ocelovým plechem. Uvnitř římsy jsou zabudovány chráničky DN 110. Chodníková římsa je tvořena z betonu C 30/37 X s příměsí PE vláken. Na mostě je proveden zvýšený odrazný obrubník bez svodidla. Na lícním ocelovém plechu je připevněno ocelové

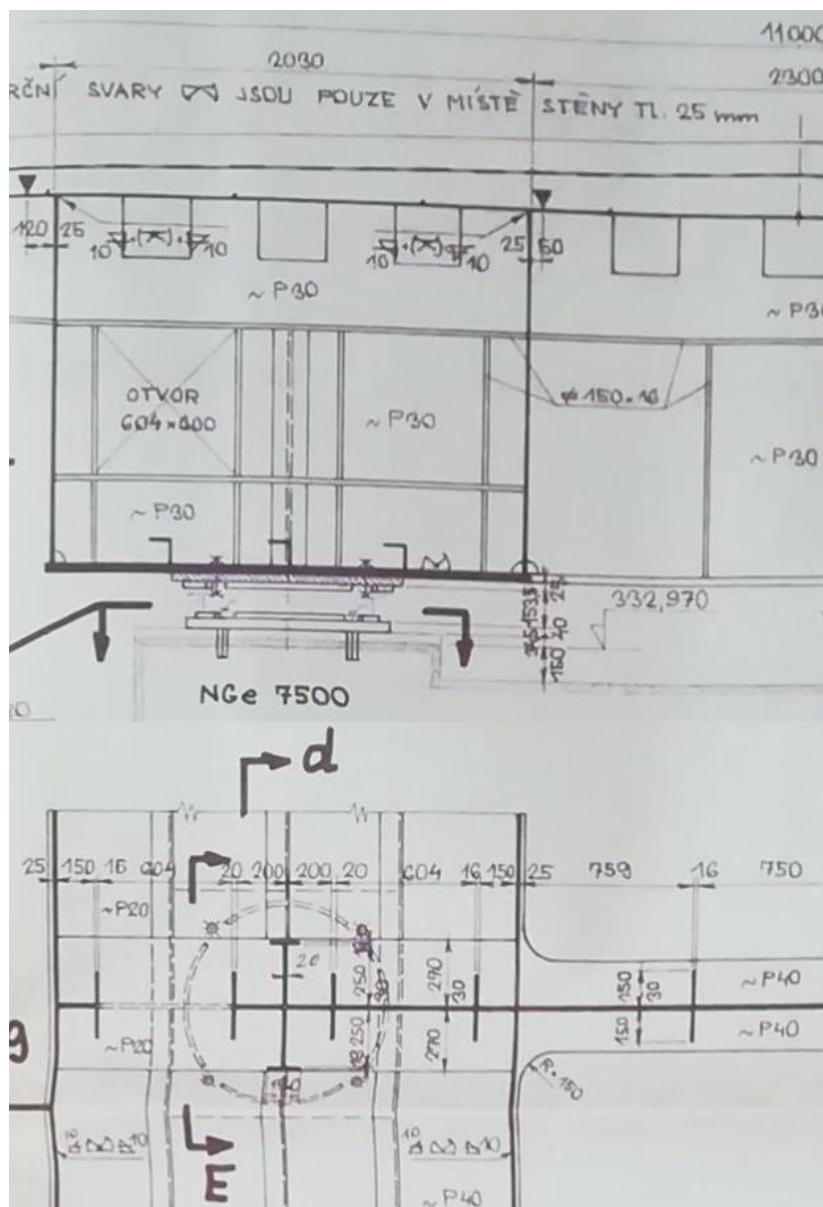
zábradlí výšky 1,1 m se svislou výplní. Zábradlí je vyrobeno z oceli řady 37 a je opatřeno nátěrovým systémem neznámého složení. Nad přemostňovanou železniční tratí je k zábradlí připevněna ochrana proti dotyku. V odvodňovacích prouzcích jsou umístěny odvodňovače (2x 2 ks). Svislým svodem z odvodňovačů skrz betonovou desku a ocelovým plechem mostovky je srážková voda svedena mimo mostní konstrukci. Vozovka je osvětlena běžnými sloupy elektrického osvětlení, které nahrazují v určitých místech zábradelní sloupky.



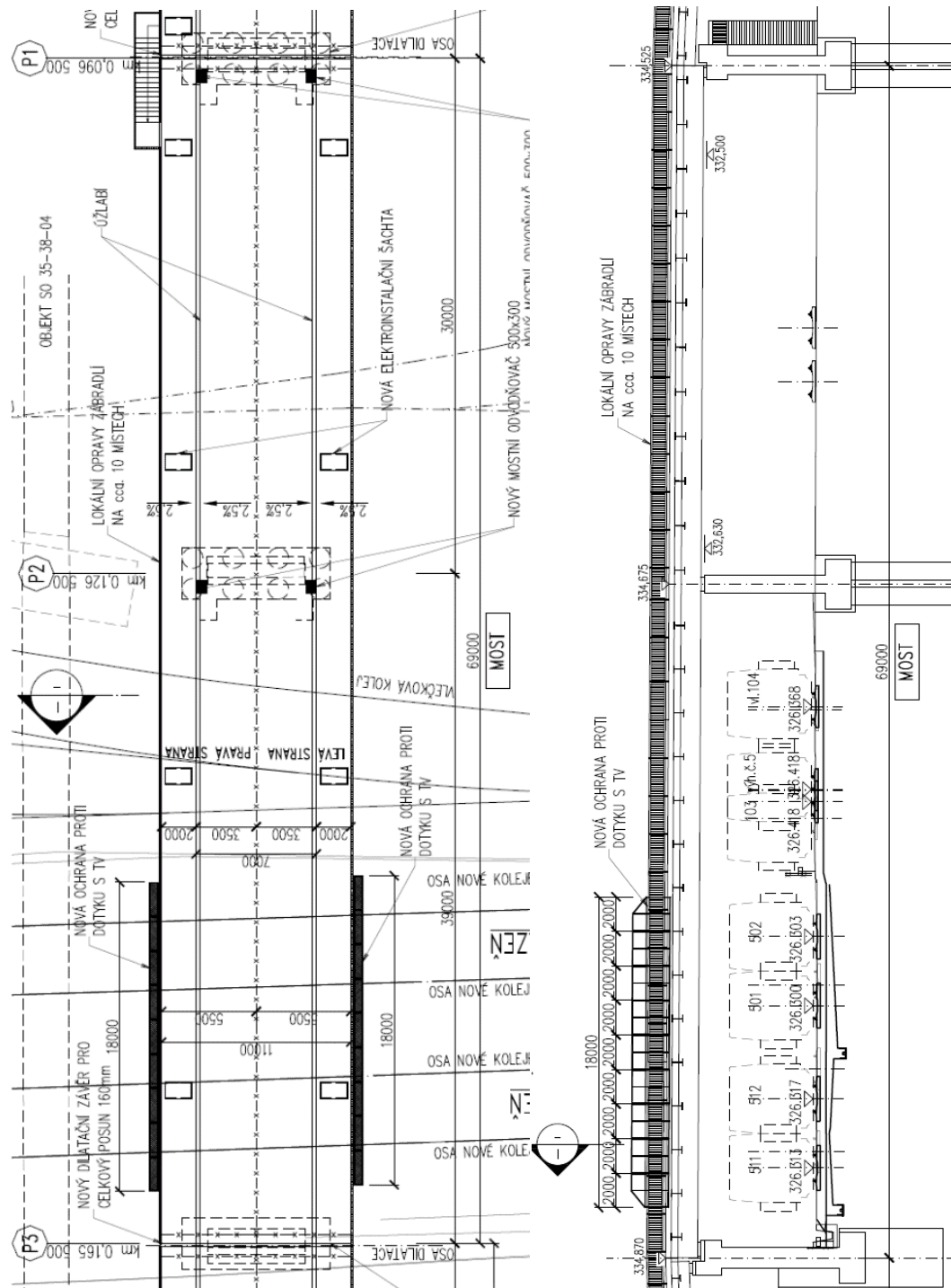
Obr. 6 – Most příčný řez



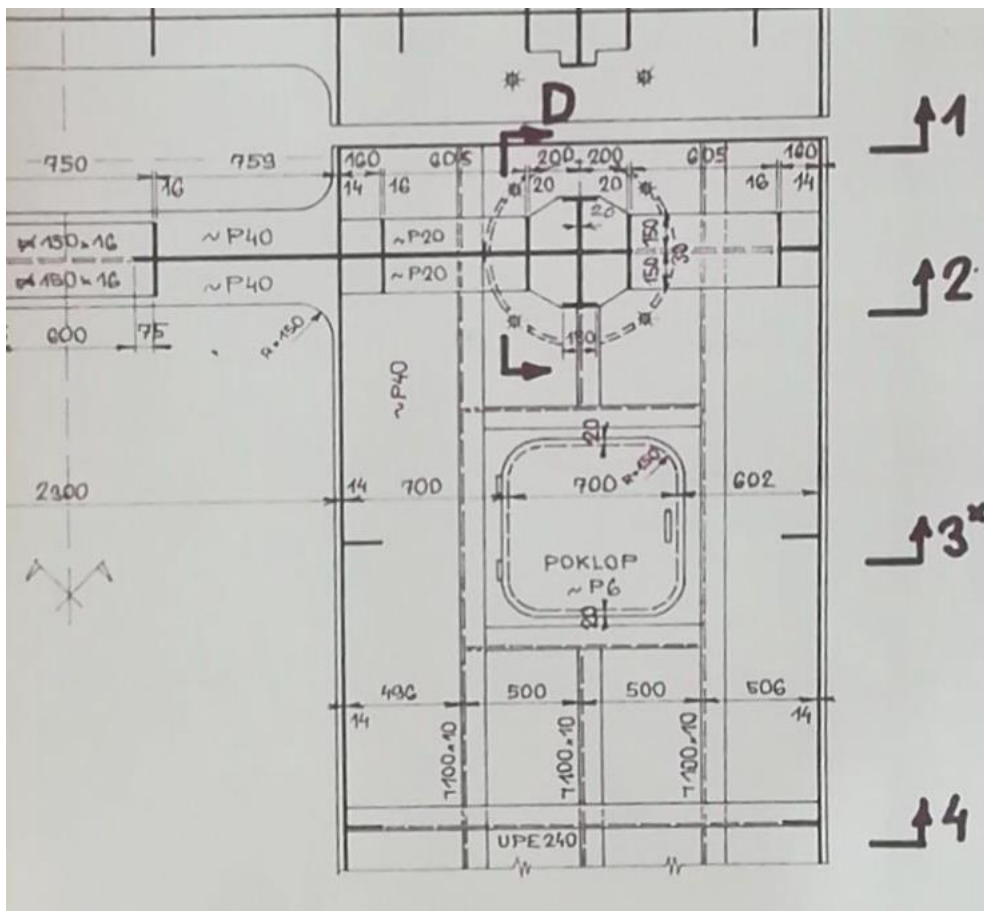
Obr. 7 Detail nadpodporové oblasti nad středním pilířem - podélný řez



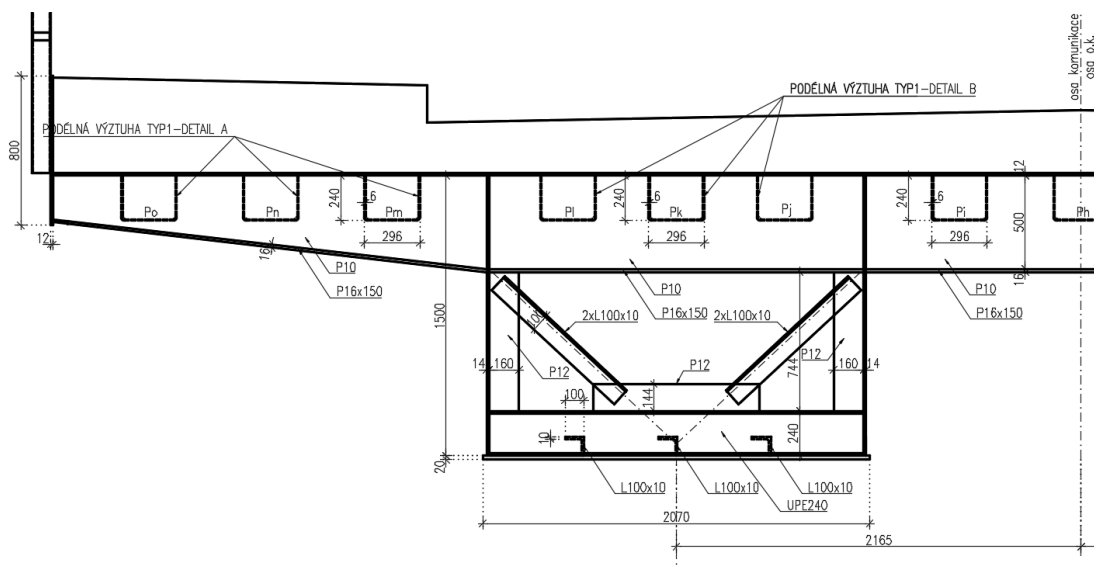
Obr. 8 Detail nadpodporové oblasti nad středním pilířem – nahoře příčný řez, dole půdorys



Obr. 9 – Most půdorys a podélný řez



Obr. 10 Detail nadpodporové oblasti P3 - otvor v dolní pásnici



Obr. 11 Detail ztužení ve čtvrtinách rozpětí



Obr. 12 – Most boční pohled (z východní strany)



Obr. 13 – Most boční pohled (ze západní strany)



Obr. 14 – Most pohled na vozovku (z jižní strany)



Obr. 15 – Most pohled na hlavní nosníky (z jižní strany)



Obr. 16 Most pole P2-P1 – stěny komory, podélné výztuhy, konzoly příčníků



Obr. 17 Most pole P3-P2 – svar stěny komory



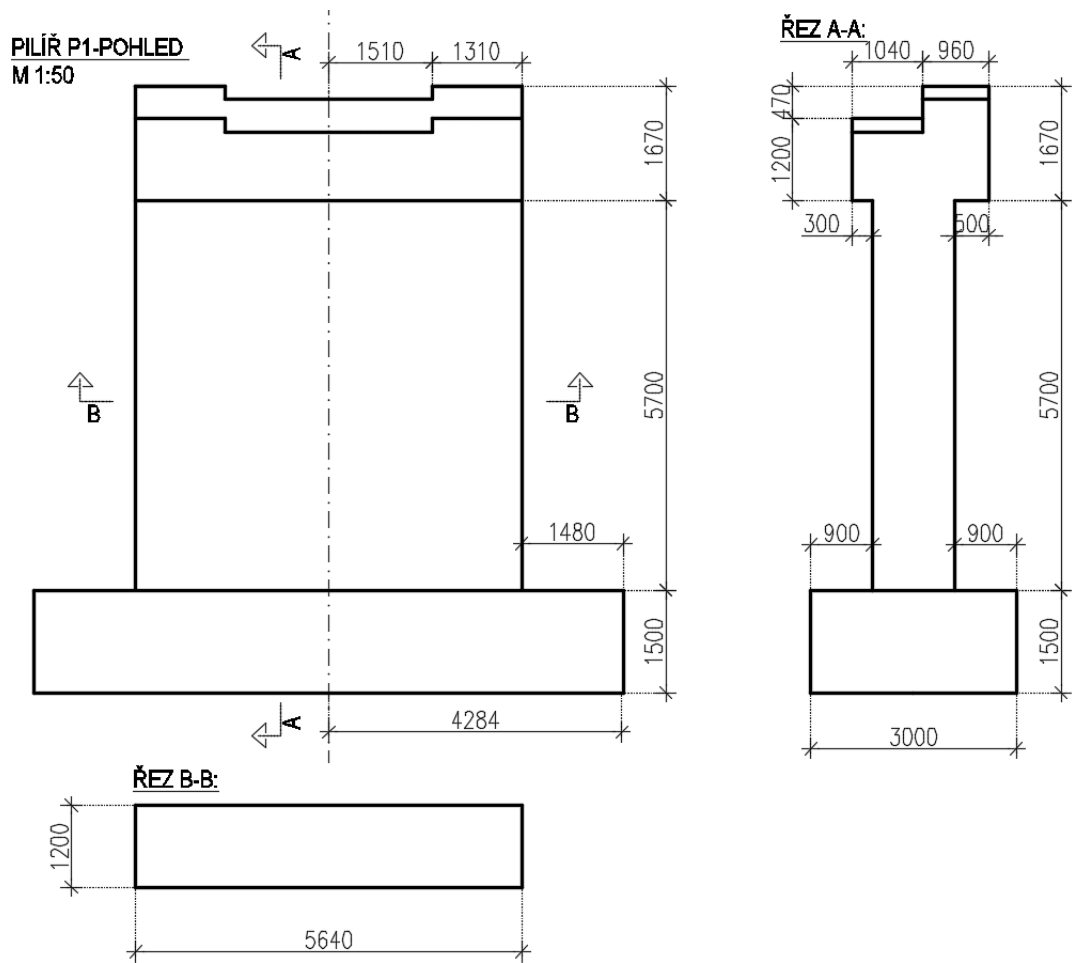
Obr. 18 – Příčně posuvné ložisko (pravé), roztržená ochranná manžeta

2.2.3.2 Spodní stavba

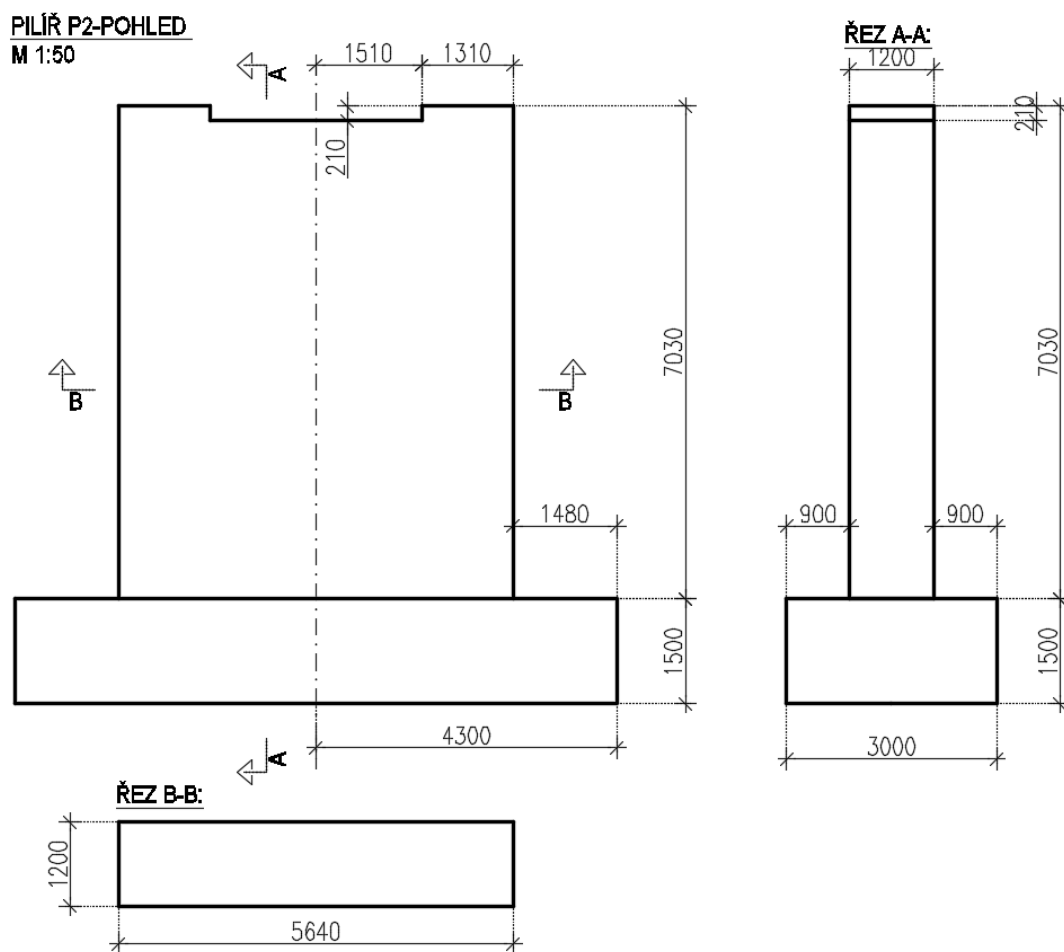
Spodní stavba mostu je tvořena masivními železobetonovými podpěrami (P3, P2 a P1). Na podpěře P3 a P1 jsou umístěna 2 hrncová ložiska IS-GHH (NGe 5000 – jednosměrně posuvné a NGa 5000 – všesměrně posuvné). Na podpěře P2 se nacházejí 2 hrncová ložiska IS-GHH (N 7500 - pevné a NGe 7500 – jednostranně posuvné).

Podpora P1 a P2 je založena na pilotách, zatímco podpora P3 je založena plošně. Podpěry nebyly při rekonstrukci sanovány.

U podpěry P1 se nachází přístupové ocelové schodiště s šířkou 1,4 m. Schodiště má celkem 3 ramena a je připevněno ke konstrukci mostu.



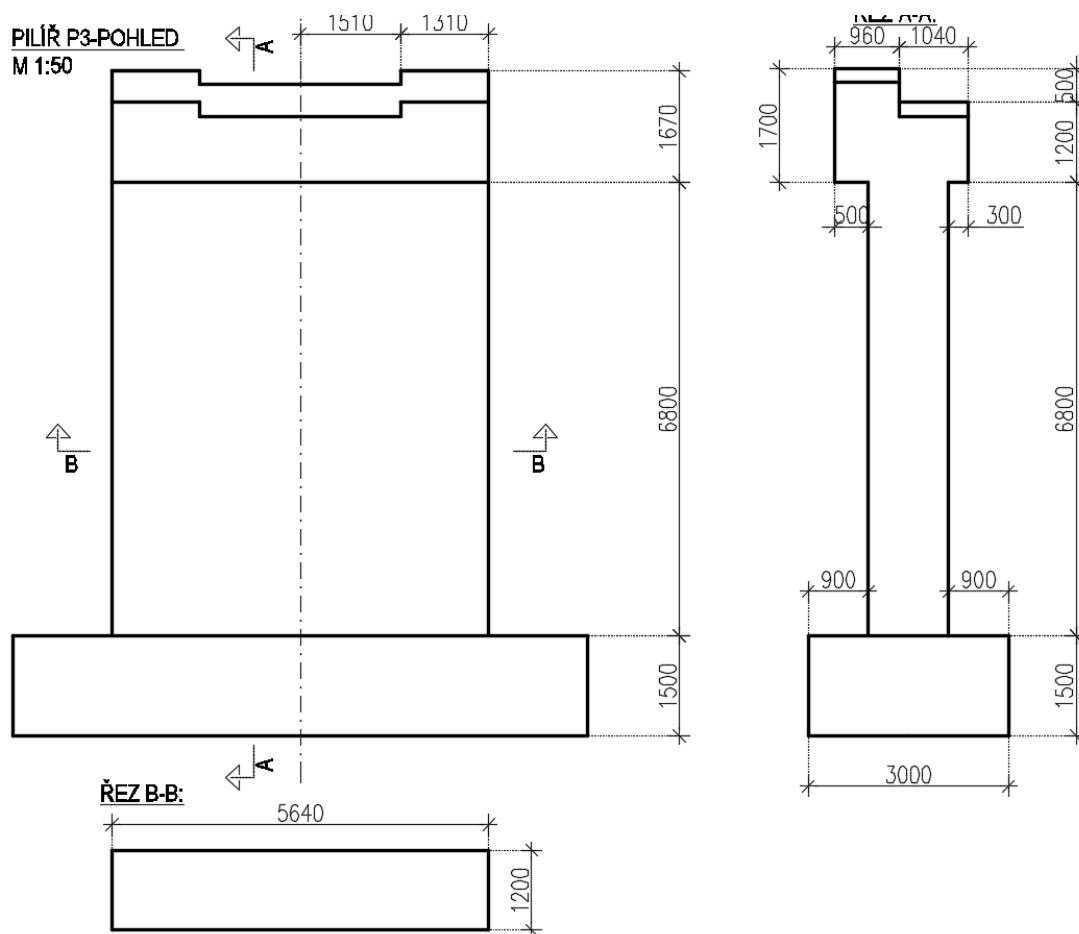
Obr. 19 Pilíř P1



Obr. 20 Pilíř P2



Obr. 21 – Podpěra P2-pohled z jižní strany



Obr. 22 Pilíř P3

2.2.4 Konstrukce severního nájezdu

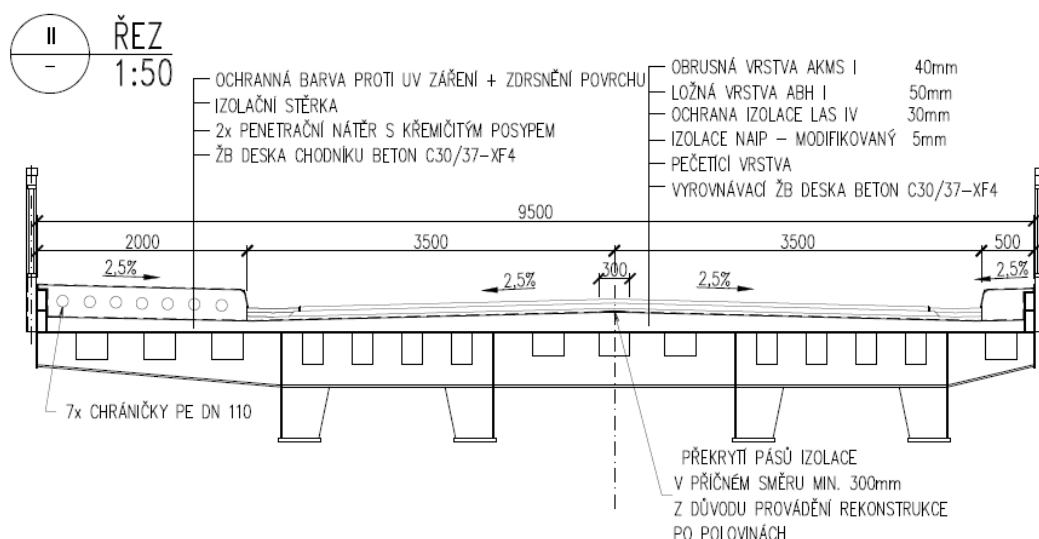
Severní rampa je ze statického hlediska spojitý nosník o 6 polích. Rozpětí jednotlivých polí je $1 \times 13,4 \text{ m} + 5 \times 16,5 \text{ m}$. Nosnou konstrukci tvoří 2 otevřené svařované komorové nosníky, které jsou tvořeny 4 nosníky tvaru L. Nosníky spolupůsobí s horní ocelovou ortotropní mostovkou. Ortotropní mostovka je tvořena podélnými spojitými zavřenými výztuhami tvaru U a příčnickami tvaru I. Na ocelové mostovce se nachází vyrovnávací betonová nespřážená deska tl. 100-185 mm z betonu třídy C30/37 - XF4. Stavební výška severního nájezdu je 1,4 m.

Spodní stavba severního nájezdu je tvořena masivní železobetonovou opěrou (S1), ocelovými kyvnými stojkami (S2 až a S6) a masivní železobetonovou podpěrou (P1). Na opěře S1 jsou umístěna 2 hrcová ložiska IS-GHH (N5000 - pevné a NGe 5000 – jednosměrně posuvné). Nad opěrou S1 je osazen povrchový mostní závěr s jednoduchým těsněním spáry MDZ RS 80 mm. Ocelové kyvné stojky tvoří kloubové uložení konstrukce, pomocí klínových podložek s přivařenými zarážkami. Na podpěře P1 je uložena konstrukce na hrcová ložiska IS-GHH (NGe 5000 – jednosměrně posuvné a NGa 5000 – všesměrně posuvné). Nad podpěrou P3 je umístěn hřebenový závěr F160.

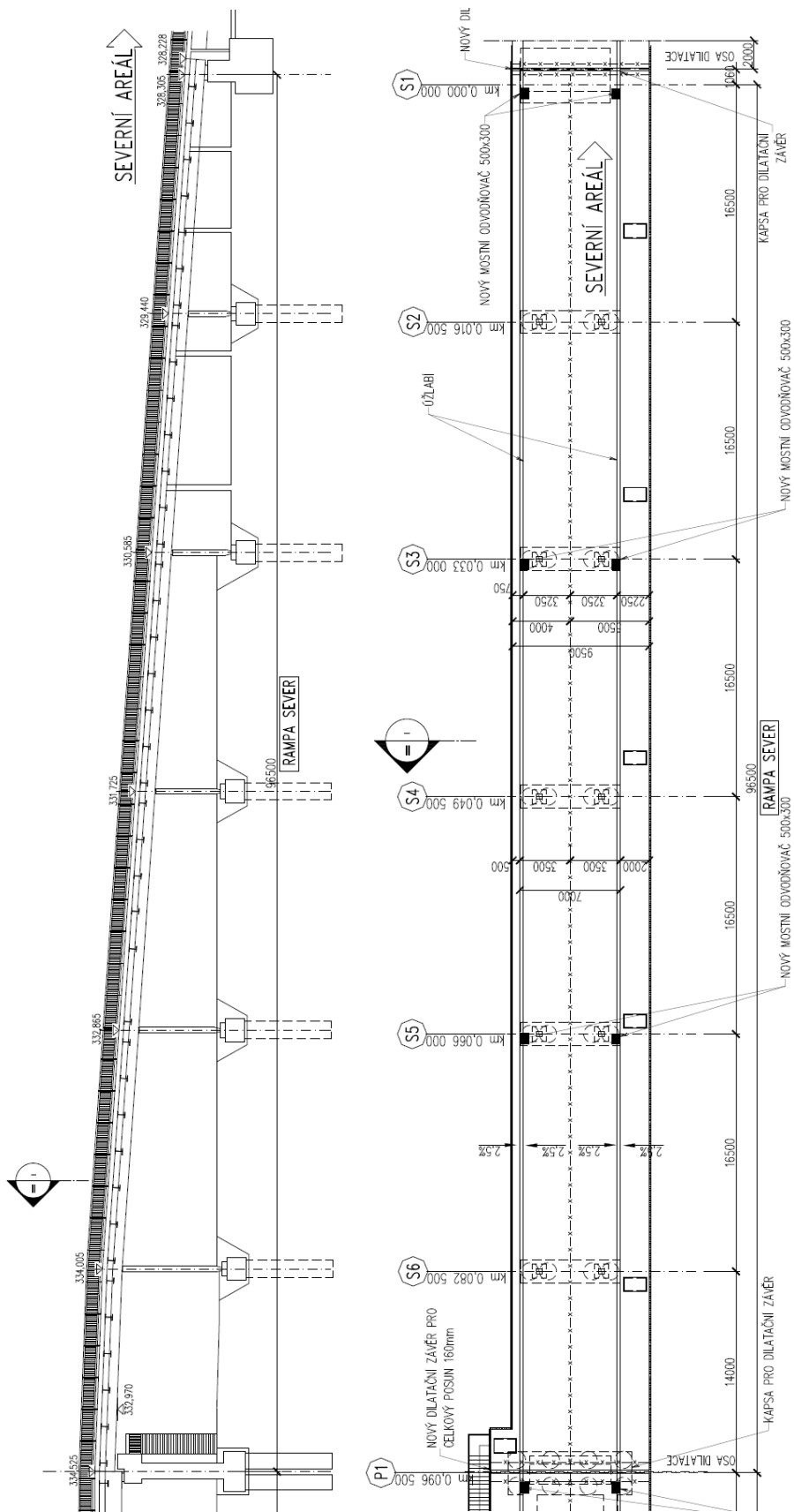
Železobetonová masivní opěra S1 je založena plošně. Na opěru navazují dlouhá zděná křídla. Při poslední rekonstrukci byla provedena sanace. Ocelové kyvné stojky (S2 až S6) jsou založeny na pilotách. Železobetonová masivní podpěra P1 je založena na pilotách a při rekonstrukci nebyla sanována

Vozovkové souvrství je provedeno na vyrovnávací betonové desce mostovky z betonu. Souvrství je tvořeno obrusnou vrstvou AKMS I (SMA) tloušťky 40 mm, ložnou vrstvou ABH I (ACL) tloušťky 50 mm a ochrannou izolací LAS IV (MA IV) tloušťky 30 mm. Pod vozovkovým souvrstvím je provedena celoplošná pásová izolace v celé šíři mostovky. Odvodnění izolace je provedeno v úžlabích vyrovnávací desky skrz plech pomocí trubiček po 5 m.

Na konstrukci severního nájezdu se na pravé straně od podpěry P1 nachází chodníková římsa šířky 2,0 m, na levé straně se nachází pouze revizní chodníková římsa šířky 0,5 m. Z vnější strany jsou římsy ukončeny lícním ocelovým plechem. Uvnitř římsy jsou zabudovány chráničky DN 110. Chodníková římsa je tvořena z betonu C 30/37 X s příměsí PE vláken. Na mostě je proveden zvýšený odrazný obrubník bez svodidla. Na lícním ocelovém plechu je připevněno ocelové zábradlí výšky 1,1 m se svislou výplní. Zábradlí je vyrobeno z oceli řady 37 a je opatřeno nátěrovým systémem neznámého složení. V odvodňovacích prouzcích jsou umístěny odvodňovače (3x 2 ks). Svislým svodem z odvodňovačů skrz betonovou desku a ocelovým plechem mostovky je srážková voda svedena mimo mostní konstrukci. Vozovka je osvětlena běžnými sloupy elektrického osvětlení, které nahrazují v určitých místech zábradelní sloupky.



Obr. 23 Severní nájezd příčný řez

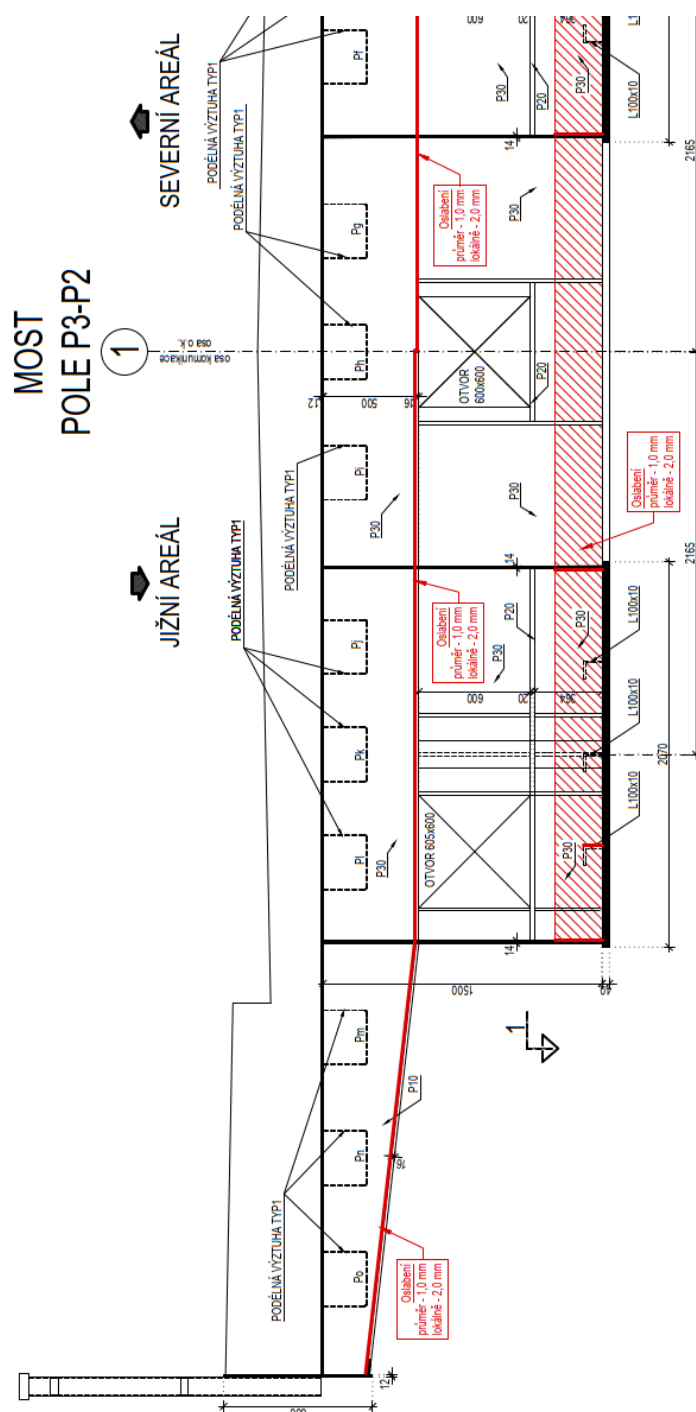


Obr. 24 Podélný řez a půdorys

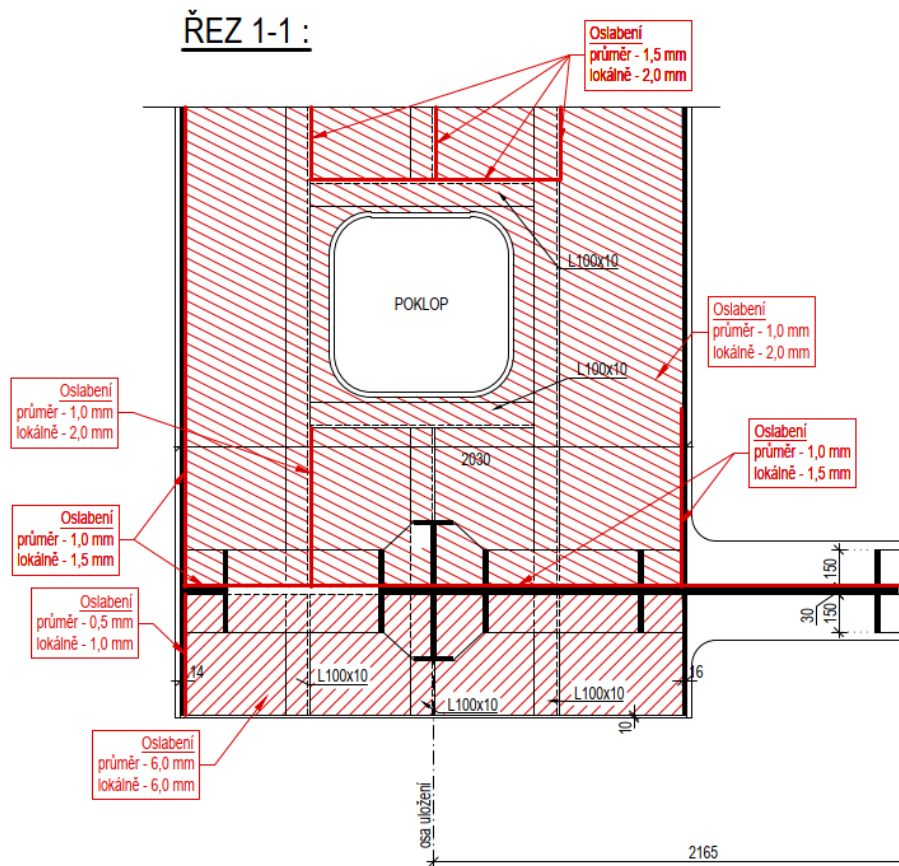
3 Výsledky diagnostického průzkumu

3.1 Ověření dimenzí nosné konstrukce a korozního oslabení

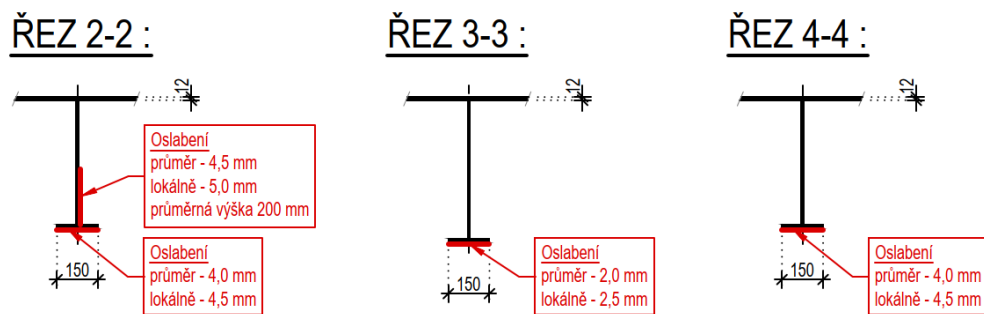
Do výpočtu – výpočtového modelu jsou zahrnuty korozní oslabení z diagnostického průzkumu. Nejvíce oslabené jsou oblasti koncových příčniců u mostních závěrů z důvodu špatné funkčnosti závěrů před rekonstrukcí v roce 2013.



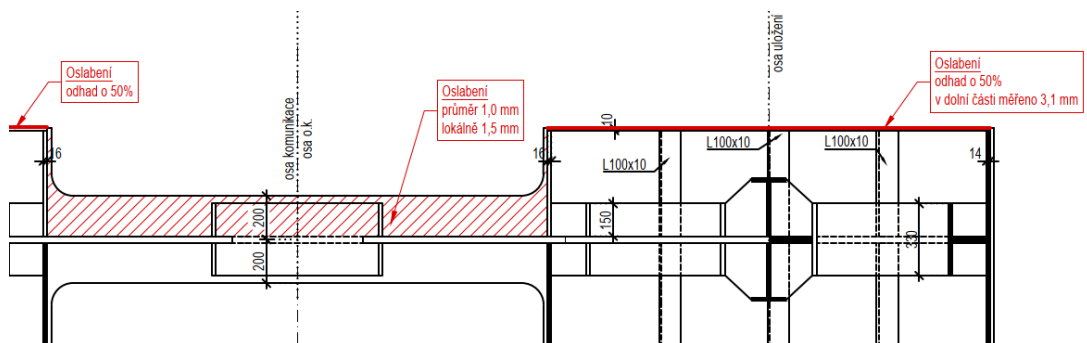
Obr. 25 Korozní oslabení nad podporou P3



Obr. 26 Korozní oslabení nad podporou P3 – půdorys



Obr. 27 Korozní oslabení nad podporou P1 - levá konzola, příčník mezi komorami, pravá konzola



Obr. 28 Korozní oslabení nad podporou P1

3.2 Tvrdoměrné zkoušky

Dle tvrdoměrné zkoušky při diagnostickém průzkumu lze korozivzdornou ocel ATMOFIX 52 nosné konstrukce hlavních polí zatřídit do pevnostní třídy S355.

Ve výpočtu je zahrnut vliv tloušťky materiálu na mez kluzu. Mezní napětí pro plechy větších tloušťek je tedy redukováno podle Tab. 1.

Jakost oceli	Tloušťka [mm]	Nejnižší mez kluzu Re [MPa]	Pevnost v tahu Rm [MPa]	Nejnižší tažnost napříč A5 [%]	Nejnižší vrubová houževnatost [J.cm ⁻²]			
					°C	typ vrubu	průměrná	minimální
ATMOFIX A 15 217	do 12	345	470 - 590	22	0	KCU3	70	35
ATMOFIX B 15 127	do 16	355	470 - 620	22	-20	KCV	35	25
	do 35	345						
	do 50	335						

Tab. 1 Mechanické vlastnosti plechů z patinujících ocelí ATMOFIX (VN 73 1466)

3.3 Diagnostika svarů pomocí metody MMM

V rámci diagnostického průzkumu bylo provedeno měření vybraných svarů pomocí metody MMM (Metal Magnetic Memory). Svary byly zvoleny dle vizuální prohlídky a dle potenciálního únavového porušení. Pro měření metodou MM byly na konstrukci vybrány svary:

- Most – komora K1 (mezi řezy 21-22) – montážní svar dolní pásnice
- Most – komora K2 (mezi řezy 22-23) – montážní svar dolní pásnice
- Most – komora K2 (mezi řezy 23-24) – montážní svar dolní pásnice

Měření metodou MMM nenašlo místa s rizikem existence únavové trhliny - hlavní nosné svary lze označit za funkční.

3.4 Vyztužení a krytí výztuže konstrukce spodní stavby

V rámci diagnostického průzkumu bylo provedeno ověření skutečného provedení vyztužení a stanovení tloušťky krycí vrstvy u podpěr P1, P2 a P3 ve zvolených místech. Dle výstupů z radaru lze konstatovat, že množství výztuže odpovídá archivní dokumentaci, takže se pro přepočítání použije vyztužení podle této dokumentace.

3.5 Pevnost betonu v tlaku

Na odebraných vzorcích (jádrové vrty) byla zjištěna třída betonu C20/25.

4 Zatížení

4.1 Stálé zatížení

4.1.1 Zatížení vlastní tíhou – ZS1

Vlastní tíha nosné konstrukce je zohledněna výpočetním programem.

4.1.2 Ostatní stálé zatížení – ZS2

Pro betonové římsy s chráničkami je spočtena náhradní tloušťka:

$$tl_r = \frac{0,483 \text{ m}^2[\text{ACAD}]}{2,0 \text{ m}} = 0,242 \text{ m}$$

Typ	γ [kN/m ³]	tl. [m]	[kN/m ²]
Vyrov. vrstva min.	25	0.100	2.50
Vyrov. vrstva max	25	0.185	4.63
Vyrov. vrstva kraj	25	0.150	3.75
Římsa	25	0.242	6.05

Typ	γ [kN/m ³]	tl. [m]	[kN/m ²]
Obrusná vrstva AKMS I	24	0.040	0.96
Ložná vrstva ABH I	24	0.050	1.20
Ochrana izolace LAS IV	24	0.030	0.72
Izolace NAIP	22	0.005	0.11
Celkem			2.99

Zábradlí: 1 kN/m

Součinitel stálého zatížení $\gamma_G = 1,35$

4.2 Proměnné zatížení

Proměnné zatížení je uvažováno od zatěžovacích modelů pro normální, výhradní a výjimečnou zatížitelnost dle ČSN 73 6222, dále od dvou sestav tahačů pro přepravu nadměrných nákladů (sestavy Tatry 813 a podvozky Nicolas).

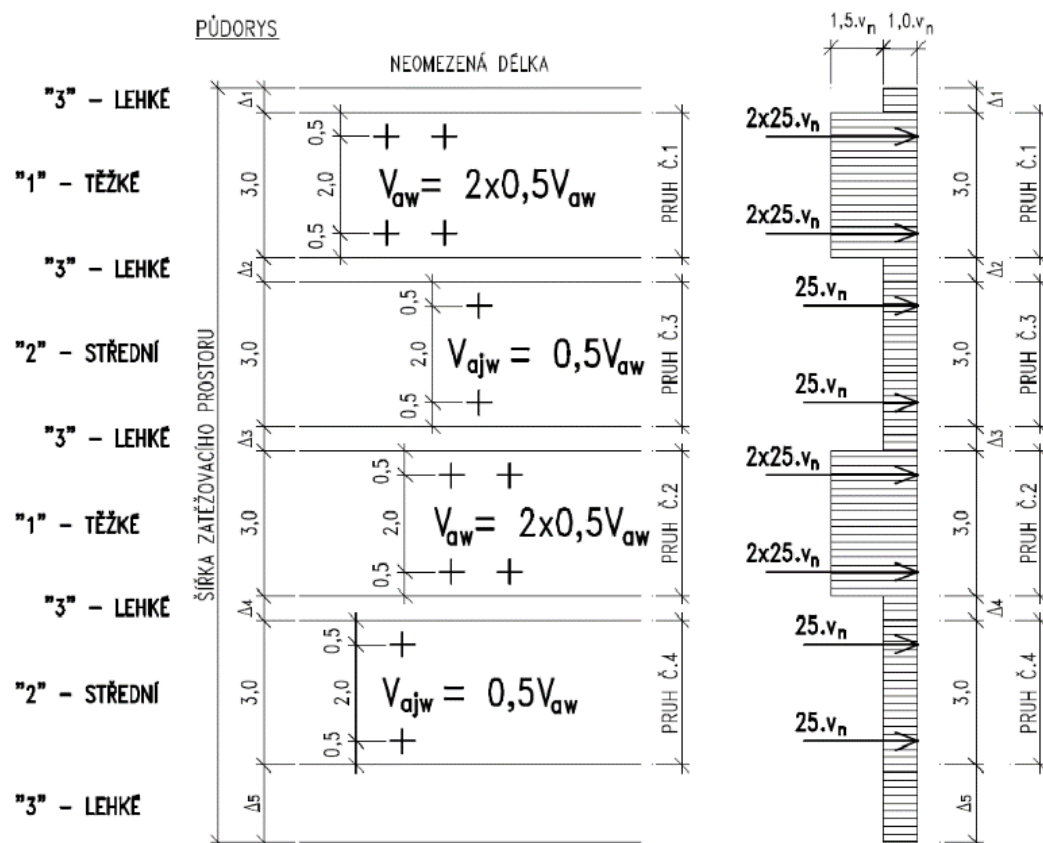
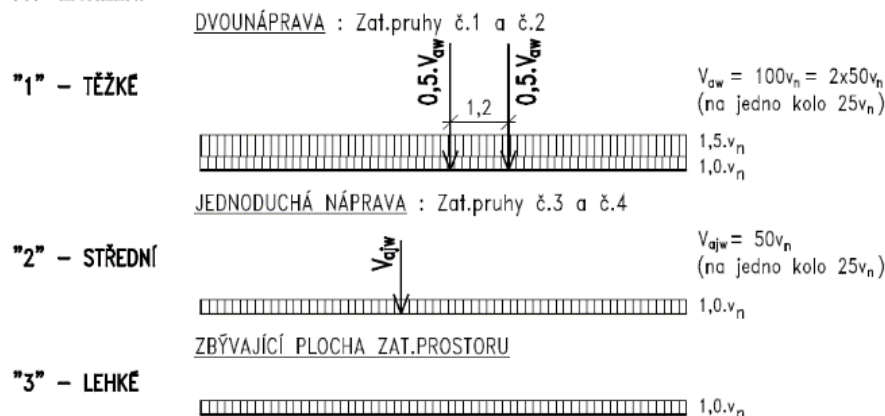
Zatížení normální, výhradní a výjimečné zatížitelnosti je modelováno jako pohyblivé s krokem 1 m. Každý jízdní pruh má svoji dráhu a nezávisle na ostatních mu je následně generován zatěžovací stav pro příslušný účinek. Zatížení chodníků je také modelováno jako pohyblivé a následně vygenerované ZS vyvozující nejnepříznivější účinek pro vyšetřované průřezy.

Zatížení speciálními sestavami Nicolas je generováno jako zatěžovací sestava (pohyblivá) bez odlehčujících účinků – pro konkrétní sestavu zatížení dostačující. Pro obě sestavy zatížení jsou generovány zatěžovací stavy po 1 m.

4.2.1 Normální zatížitelnost

Dle odstavce 7.1 normy ČSN 73 6222.

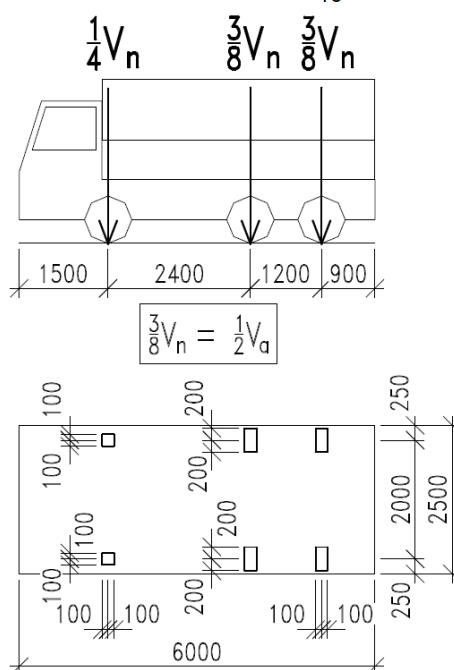
TYP ZATÍŽENÍ



Obr. 29 Charakteristická normová schéma zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti V_n .

Normální zatížitelnost je větší než 16 t. Z toho důvodu je pro zatěžování použito třínápravové vozidlo (Obr. 30). Konstrukce je rozdělena na dva zatěžovací pruhy šířky 3 m, ve kterých je aplikováno zatížení typu "1" – těžké a na zbývající plochu zatěžovacího prostoru (1 m) je aplikováno zatížení typu "3" – lehké (Obr. 29).

a) třínápravové vozidlo $V_n = \frac{1}{10} V_{nw} \geq 16 t$

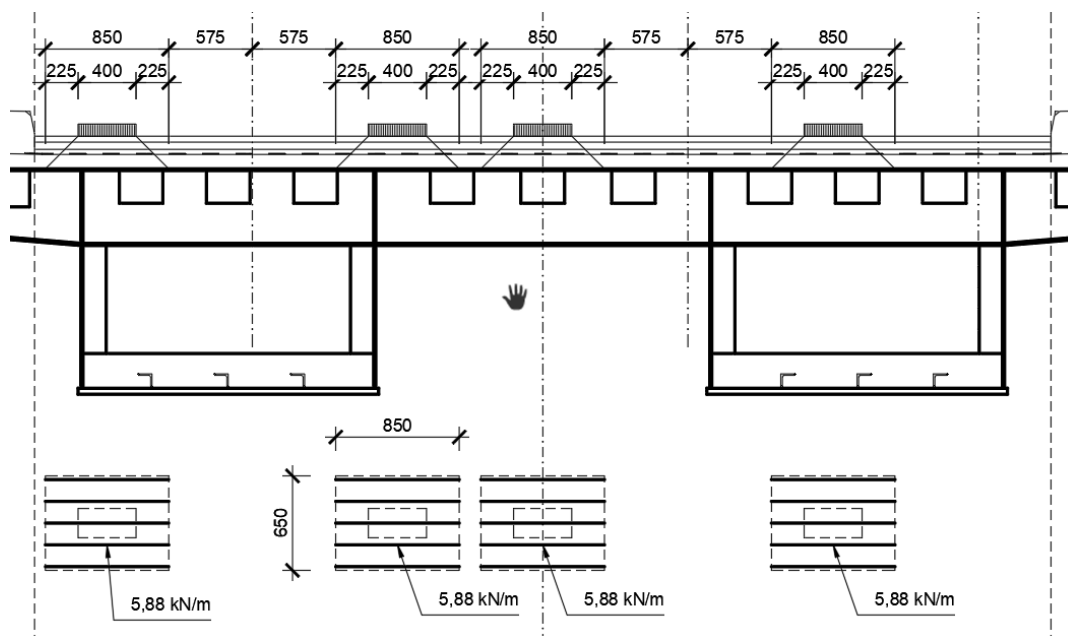


POZNÁMKA Zátížení přední nápravou vozidla $\frac{1}{4} V_{nw}$ je nahrazeno ekvivalentním rovnoměrným zatížením v příslušném zatěžovacím pruhu ($2,5v_n$ v zatěžovacím pruhu č. 1 a č. 2, resp. v_n v zatěžovacím pruhu č. 3 a č. 4)

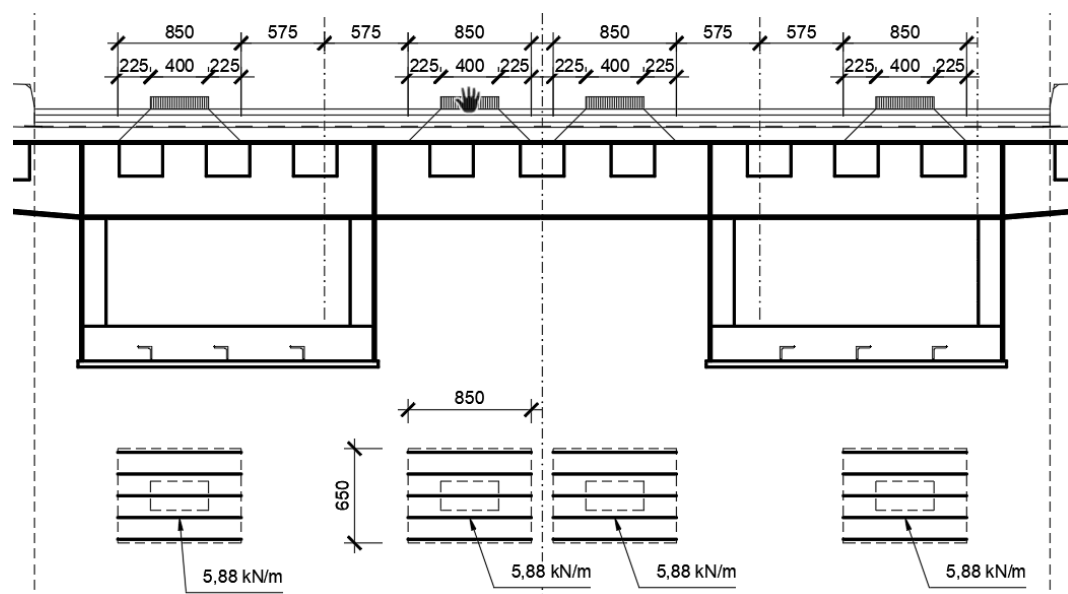
Obr. 30 Schéma třínápravového vozidla pro stanovení normální zatížitelnosti V_n .

Při zatížení se volí rovnoměrné zatížení $v_n = 1 \text{ kN/m}^2$. Pruhy č. 1 a 2 jsou zatíženy zadní dvounápravou $V_{aw,1} = 2 \times 50 \text{ kN}$ (jedno kolo 25 kN) a plošným zatížením $2,5 \text{ kN/m}^2$. Zbývající plocha $1,0 \text{ kN/m}^2$.

Pro normální zatížitelnost se uvažují dvě příčná uspořádání s ohledem na maximální globální účinek (max ohyb a smyk jedné komory), tak i na lokální zatížení příčných a podélných výtuh.



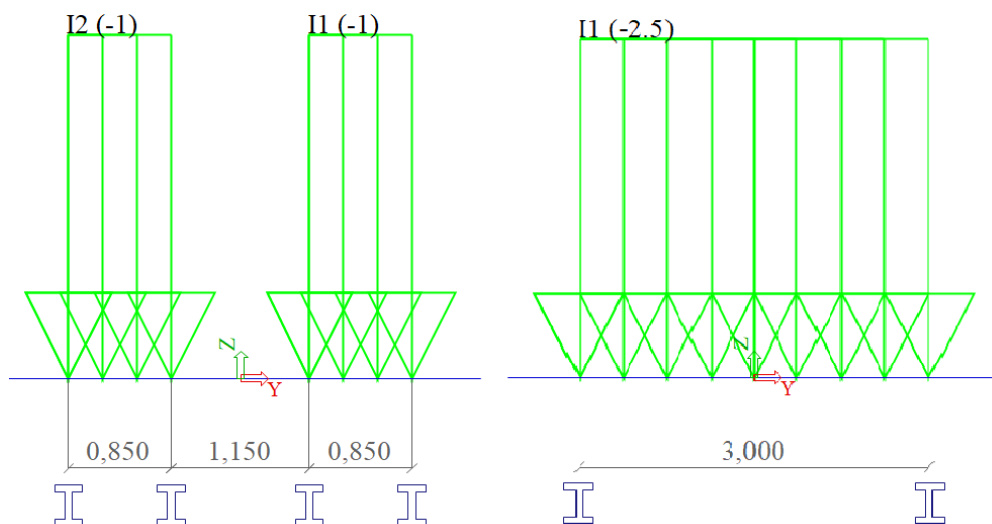
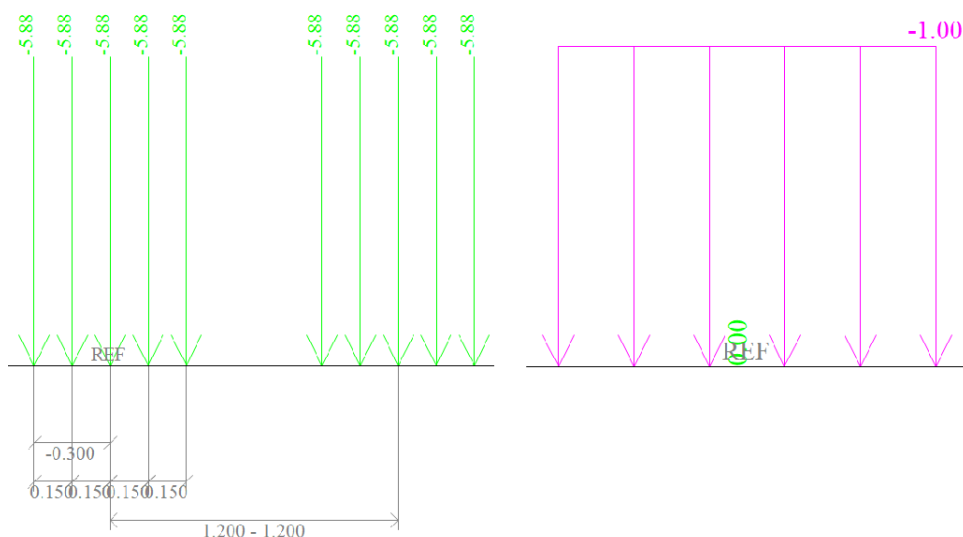
Obr. 31 Normální zatížitelnost - příčné uspořádání 1



Obr. 32 Normální zatížitelnost – příčné uspořádání 2

4.2.1.1 Roznos zatížení dvounápravy

Zatížení na nosnou konstrukci je aplikováno s roznosem zatížení vozovkou a betonovou deskou. Celková tloušťka obou vrstev je konzervativně uvažována jako konstantní po celé šířce mostu 225 mm (minimální tloušťka betonové desky 100 mm + 125 mm vozovka).

Obr. 33 Jednotkové zatížení V_n (příčně) - nápravy vlevo, rovnoměrné vpravoObr. 34 Soustavy pohyblivého zatížení V_n (podélně) - nápravy vlevo, rovnoměrné vpravo

Na jedno kolo bude aplikováno 5 liniových zatížení dlouhých 0,85 m:

$$v_{n,0} = \frac{25}{0,85 * 5} = 5,88 \text{ kN/m}$$

Součinitel zatížení pro svislé zatížení vozovky je $\Psi_f = 1,35$.

4.2.1.2 Vodorovné účinky

Do výpočtu jsou zahrnuty také vodorovné účinky – brzděné a rozjezdové síly. Odstředivé síly na konstrukci nejsou uvažovány, protože je most v přímé. Velikost vodorovné síly se uvažuje pro zatěžovací pruhy typu “1”, tedy pro dva pruhy. Konzervativně se uvažuje zatížení po celé délce konstrukce. Podélná síla na jeden pruh:

$$F_{hor,1} = 0,2V_{aw} + 0,25v_{n1}w_1L$$

$$F_{hor,1} = 0,2 * 100 + 0,025 * 2,5 * 3,0 * 69,12$$

$$F_{hor,1} = 32,96 \text{ kN}$$

Brzdná/rozjezdová síla je na konstrukci zadána do os pruhů jako spojitě zatížení po celé délce mostu:

$$f_{hor,1} = \frac{F_{hor}}{L} = \frac{32,96}{69,12} = 0,48 \text{ kN/m}$$

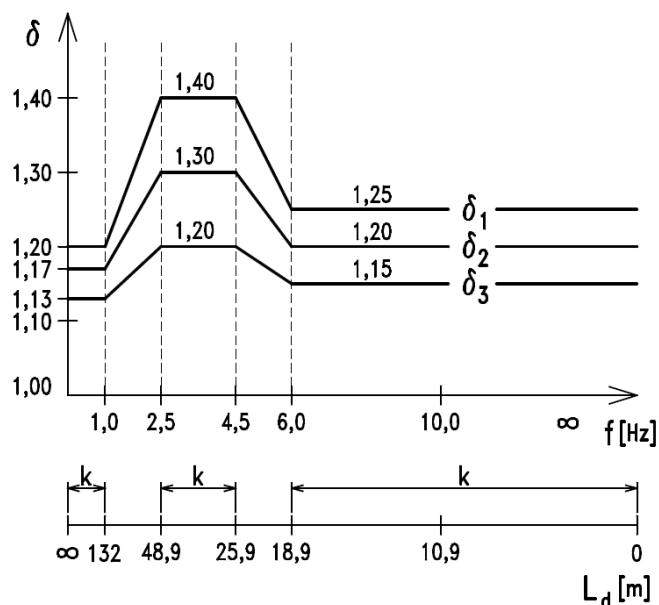
4.2.1.3 Dynamický součinitel pro normální zatížitelnost

Dle ČSN 73 6222 je pro most zatížený dvěma zatěžovacími pruhy šířky 3 m: $\delta = \delta_2$. Náhradní délka L_d pro tuto konstrukci (spojitá konstrukce) se uvažuje jako aritmetický průměr rozpětí všech polí:

$$L_d = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{29,6 + 38,6}{2} = 34,1 \text{ m}$$

Náhradní délka se v grafu na Obr. 35 nachází v oblasti s konstantní hodnotou dynamického součinitele, takže není potřeba počítat vlastní frekvenci a dynamický součinitel se odečte přímo na základě L_d .

Dynamický součinitel: $\delta = 1,3$

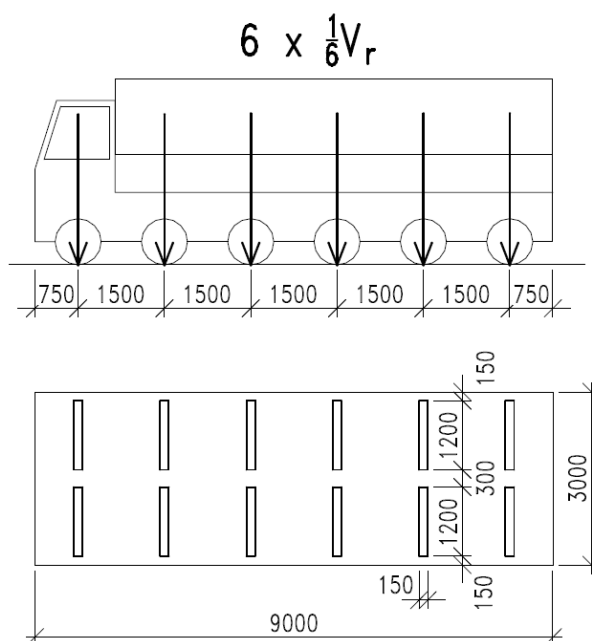


Obr. 35 Dynamický součinitel δ v závislosti na vlastní frekvenci f (Hz)

4.2.2 Výhradní zatížitelnost

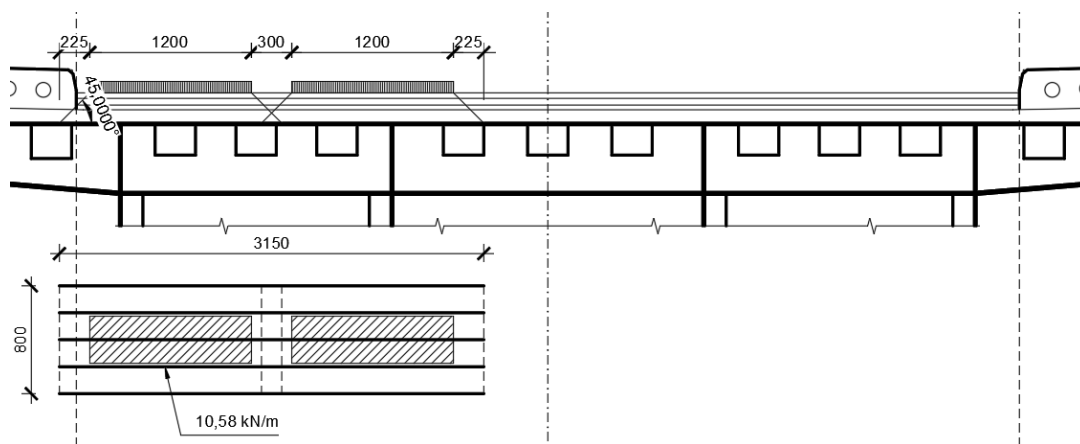
Pro výpočet výhradní zatížitelnosti je použito schéma šestnápravového vozidla, jelikož je výsledná zatížitelnost větší než 32 t. Pro výpočet účinků šestnápravového vozidla se volí tíha 1000 kN. Na jednu nápravu připadá tíha $1000 \text{ kN}/6 = 166,67 \text{ kN}$ a na jedno kolo $166,67 \text{ kN}/2 = 83,3 \text{ kN}$.

Zatížení chodníků chodci není nijak omezeno.

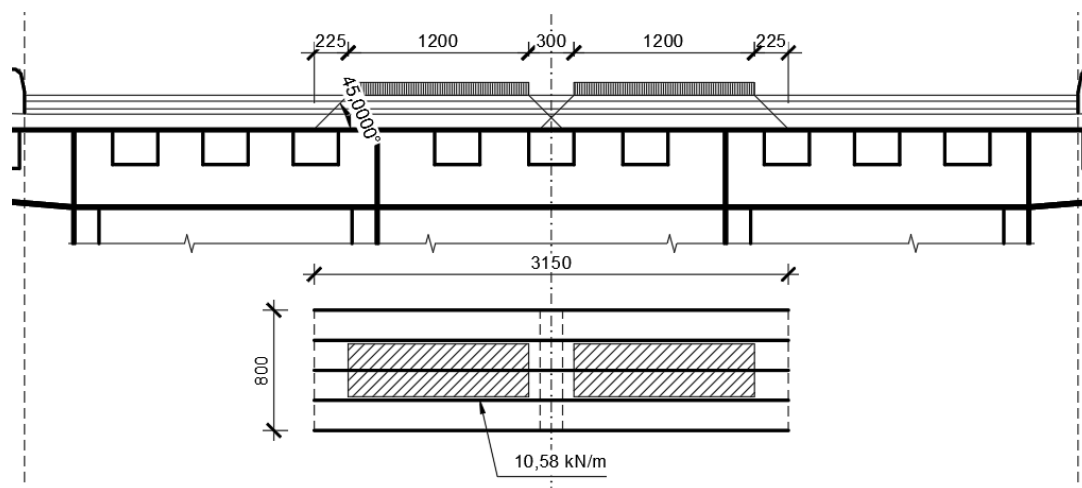


Obr. 36 Schéma šestnápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

Pro výhradní zatížitelnost se uvažují dvě příčná uspořádání s ohledem na maximální globální účinek (max ohyb a smyk jedné komory) i na lokální zatížení příčných a podélných výtuh.



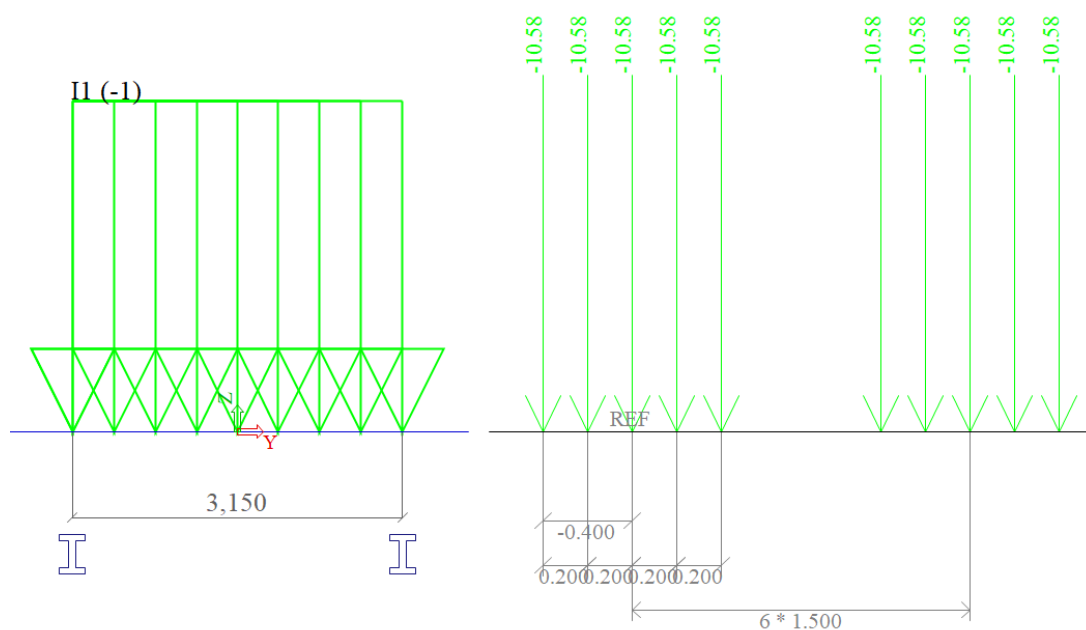
Obr. 37 Výhradní zatížitelnost - příčné uspořádání 1



Obr. 38 Výhradní zatížitelnost - příčné uspořádání 2

4.2.2.1 Roznos zatížení šestinápravového vozidla

Zatížení je aplikováno se stejným roznosem jako normální zatížitelnost. Kola nápravy jsou blízko sebe a proto se roznášecí plochy překrývají. Zatížení od kol je proto sloučeno do jedné plochy.



Obr. 39 Výhradní zatížitelnost - jednotkové zatížení (příčné) a soustava pohyblivého zatížení (podélně)

Na jednu nápravu bude aplikováno 5 liniových zatížení o délce 3,15 m:

$$v_{r,0} = \frac{166,67}{3,15 * 5} = 10,58 \text{ kN/m}$$

Součinitel zatížení pro svislé zatížení vozovky je $\gamma_f = 1,35$.

4.2.2.2 Vodorovné účinky

Do výpočtu jsou zahrnuty také vodorovné účinky – brzděné a rozjezdové síly. Odstředivé síly na konstrukci nejsou uvažovány, protože je most v přímé. Velikost vodorovné síly je konzervativně uvažována pro zatížení po celé délce konstrukce.

$$F_{hor} = 0,15V_{aw} = 0,15 * 1000 = 150 \text{ kN}$$

Brzděná/rozjezdová síla je na konstrukci zadána do osy méně příznivé dráhy (krajní u chodníku) jako spojité zatížení po celé délce mostu:

$$f_{hor} = \frac{F_{hor}}{L} = \frac{150}{69,12} = 2,17 \text{ kN/m}$$

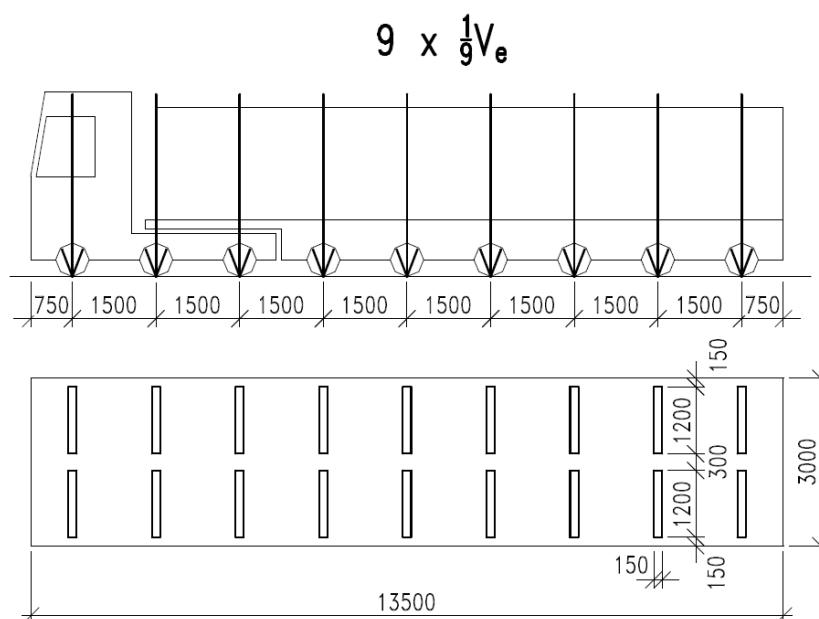
4.2.2.3 Dynamický součinitel pro výhradní zatížitelnost

Dle ČSN 73 6222 je pro most zatížený celým vozidlem: $\delta = \delta_1$. Náhradní délka L_d se určí stejně jako v 4.2.1.2 ($L_d = 34,1 \text{ m}$). Náhradní délka se v grafu na Obr. 35 nachází v oblasti s konstantní hodnotou dynamického součinitele, takže se dynamický součinitel odečte přímo na základě L_d .

Dynamický součinitel: $\delta = 1,4$

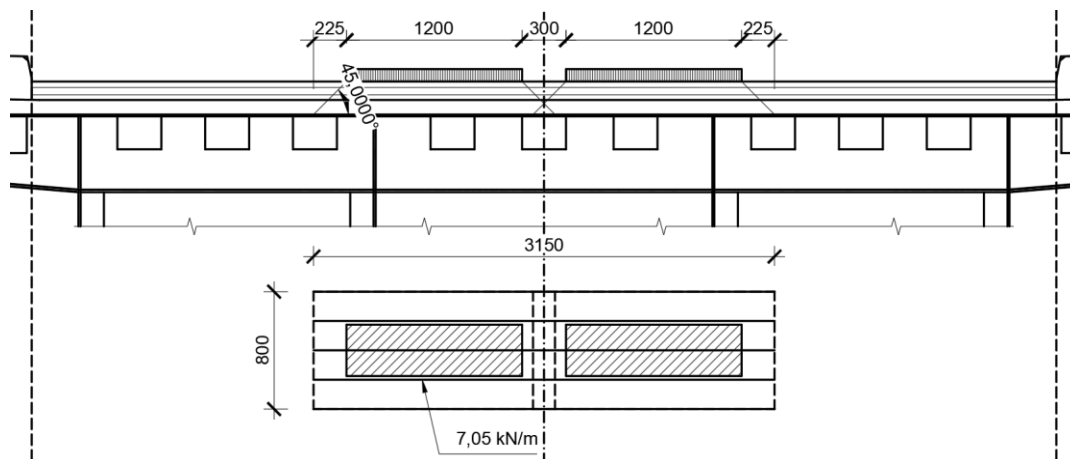
4.2.3 Výjimečná zatížitelnost

Pro výpočet výjimečné zatížitelnosti je použito schéma zvláštní soupravy – devíti nápravového vozidla. Pro výpočet účinků devítinápravového vozidla se volí tíha 1000 kN. Na jednu nápravu připadá tíha $1000 \text{ kN}/9 = 111,11 \text{ kN}$ a na jedno kolo $111,11 \text{ kN}/2 = 55,6 \text{ kN}$.



Obr. 40 Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti V_e

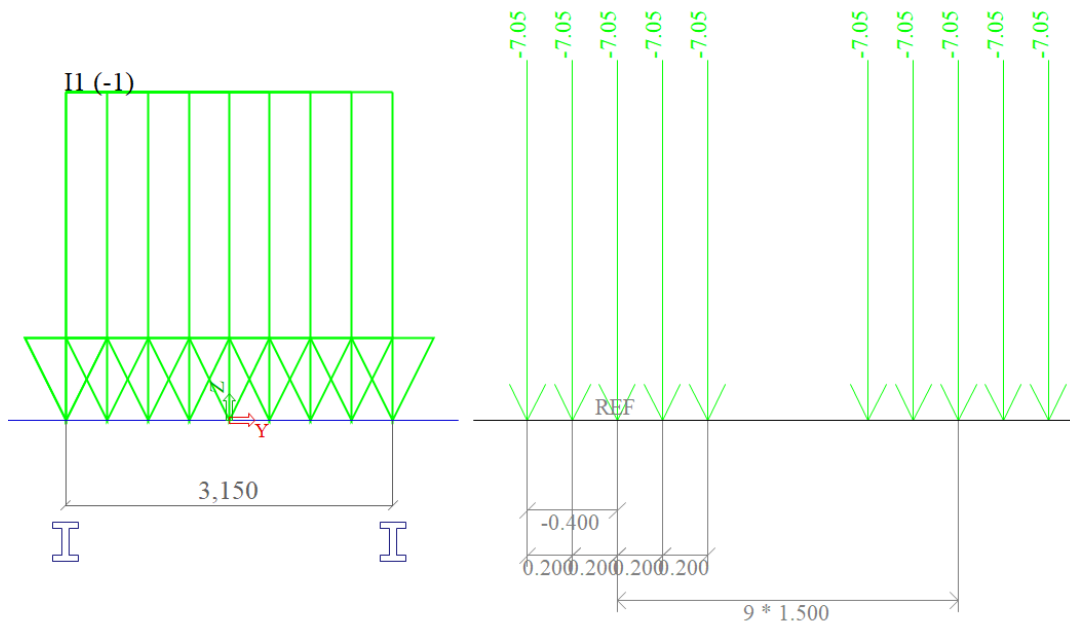
Pro výjimečnou zatížitelnost je stanovena příznivá stopa, která musí být při zatížení dodržena. Z toho důvodu je pro výjimečnou zatížitelnost pouze jedno příčné uspořádání - v ose mostu pro rovnoměrné zatížení obou komor mostu.



Obr. 41 Výjimečná zatížitelnost - příčné uspořádání

4.2.3.1 Roznos zatížení devítinápravového vozidla

Nápravy mají stejné rozměry jako u šestinápravového vozidla. Roznášecí plocha je tedy stejná jako pro výhradní zatížitelnost.



Obr. 42 Výjimečná zatížitelnost - jednotkové zatížení (příčné) a soustava pohyblivého zatížení (podéž)

Na jednu nápravu bude aplikováno 5 liniových zatížení o délce 3,15 m:

$$v_{r,0} = \frac{111,11}{3,15 * 5} = 7,05 \text{ kN/m}$$

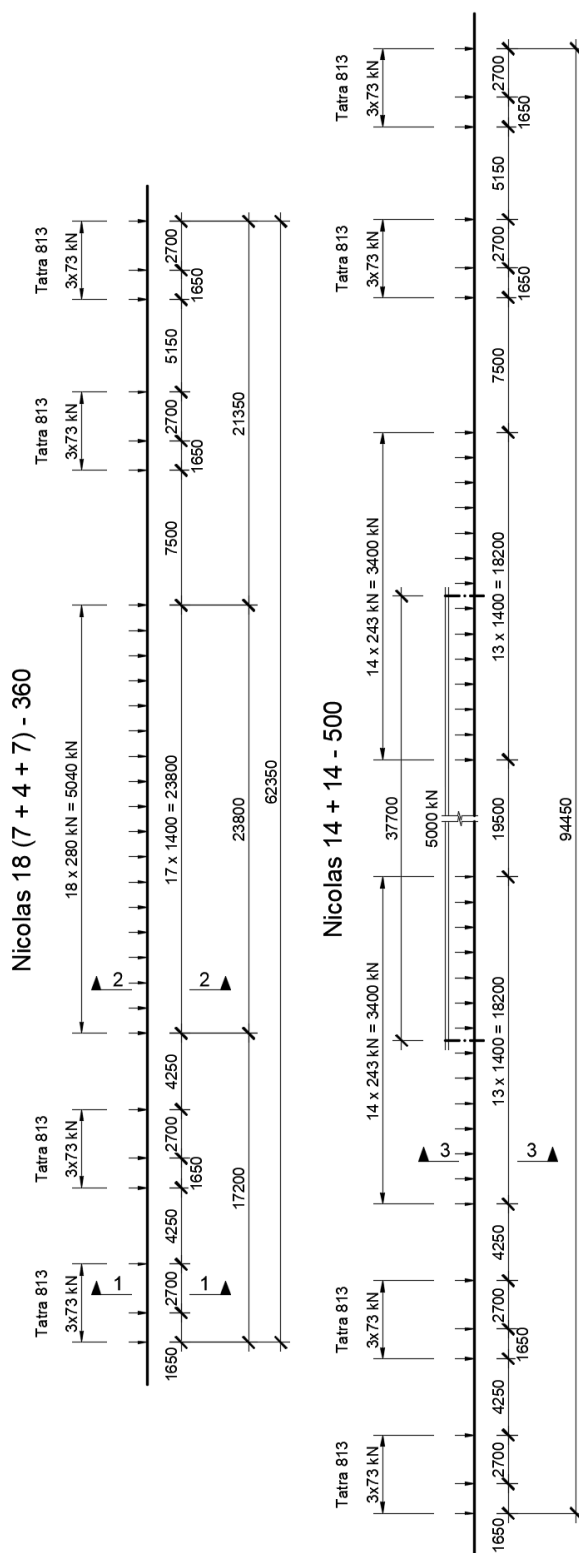
Součinitel zatížení pro svislé zatížení vozovky je $\Psi_f = 1,35$.

4.2.3.2 *Dynamický součinitel pro výjimečnou zatížitelnost*

Dle ČSN 73 6222 je pro výjimečnou zatížitelnost dynamický součinitel $\delta = 1,05$.

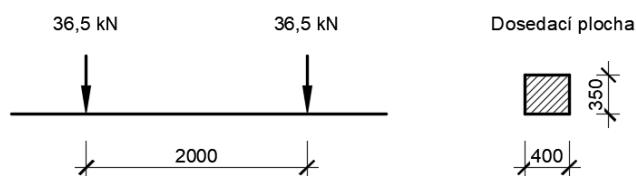
4.2.4 Zatížení podvozkem Nicolas

Pro přepravu nadměrných břemen se uvažují dvě sestavy tahačů skládající se ze čtyř tahačů Tatra 813 a podvozkem Nicolas. Pro sestavy zatížení Nicolas je uvažována příznivá stopa osou mostu.

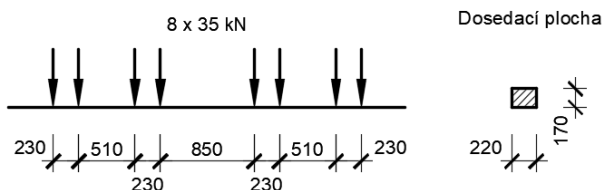


Obr. 43 Sestavy zatížení s podvozkem Nicolas

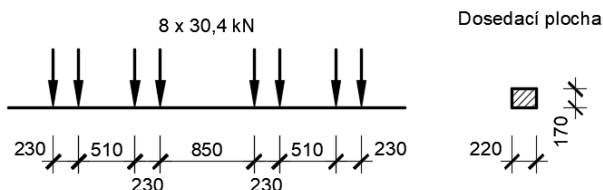
Řez 1



Řez 2



Řez 3



Obr. 44 Příčné řezy sestavami Nicolas

4.2.4.1 Roznos zatížení sestava Nicolas 18 (7+4+7) – 360

Nápravové a kolové síly viz Obr. 43 a Obr. 44. Roznos je opět uvažován pro vrstvy 225 mm tlusté.

Tlak na dosedací plochu kola Tatry 813:

$$v_{e,0} = \frac{36,5}{0,68} = 53,7 \text{ kN/m}^2$$

Tlak na dosedací plochu půlnápravy:

$$v_{e,0} = \frac{4 * 35}{1,017} = 137,7 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel zatížení pro svislé zatížení vozovky je $\Psi_f = 1,35$.

4.2.4.2 Roznos zatížení sestava Nicolas 14 + 14 – 500

Nápravové a kolové síly viz Obr. 43 a Obr. 44. Roznos je opět uvažován pro vrstvy 225 mm tlusté.

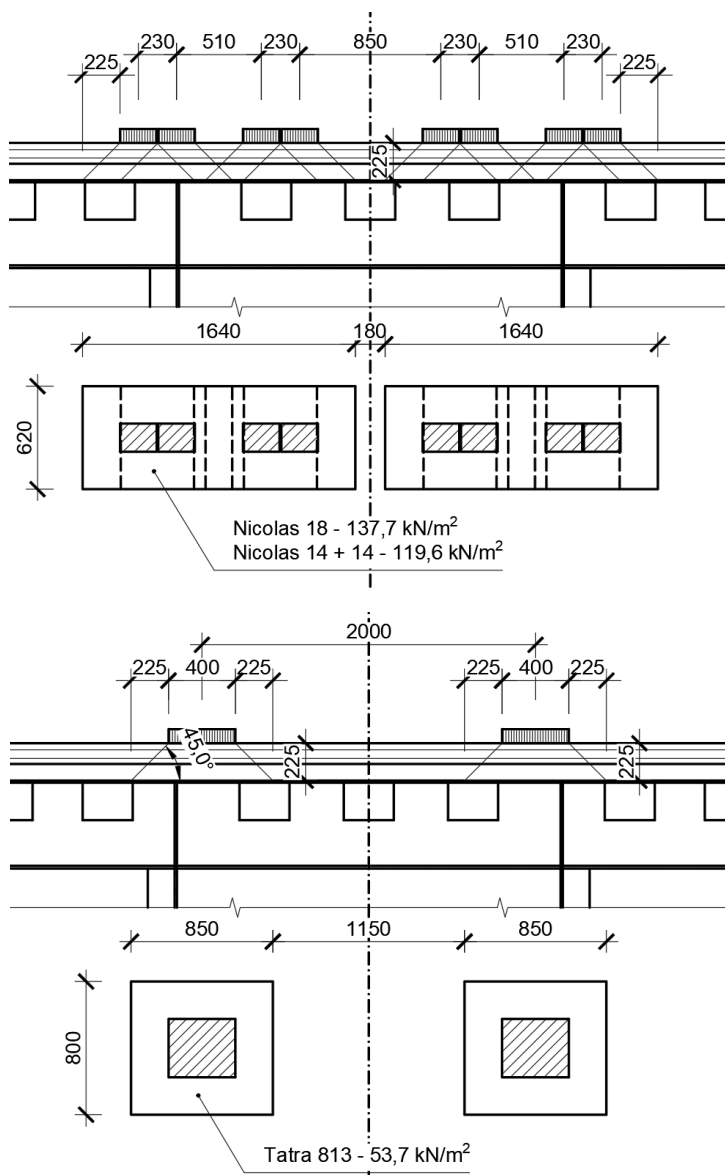
Tlak na dosedací plochu kola Tatry 813:

$$v_{e,0} = \frac{36,5}{0,68} = 53,7 \text{ kN/m}^2$$

Tlak na dosedací plochu půlnápravy:

$$v_{e,0} = \frac{4 * 30,4}{1,017} = 119,6 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel zatížení pro svislé zatížení vozovky je $\Psi_f = 1,35$.



Obr. 45 Příčné uspořádání a roznos podvozku Nicolas

4.2.4.3 Dynamický součinitel pro sestavy Nicolas

Sestavy Nicolas jsou specifické výjimečné stavy zatížení, proto se dynamický součinitel uvažuje stejně jako pro výjimečnou zatížitelnost $\delta = 1,05$.

4.2.5 Zatížení chodníků

Plošné zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$ je použita v kombinaci s normální a výhradní zatížitelností

Součinitel zatížení je $\gamma_f = 1,35$.

Dynamický součinitel pro chodce je $\delta = 1,0$.

4.2.6 Zatížení větrem

Výpočet tlaku větru:

rozpětí a délka mostu	<ul style="list-style-type: none"> ○ základní parametry mostu $L_1 = 29.6 \text{ m} \qquad L_2 = 38.6 \text{ m}$ $L = 68.2 \text{ m}$
šířka mostu	$b = 11.00 \text{ m}$
výška komory	$d = 2.00 \text{ m}$
výška mostovky nad terénem	$z = 8.45 \text{ m}$
výška komory vč. svodidel	$d_{\text{tot},1} = d + 0.3 = 2.30 \text{ m}$
výška komory vč. dopravy	$d_{\text{tot},2} = d + 2.0 = 4.00 \text{ m}$
[91-1-4], čl. 4.2	<ul style="list-style-type: none"> ○ základní rychlost větru
[91-1-4], NA.4	$V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
[91-1-4], čl. 8.1 (4)	$V_{b,0}^* = 23 \text{ m/s}$
součinitel směru větru	$C_{\text{dir}} = 1.0$
součinitel ročního období	$C_{\text{season}} = 1.0$
pro most bez dopravy	$V_{b,1} = C_{\text{dir}} C_{\text{season}} V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
pro most s dopravou	$V_{b,2} = C_{\text{dir}} C_{\text{season}} V_{b,0} = 23 \text{ m/s}$
[91-1-4], A.1	<ul style="list-style-type: none"> ○ součinitel expozice
[91-1-4], obr. 4.2	$c_e = 1.65$ kategorie terénu III
[91-1-4], čl. 4.3.3	<ul style="list-style-type: none"> ○ součinitel síly pro mostovku
[91-1-4], obr. 8.3	$b/d_{\text{tot},1} = 4.783 \qquad C_{\text{fx},0,1} = 1.30$ $b/d_{\text{tot},2} = 2.75 \qquad C_{\text{fx},0,2} = 1.70$
	$C_1 = c_e C_{\text{fx},0,1} = 2.145$ $C_2 = c_e C_{\text{fx},0,2} = 2.805$
[91-1-4], čl. 4.5	<ul style="list-style-type: none"> ○ vodorovný tlak větru
[91-1-4], NA.2.18	$\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$
tlak větru bez dopravy	$f_{w,1} = \frac{1}{2} \rho V_{b,1}^2 C_1 = 0.84 \text{ kN/m}^2$
tlak větru s dopravou	$f_{w,2} = \frac{1}{2} \rho V_{b,2}^2 C_2 = 0.93 \text{ kN/m}^2$

Zatížení mostu větrem:

- síly od větru na most

- spojitá síla na kraj konzoly

výška krajního plechu na konzole: 0.8 m

$$F_{w,k,1} = 0.8 \cdot f_{w,1} = 0.67 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,k,2} = 0.8 \cdot f_{w,2} = 0.742 \text{ kN/m}$$

Na zbylou část konstrukce je aplikováno plošné zatížení na stěnu komory.

- síly a moment od větru na dopravu

- vodorovná spojitá síla

$$F_w = 2.0 \cdot f_{w,2} = 1.855 \text{ kN/m}$$

- spojitý moment

$$M_w = \left| \frac{2.0}{2} + 0.310 \right| * F_w = 2.43 \text{ kNm/m}$$

- rozložení momentu do dvojice spojitých sil

(dvojice sil s ramenem rovným vzdálenosti krajních stěn komor)

$$F_{w,M} = \frac{M_w}{6.4} = 0.38 \text{ kN/m}$$

výška dopravy/2 + max
tloušťka betonu a vozovky

poznámka

Součinitel zatížení je $\gamma_f = 1,5$.

Zatížení je použito v zatěžovacích stavech **ZS3** (vítr pouze na most) a **ZS4** (na most a dopravu)

4.2.7 Zatížení teplotou

4.2.7.1 Rovnoměrná složka teploty

Rovnoměrná složka teploty je stanovena dle ČSN EN 1991-1-5 čl. 6.1.3

[91-1-5], NA.3

- teplota vzduchu ve stínu (Plzeň)

$$T_{\max} = 40.0 \text{ }^\circ$$

$$T_{\min} = -31.0 \text{ }^\circ$$

poznámka

[91-1-5], NA.2.4

- rovnoměrná složka teploty mostu

(2. typ: ocelobetonová nosná konstrukce)

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 4.5 = 44.5 \text{ }^\circ$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 4.5 = -26.5 \text{ }^\circ$$

- charakteristická hodnota rozsahu rovnoměrné složky teploty

teplota mostu při zabudování
konstrukce

$$T_0 = 10.0 \text{ }^\circ$$

pro výpočet zkrácení

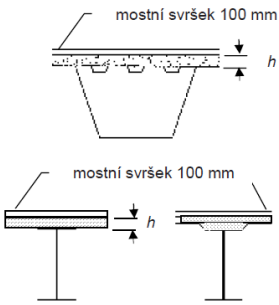
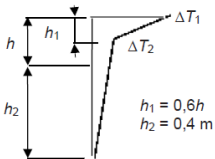
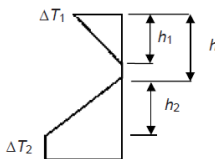
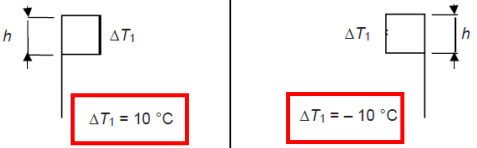
$$\Delta T_{N,con} = T_{e,\min} - T_0 = -36.5 \text{ }^\circ$$

pro výpočet prodloužení

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,\max} - T_0 = 34.5 \text{ }^\circ$$

4.2.7.2 Rozdílové složky teploty

Rozdílové složky teplot jsou stanoveny dle ČSN EN 1991-1-5 čl. 6.1.4.3 (dle NA.2.8 se v ČR používá postup 2 – svislé složky teploty s nelineárními účinky). Konstrukce je ocelobetonová, ale protože betonová deska není sprážená s ocelovou konstrukcí, nejsou počítány žádné účinky od teplotní změny betonové desky. Pro výpočet byl zvolen zjednodušený postup, který norma umožňuje. Změna teploty byla aplikována na horní ocelovou desku

Typ konstrukce	Rozdíly teplot ΔT																			
	(a) oteplení	(b) ochlazení																		
 <p>2. Betonová mostovka na ocelových komorových, příhradových nebo plnostěnných nosnících</p>	<p>Běžný postup</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>h m</th> <th>ΔT_1 °C</th> <th>ΔT_2 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2</td> <td>13</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>16</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	0,2	13	4	0,3	16	4	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>h m</th> <th>ΔT_1 °C</th> <th>ΔT_2 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2</td> <td>-3,5</td> <td>-8</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>-5,0</td> <td>-8</td> </tr> </tbody> </table>	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	0,2	-3,5	-8	0,3	-5,0	-8
	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C																	
0,2	13	4																		
0,3	16	4																		
h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C																		
0,2	-3,5	-8																		
0,3	-5,0	-8																		
<p>Zjednodušený postup</p>  <p>$\Delta T_1 = 10 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta T_1 = -10 \text{ °C}$</p>	<p>POZNÁMKA Pro ocelobetonové mosty lze použít výše uvedený zjednodušený postup, který poskytuje horní mez účinků teploty. Hodnoty ΔT jsou informativní, mohou se použít, jestliže nejsou v národní příloze uvedeny konkrétní hodnoty.</p>																			

Obr. 46 Zatížení teplotou

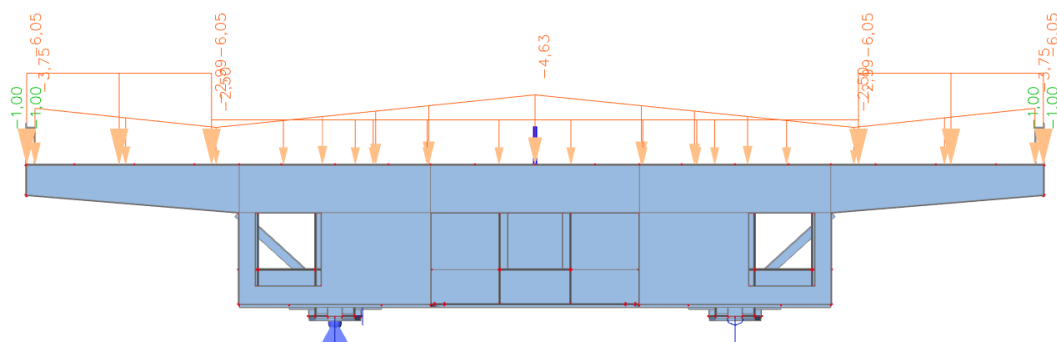
Součinitel zatížení je $\gamma_f = 1,5$.

4.3 Zatěžovací stavy

Polohy zatížení jsou generovány pomocí funkce podrobná analýza pohyblivého zatížení pro nejnepříznivější účinky v 7 rozhodujících řezech konstrukce. Generování ZS proběhlo, aby nebyly kombinovány nepříslušící si maxima vnitřních sil od pojezdu pohyblivého zatížení. Aby byla pokryta maxima v rozhodujících řezech, obsahuje model celkem 269 zatěžovacích stavů.

Pro názornost jsou níže zobrazeny ZS pro maximální moment ve větším poli.

4.3.1 ZS1, Vlastní tíha

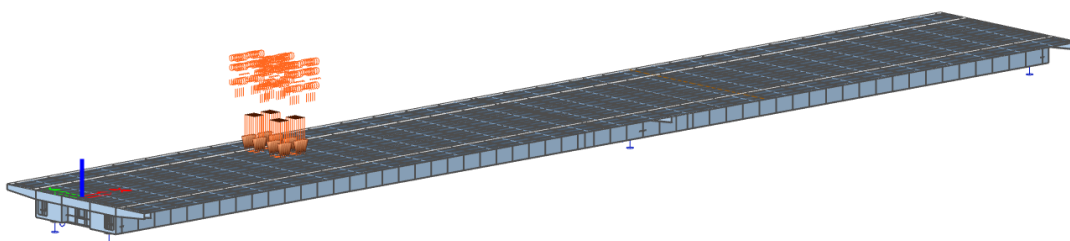


Obr. 47 ZS1 - betonová deska, římsy, vozovka a zábradlí

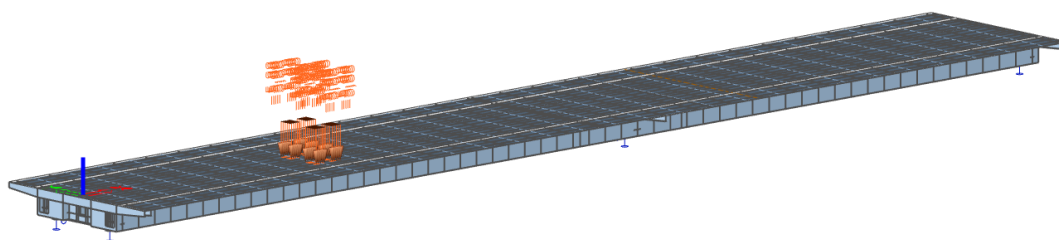
4.3.2 ZS pro maximální moment ve větším poli (řez 1)

4.3.2.1 Normální zatížitelnost

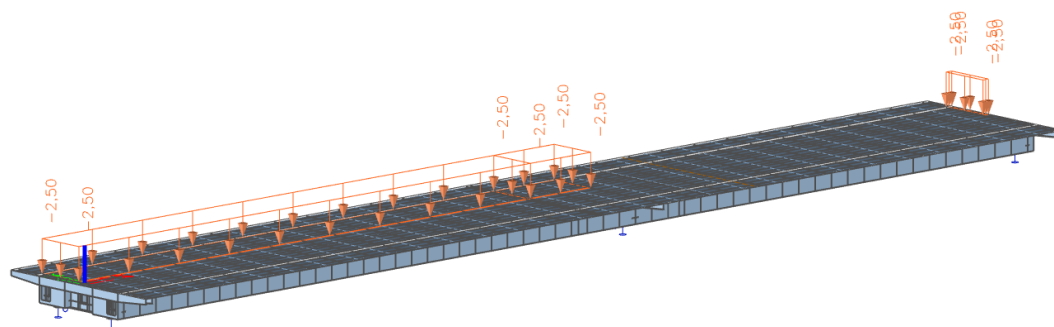
ZS pro normální zatížitelnost – příčné uspořádání 1 (doprava u chodníku)



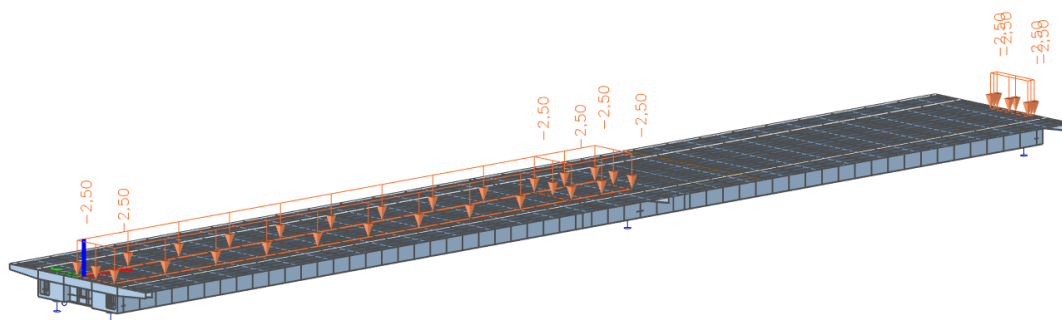
Obr. 48 Vn - nápravy 1



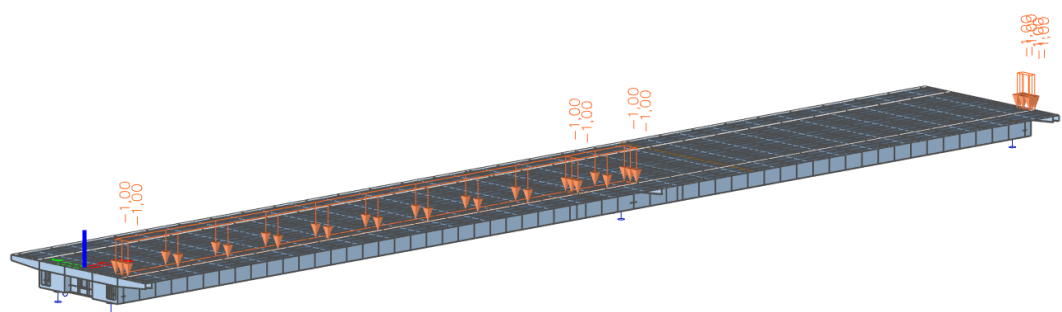
Obr. 49 Vn - nápravy 2



Obr. 50 Vn – spojité zatížení, pruh 1

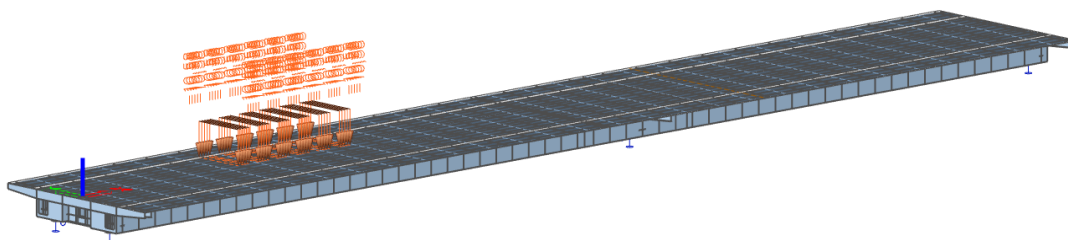


Obr. 51 Vn - spojitě zatížení, pruh 2

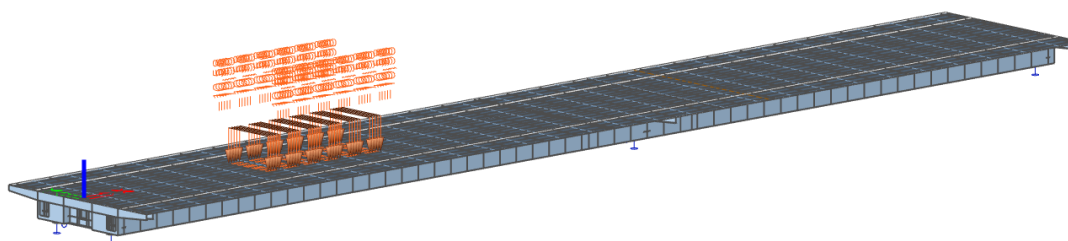


Obr. 52 Vn - spojitě zatížení, zbytek plochy

4.3.2.2 Výhradní zatížitelnost

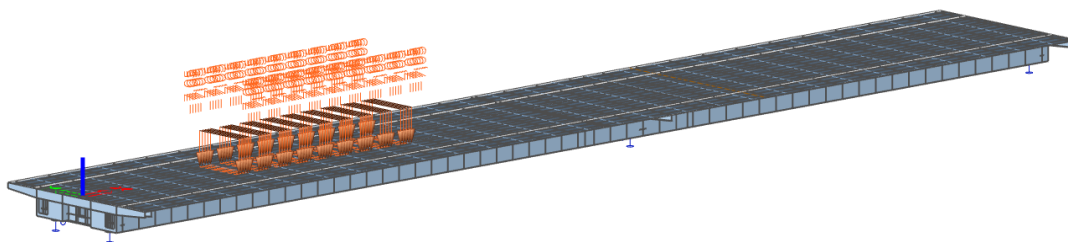


Obr. 53 Vr - příčné uspořádání 1



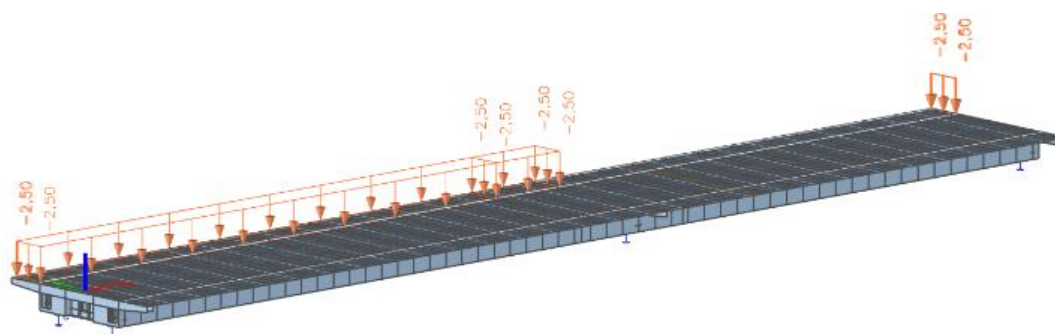
Obr. 54 Vr - příčné uspořádání 2

4.3.2.3 Výjimečná zatížitelnost

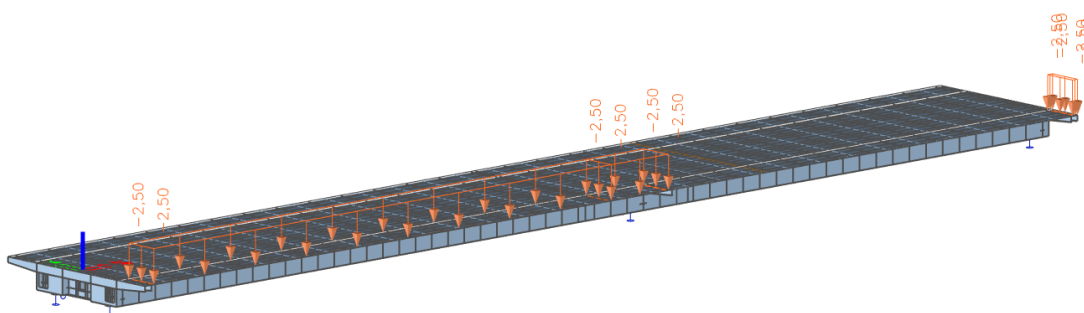


Obr. 55 Výjimečná zatížitelnost

4.3.2.4 Chodníky

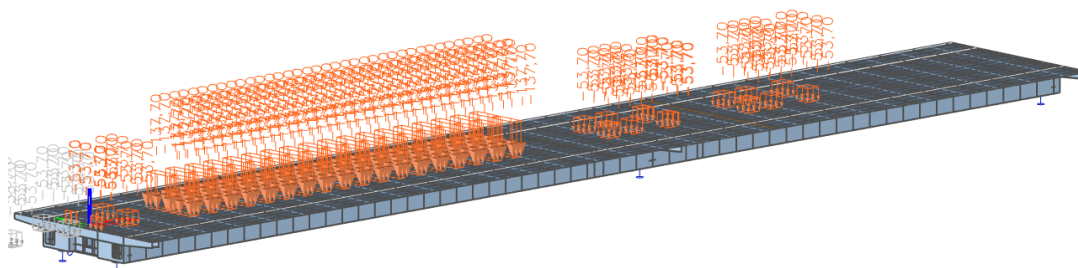


Obr. 56 Spojité zatížení levý chodník



Obr. 57 Spojité zatížení pravý chodník

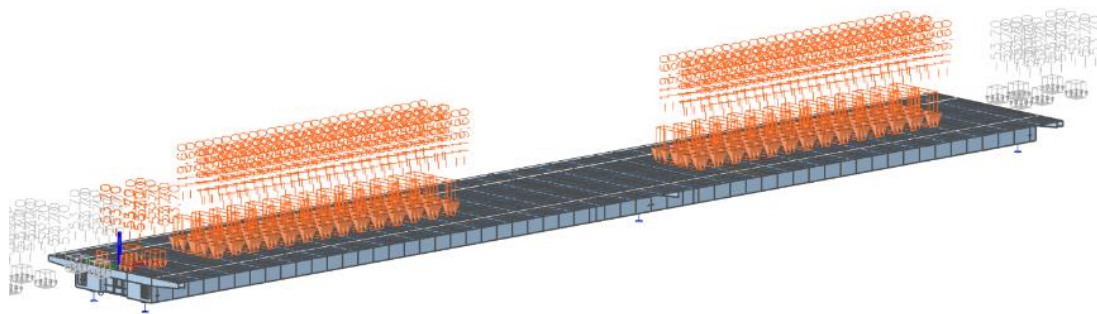
4.3.2.5 Nicolas 18 – 360



Obr. 58 Zatížení Nicolas 18

4.3.2.6 Nicolas 14 + 14 – 500

Pro zatížení sestavou Nicolas 14 + 14 – 500 je zobrazen ZS pro maximální reakci ve střední podpoře pro zobrazení větší části této soupravy.



Obr. 59 Zatížení Nicolas 14+14

4.4 Kombinace zatížení

4.4.1 Dle ČSN EN 1991-1-1 a ČSN EN 1991-2

Kombinace a použité součinitele zatížení jsou v souladu s ČSN EN 1991-1-1 a ČSN EN 1991-2.

Součinitel stálého zatížení $\gamma_G = 1,35$

Součinitel nahodilého zatížení od dopravy $\gamma_Q = 1,35$

Součinitel kombinace pro zatížení vozidlem $\psi_{0,1} = 0,75$; $\psi_{1,1} = 0,75$

Součinitel kombinace $\psi = 0,4$ pro zatížení chodci + zatížení cyklisty

Redukční součinitel vlastní tíhy $\xi = 0,85$

4.4.1.1 Kombinační vztah 6.10a

Vztah je dán rovnicí:
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

4.4.1.2 Kombinační vztah 6.10b

Vztah je dán rovnicí:
$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

4.4.1.3 Kombinace

Pro kombinace jsou použity skupiny zatížení (SZ). Všechny ZS stejného druhu (např. Vn – nápravy v pruhu 1) jsou ve vlastní SZ, která má přidělený vztah „výběrová“. Poté stačí vytvořit pro každou zatížitelnost a příčné uspořádání jednu kombinaci a program si zatížení nakombinuje sám. Pro vyhodnocení výsledků jsou vytvořeny ještě skupiny výsledků (třídy). Jedna třída obsahuje všechny příčné uspořádání dané zatížitelnosti. Pro ruční výpočet metodou efektivních šířek jsou kombinace vytvořeny ručně v programu excel.

Kombinace	Vlastní tíha ostatní stálé		Hlavní proměnné						Vedlejší proměnné					
	ξ	γ_f	Zatížení	Výběrová skupina zatížení	Doprava		Dynamický součinitel δ	Násobek "jednotkové" zatížitelnosti	Chodníky		Výběrová SZ - teplota		Výběrová SZ - vítr	
					γ_f	γ_f			γ_f	ψ_0	γ_f	ψ_0	γ_f	γ_f
Vn1	0.85	1.35	Vn uspořádání 1	TS pruh 1 UDL pruh 2 TS pruh 1 UDL pruh 2 UDL zbýv. pl.	1.35	1.30	proměnná	1.35	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	
Vn2	0.85	1.35	Vn uspořádání 2	UDL zbýv. pl. 1 TS pruh 1 UDL pruh 2 TS pruh 1 UDL pruh 2 UDL zbýv. pl. 2	1.35	1.30	proměnná	1.35	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	
Vr1	0.85	1.35	Vr uspořádání 1	TS pruh 1	1.35	1.40	proměnná	1.35	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	
Vr2	0.85	1.35	Vr uspořádání 2	TS pruh 2	1.35	1.40	proměnná	1.35	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	
Ve	0.85	1.35	Výjimečná	TS pruh 1	1.35	1.05	proměnná	X	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	
Nic 18	0.85	1.35	Nicolas 18	TS pruh 1	1.35	1.05	1.00	X	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	
Nic 14+14	0.85	1.35	Nic 14+14	TS pruh 1	1.35	1.05	1.00	X	0.60	1.50	1.00	1.50	1.50	

Tab. 2 Kombinace zatížení pro metodu redukovaných napětí

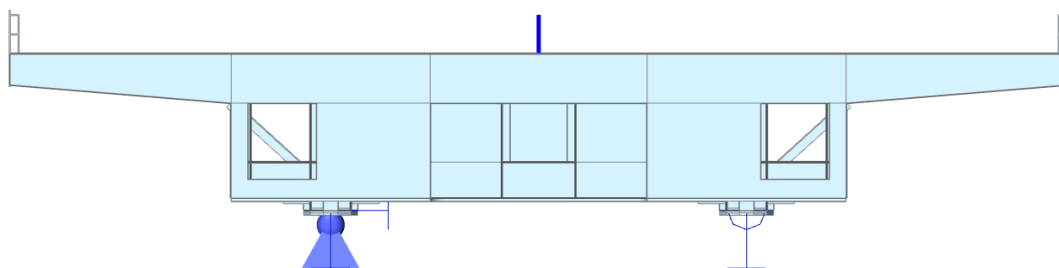
Třída	Kombinace
Vn	Vn1 Vn2
Vr	Vr1 Vr2
Ve	Ve
Nic 18	Nic 18
Nic 14+14	Nic 14+14

Tab. 3 Skupiny výsledků pro metodu redukovaných napětí

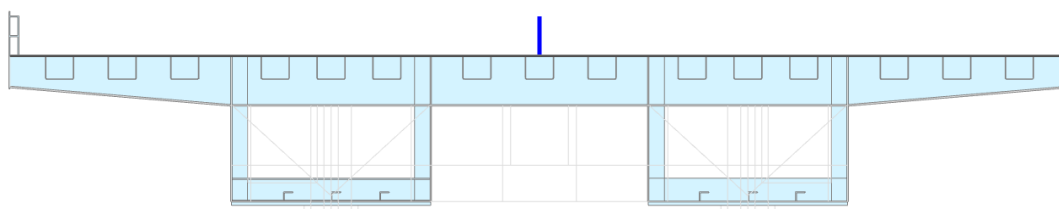
5 Výpočetní model a metodika výpočtu

5.1 Základní informace

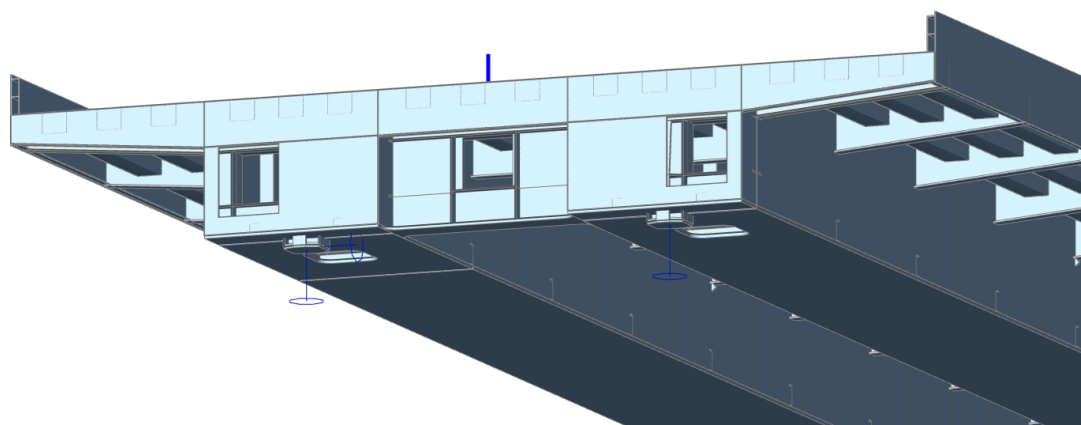
Výpočet je proveden v programu SCIA Engineer 19.1. Most je prostorově namodelován jako deskostěnový s prutovými výztuhami.



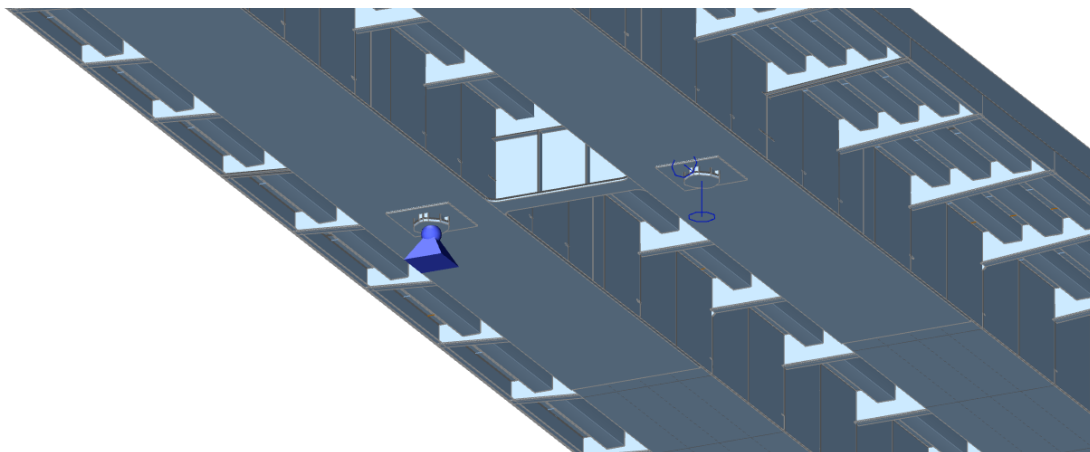
Obr. 60 Čelní pohled



Obr. 61 Příčný řez



Obr. 62 Šikmý pohled na čelo

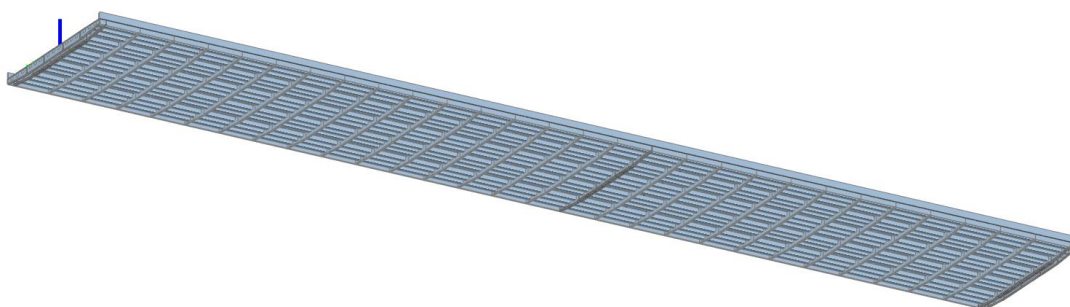


Obr. 63 Pohled na střední podpory

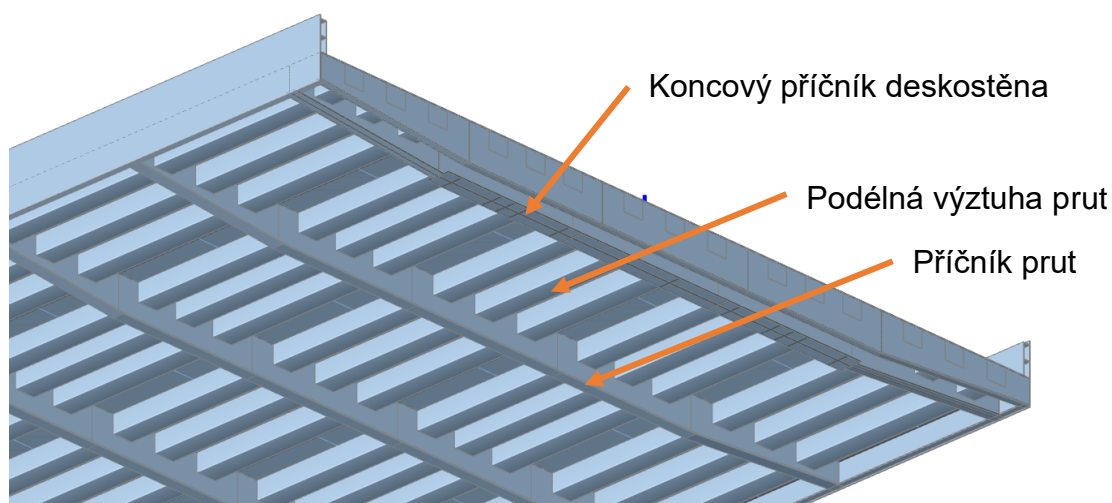
5.2 Popis výpočetního modelu

5.2.1 Horní deska

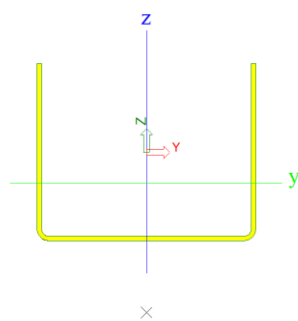
Horní deska je tloušťky 12 mm a v oblasti nad střední podporou je zesílena na 16 mm. Podélně je vyztužena výztuhami tvaru U mezi příčnicí tvaru obráceného T. Výztuhy desky jsou modelovány jako pruty.



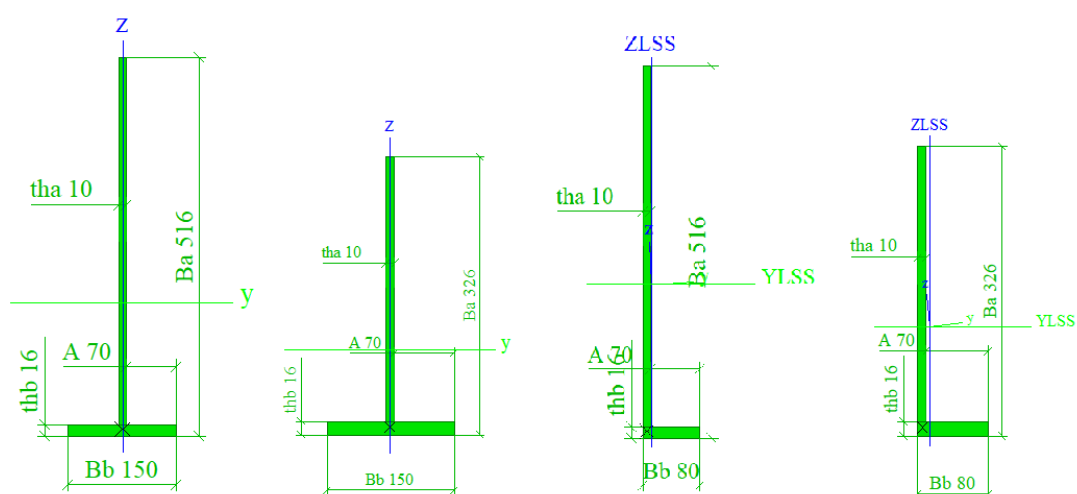
Obr. 64 Spodní pohled na horní desku včetně výztuh



Obr. 65 Spodní pohled na horní desku včetně výztuh - detail



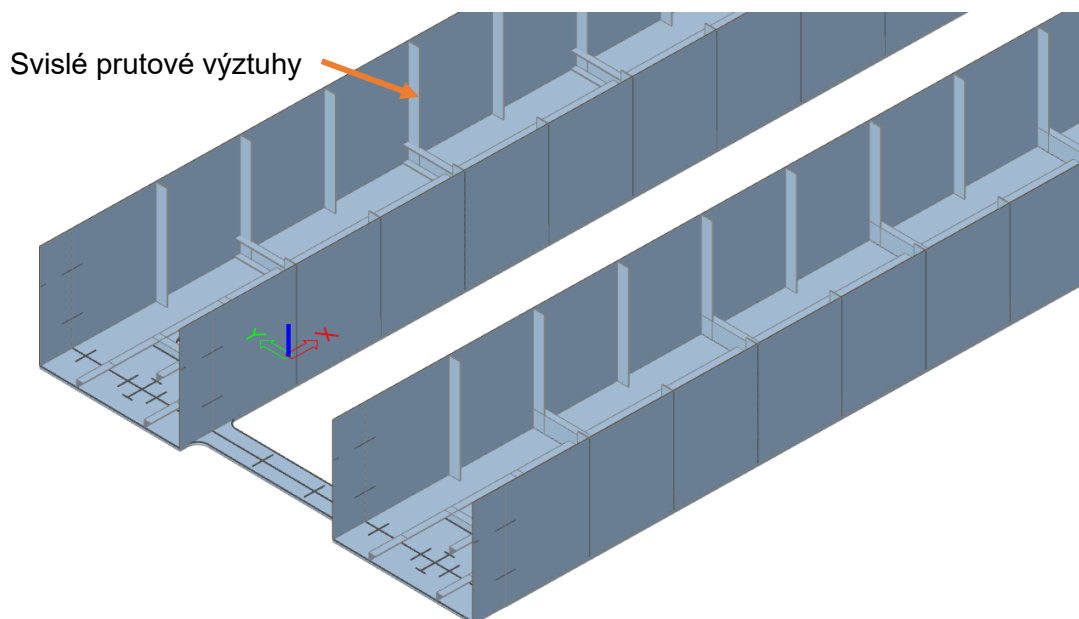
Obr. 66 Profil podélné výztuhy



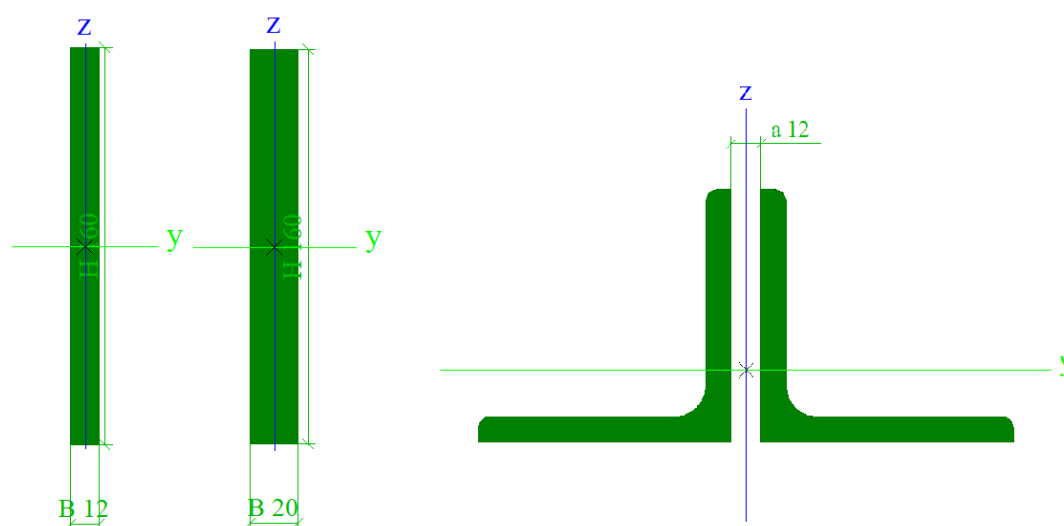
Obr. 67 Příčné výztuhy horní desky mostovky - zleva - běžná výztuha, výztuha na konci konzoly, koncová střední, koncová na konci konzoly

5.2.2 Stěny

Stěny komory mají tloušťky 14 a 25 mm. Zesílení je ve stejné oblasti jako zesílení horní desky, tedy nad podporou P2. Svislé výztuhy jsou P12x160 a P20x160. Výztuha s větší tloušťkou přísluší stěně s větší tloušťkou. Všechny výztuhy jsou modelovány jako pruty.



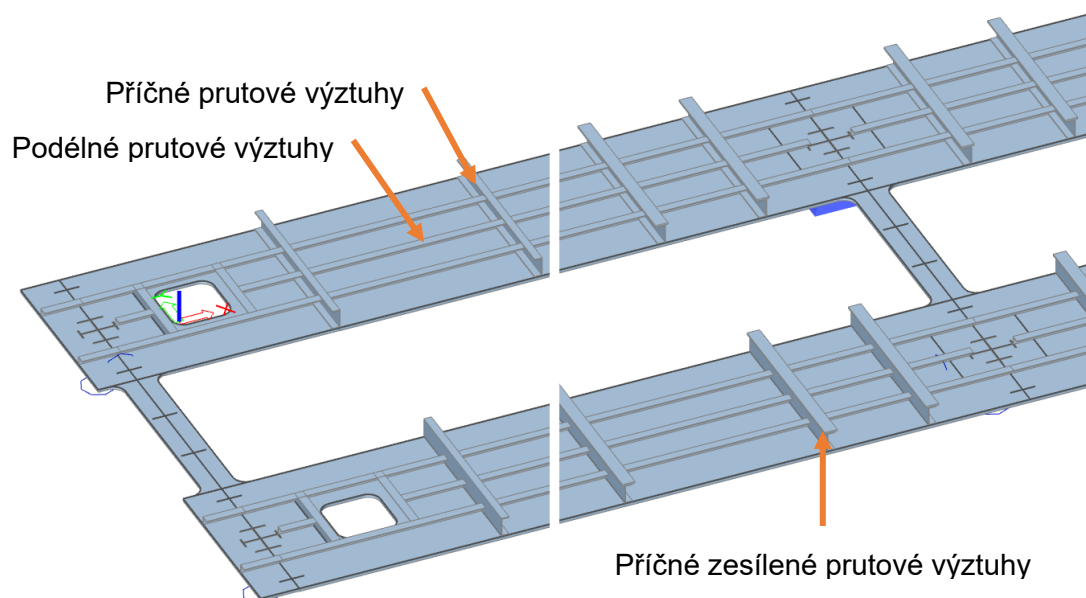
Obr. 68 Pohled na komoru bez horní desky a nadpodporových příčnic



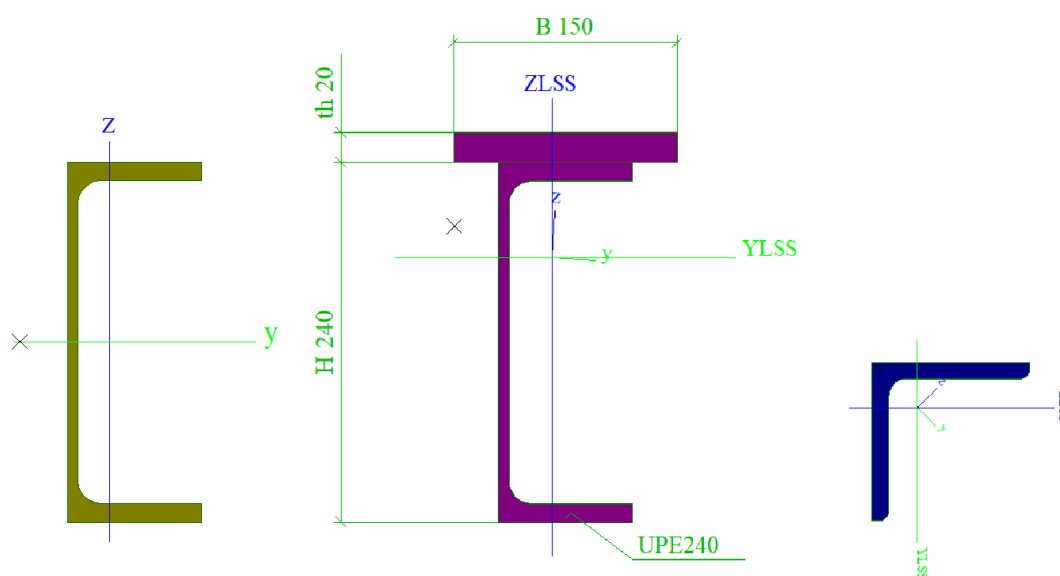
Obr. 69 Profily svislých výztuh stěn a diagonály

5.2.3 Dolní deska

Dolní deska je ve větším poli tloušťky 40 mm a 7 m za opěrou v kratším poli přechází na tloušťku 20 mm. Podélně je vyztužena profilem L100x10 a příčně U240. U střední podpory je navíc příčná výztuha vyztužena plechem P20x150 a přímo u podpory je poloviční vzdálenost příčných výztuh. Výztuhy jsou modelovány jako pruty.



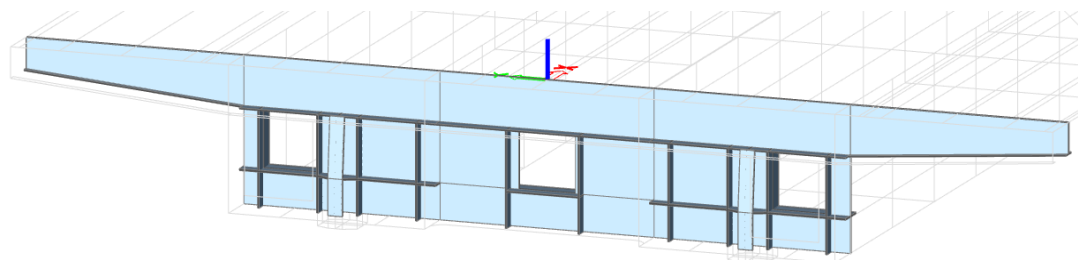
Obr. 70 Dolní deska



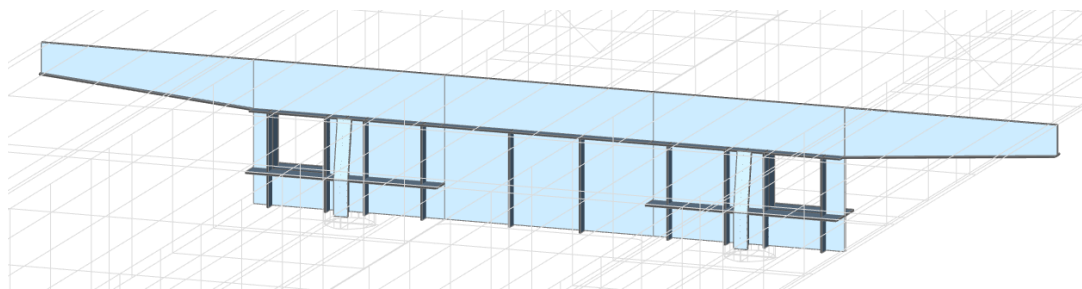
Obr. 71 Profily výztuh dolní desky - zleva - příčná výztuha, příčná zesílená výztuha, podélná výztuha

5.2.4 Nadpodporové příčníky

Všechny tři nadpodporové příčníky jsou včetně konzol modelovány deskostěnově.



Obr. 72 Nadpodporový příčník P1 a P3

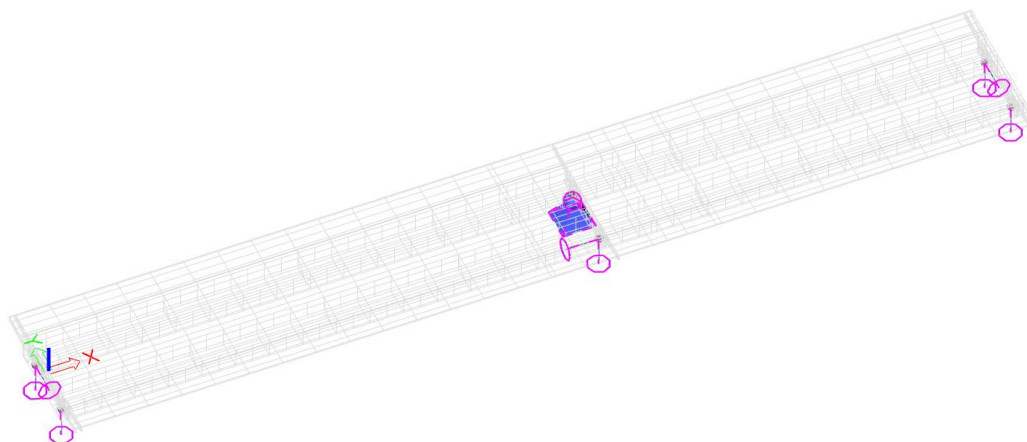


Obr. 73 Nadpodporový příčný P2

5.2.5 Okrajové podmínky – detaily nad podporami

5.2.5.1 Okrajové podmínky

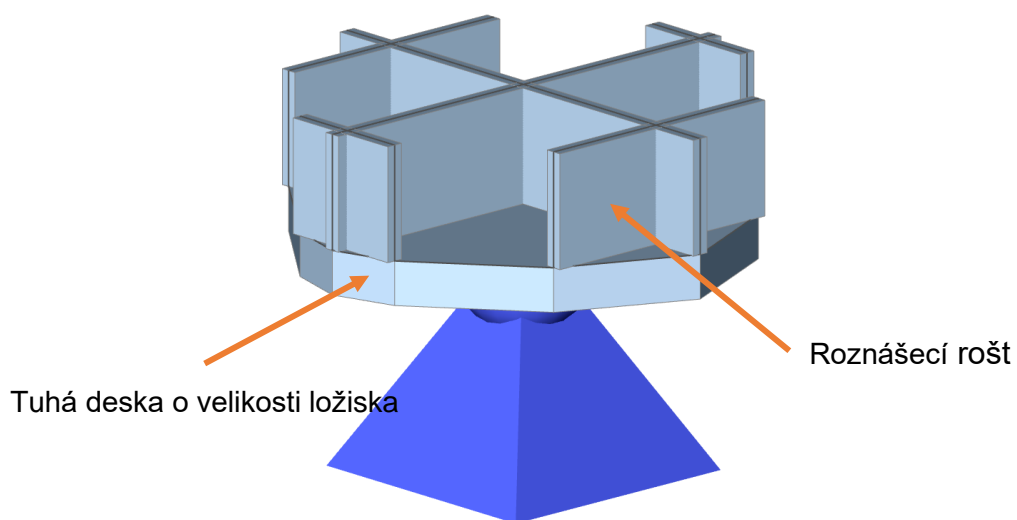
Most má na každém pilíři dvě ložiska, tedy celkem 6 ložisek. Pevné ložisko je umístěno na prostřední pilíř P2.



Obr. 74 Podpory

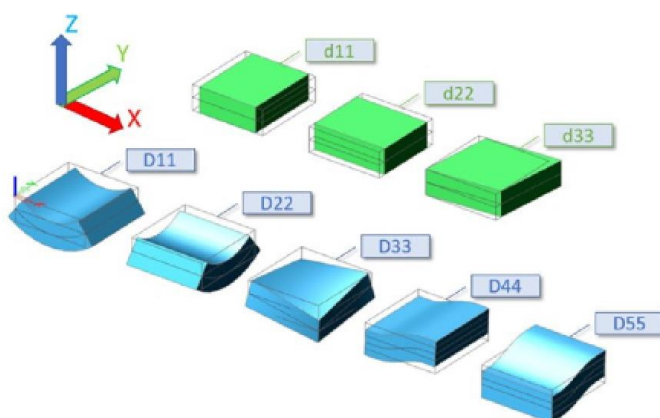
5.2.5.2 Detail uložení

Pro eliminování lokálních špiček v místech ložisek byl upraven detail uložení tak, aby příčný dosedal reálně větší plochou a ne bodově jako by tomu bylo při neřešení tohoto detailu. Jako funkční řešení je použito tuhé desky v polovině výšky ložiska a nad deskou je k mostu namodelovaný deskostěnový rošt stejný, jako dále pokračuje v nadpodporovém příčnicku. Roštu byla navíc přidána ortogonalita, aby byl eliminován přenos podélného napětí z dolní pásnice, ale zachována svislá tuhost roštu.

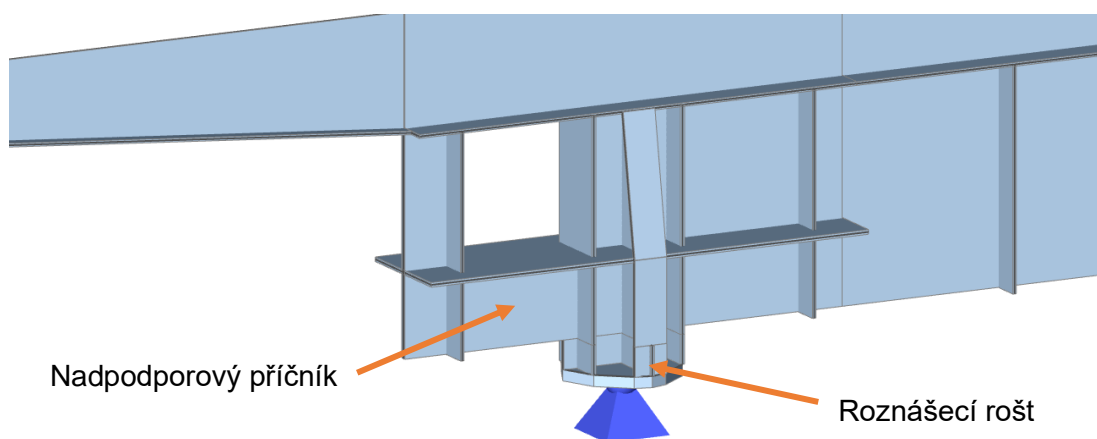


Obr. 75 Detail roznesení lokální podpory

Opravný součinitel pro D11	0,500
Opravný součinitel pro D12	0,500
Opravný součinitel pro D22	0,500
Opravný součinitel pro D33	0,500
Opravný součinitel pro D44	0,500
Opravný součinitel pro D55	0,500
Opravný součinitel pro d11	0,100
Opravný součinitel pro d12	1,000
Opravný součinitel pro d22	1,000
Opravný součinitel pro d33	0,100



Obr. 76 Ortogonalita svislého roštu pro roznesení bodové podpory - X - vodorovná osa prvků roštu, Y - svislá osa prvků roštu



Obr. 77 Nadpodporový příčník s roznášecím mostem

5.2.6 Vliv koroze

V modelu jsou zahrnuty korozní oslabení jako průměrné oslabení postihnutého průřezu dle diagnostického průzkumu.

5.3 Metodika výpočtu

5.3.1 Smykové ochabnutí a boulení

Do stanovení zatížitelnosti je také zahrnut vliv boulení dle ČSN EN 1993-1-5. Boulení popsané v samostatné kapitole

5.3.2 Stanovení zatížitelnosti

Zatížitelnost byla spočítána dvěma způsoby.

5.3.2.1 Metoda efektivních šířek

Viz kapitola Metoda efektivních šířek.

5.3.2.2 Metoda redukovaných napětí

Zatížitelnost není stanovena standardním postupem od účinků příslušného „jednotkového“ zatížení, ale zatížení je zvyšováno pomocí parametru pro každou zatížitelnost a následně ověření mezních stavů. Tento krok se opakuje až do dosažení mezního stavu na některé dílčí části nosné konstrukce.

Pro každé zatížení (V_n , V_r a V_e) je v modelu zadán parametr zatížitelnosti V_x (V_n , V_r a V_e), který zastupuje násobek jednotkového zatížení dané zatížitelnosti (viz 4.2 Proměnné zatížení). Parametr V_x je typu „Součinitel kombinace“ a je použit do dalšího parametru S_{Vx} , který je stejného typu. Parametr S_{Vx} už zahrnuje kromě násobku zatížitelnosti i součinitel zatížení a dynamický součinitel. Parametry S_{Vx} jsou použity do kombinací. Tím je umožněno velice rychle a jednoduše změnit jednou hodnotou zatížení mostu. Parametry jsou zobrazeny na Obr. 78.

V kapitole 6.6 jsou pro rozhodující zatížitelnost zobrazeny napětí na konstrukci.

Jméno	S_Vn
Typ	Součinitel kombinace
Popis	souč kombinace
Vyhodnocení	Vzorec
Vzorec	$1,35 \cdot 1,3 \cdot V_n$
Hodnota [-]	7,21
Použít meze	<input type="checkbox"/>

Obr. 78 Parametry násobící zatížitelnost v modelu

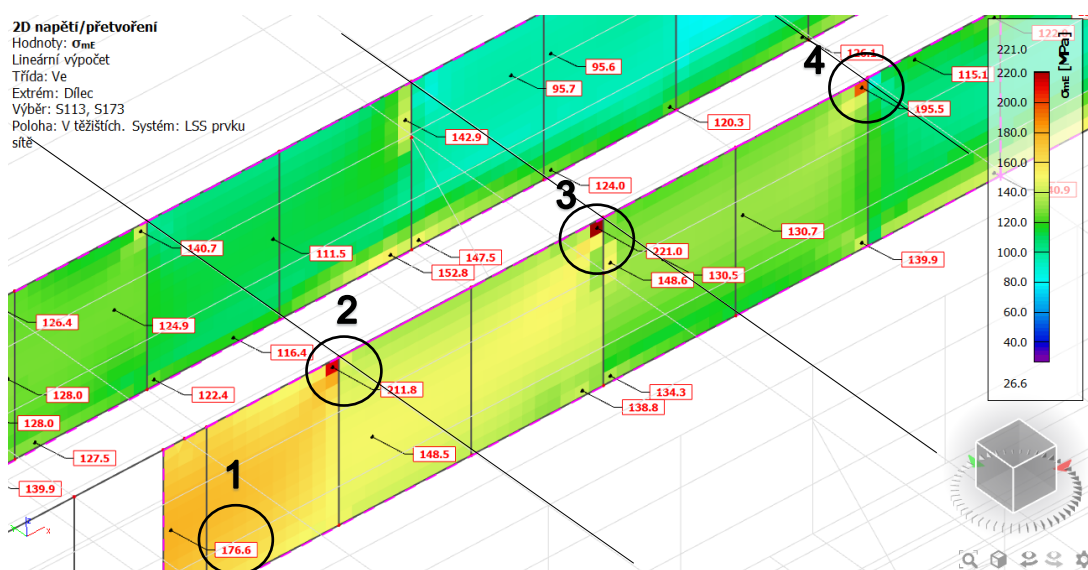
5.3.3 Ověření lokálních špiček napětí

Výsledky z výpočetních modelů jsou někdy rozdílné oproti realitě a v některých místech vznikají nereálně vysoké hodnoty výstupních veličin. Při použití kombinace deskostěnového modelu a 1D prutových dílců se tyto místa vyskytují ještě častěji, ale nahrazení všech prutových dílců za deskostěny by znamenalo dlouhý výpočet. Použití prutových prvků je tedy vhodnější, protože globální účinky a chování konstrukce se téměř nezmění.

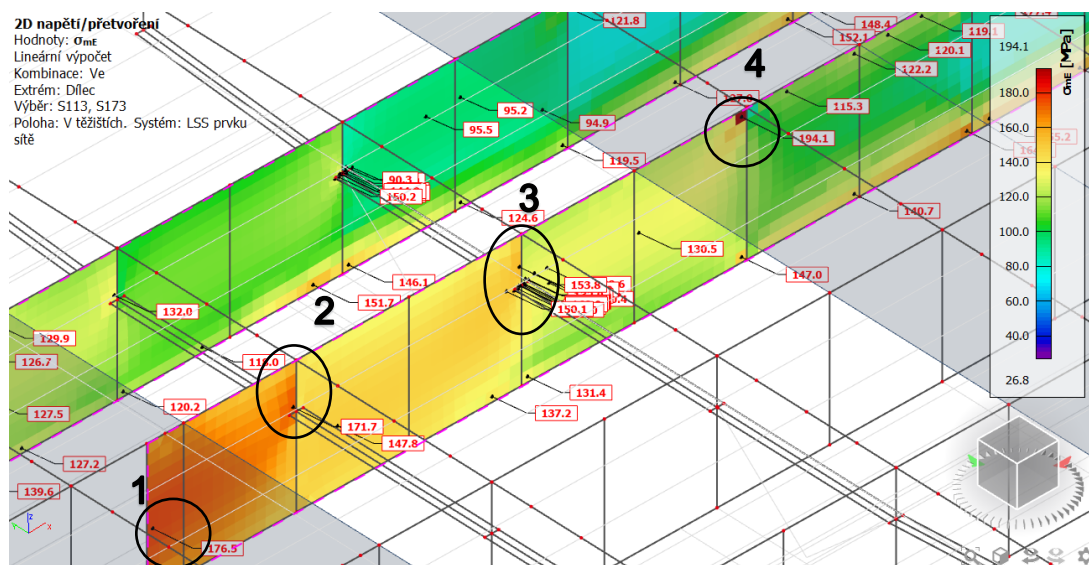
V modelu vznikala nápadná lokální maxima ve stěnách v místě styku svislé výztuhy stěny a příčné výztuhy desky (Obr. 79). Příčník je totiž modelován jako prutový prvek a síly z tohoto prvku jsou do stěny přeneseny bodově, což nevystihuje reálné chování. Přenos sil z příčníku do stěny/výztuhy stěny dochází po ploše průřezu příčné výztuhy. Ověření chování tohoto detailu je ověřeno nahrazením dvou prutových příčníku za deskostěnové příčníky. Předpoklad chování tohoto detailu se potvrdil a lokální napětí v těchto místech byla pro posudek zanedbána.

Popis označených míst na Obr. 79 a Obr. 80:

- 1 – maximální hodnota při zanedbání špiček – zůstává stejná i po změně
- 2 – místo napojení příčníku na stěnu – po změně lokální špička zmizela
- 3 – místo napojení příčníku na stěnu – po změně lokální špička zmizela
- 4 – místo napojení příčníku, kde nebyla provedena změna



Obr. 79 Nahrazení dvou příčníků 1D za 2D dílce - před změnou



Obr. 80 Nahrazení dvou příčníků 1D za 2D dílce - po změně

6 Statická analýza

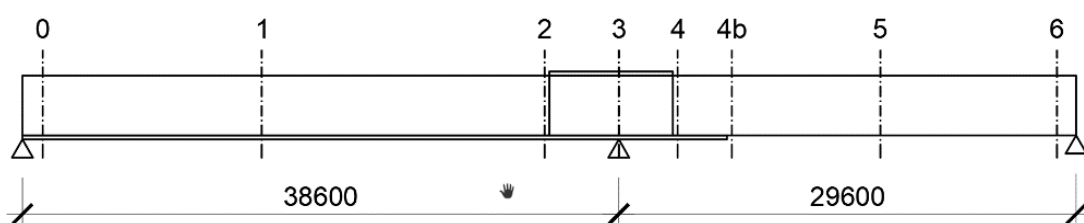
6.1 Boulení

Boulení stěn je vypočteno dle ČSN EN 1993-1-5.

6.1.1 Lokální boulení

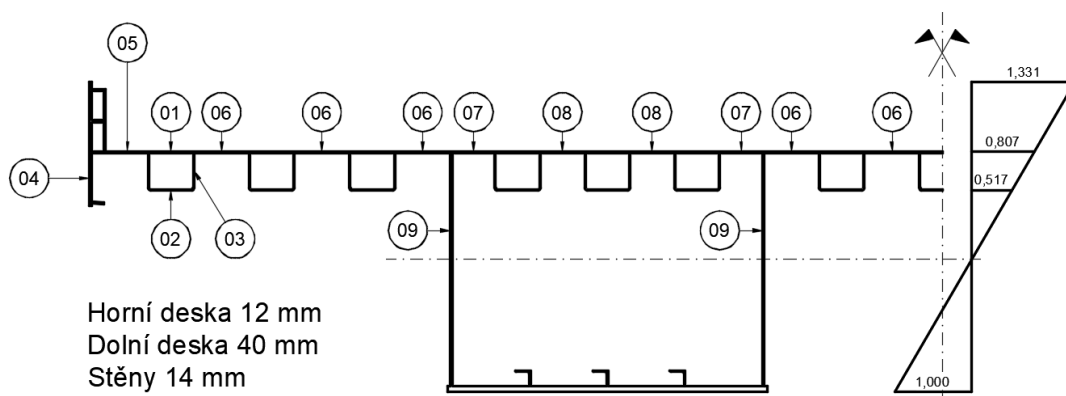
V metodě efektivních šířek je lokální boulení zohledněno redukcí šířek boulicích panelů.

V metodě redukovaných napětí je lokální boulení podélných výztuh mostovky v modelu zohledněno redukcí tloušťky výztuh. Redukce je provedena zvlášť pro řez 1 a řez 5, vždy pro oblast globálních kladných ohybových momentů. Další lokální boulení se projevuje ve stěnách, kde je zohledněno snížením meze kluzu při posudku.



Obr. 81 Číslování posuzovaných řezů

6.1.1.1 Řez 1



Obr. 82 Číslování subpanelů řez 1

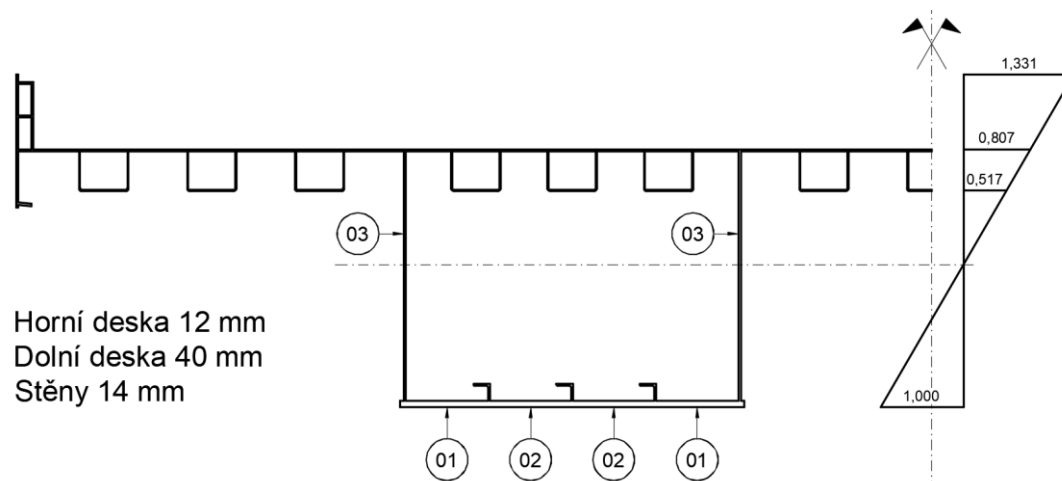
Lokální boulení				
Řez 1 - kladný moment				
Subpanel 1	Subpanel 2	Subpanel 3	Subpanel 4	Subpanel 5
b = 284 mm	b = 284 mm	b = 234 mm	b = 310 mm	b = 275 mm
t = 12 mm	t = 6 mm	t = 6 mm	t = 12 mm	t = 12 mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 0.81$	$\sigma_1 = 0.81$	$\sigma_1 = 1.00$
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 0.52$	$\sigma_2 = 0.42$	$\sigma_2 = 1.00$
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = 0.64$	$\psi = 0.52$	$\psi = 1.00$
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.84$	$k_\sigma = 5.24$	$k_\sigma = 4.00$
$\lambda_p = 0.512$	$\lambda_p = 1.024$	$\lambda_p = 0.767$	$\lambda_p = 0.489$	$\lambda_p = 0.496$
$\rho = 1.00$	$\rho = 0.77$	$\rho = 0.96$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$
b_{eff} = 284 mm	b_{eff} = 218 mm	b_{eff} = 225 mm	b_{eff} = 310 mm	b_{eff} = 275 mm
b_{e1} = 142 mm	b_{e1} = 109 mm	b_{e1} = 103 mm	b_{e1} = 138 mm	b_{e1} = 138 mm
b_{e2} = 142 mm	b_{e2} = 109 mm	b_{e2} = 122 mm	b_{e2} = 172 mm	b_{e2} = 138 mm

Tab. 4 Výpočet lokálního boulení - řez 1

Lokální boulení				Redukovaná tloušťka podélné výztuhy
Řez 1 - kladný moment				
Subpanel 6	Subpanel 7	Subpanel 8	Subpanel 9	
b = 357 mm	b = 273 mm	b = 284 mm	b = 1500 mm	A = 4517 mm ²
t = 12 mm	t = 12 mm	t = 12 mm	t = 14 mm	A _{eff} = 4013 mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 0.81$	t = 6 mm
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = -1.00$	t_{eff} = 5.331 mm
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = -1.24$	
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 29.98$	
$\lambda_p = 0.644$	$\lambda_p = 0.492$	$\lambda_p = 0.512$	$\lambda_p = 0.847$	
$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	
b_{eff} = 357 mm	b_{eff} = 273 mm	b_{eff} = 284 mm	b_{eff} = 670 mm	
b_{e1} = 179 mm	b_{e1} = 137 mm	b_{e1} = 142 mm	b_{e1} = 268 mm	
b_{e2} = 179 mm	b_{e2} = 137 mm	b_{e2} = 142 mm	b_{e2} = 402 mm	

Tab. 5 Výpočet lokálního boulení - řez 1

6.1.1.2 Řez 2

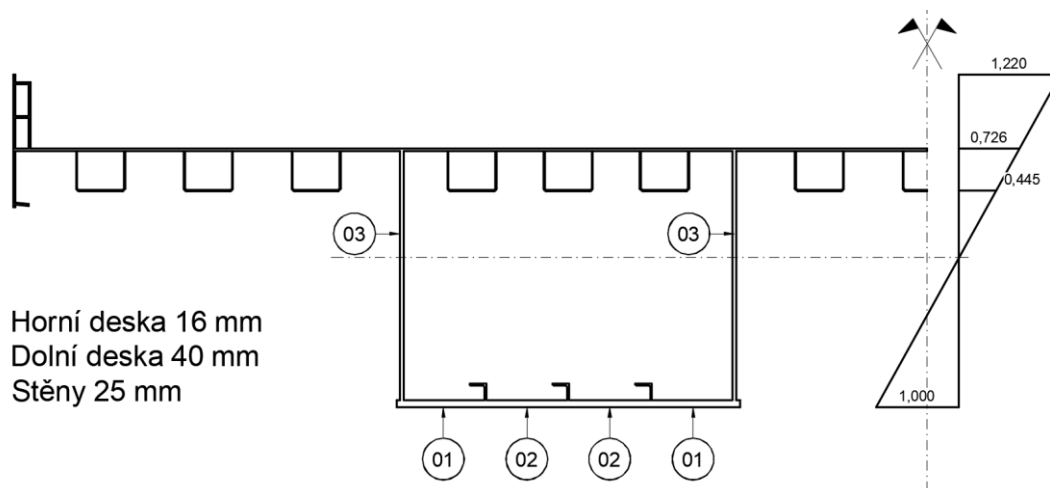


Obr. 83 Číslování subpanelů řez 2

Lokální boulení		
Řez 2 - záporný moment		
Subpanel 1	Subpanel 2	Subpanel 3
$b = 496$ mm	$b = 490$ mm	$b = 1500$ mm
$t = 40$ mm	$t = 40$ mm	$t = 14$ mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = -0.81$
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = -0.81$
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 19.26$
$\lambda_p = 0.268$	$\lambda_p = 0.265$	$\lambda_p = 1.057$
$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 0.84$
$b_{eff} = 496$ mm	$b_{eff} = 490$ mm	$b_{eff} = 696$ mm
$b_{e1} = 248$ mm	$b_{e1} = 245$ mm	$b_{e1} = 278$ mm
$b_{e2} = 248$ mm	$b_{e2} = 245$ mm	$b_{e2} = 418$ mm
		Poměr b_{neff}/b
		0.91

Tab. 6 Výpočet lokálního boulení - řez 2

6.1.1.3 Řez 3



Obr. 84 Číslování subpanelů řez 3

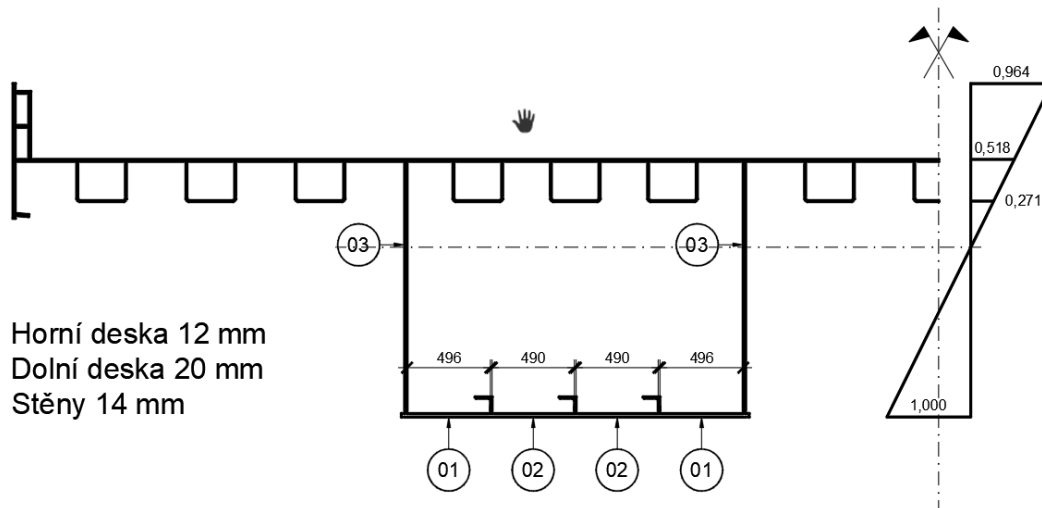
Lokální boulení		
Řez 3 - záporný moment		
Subpanel 1	Subpanel 2	Subpanel 3
$b = 496$ mm	$b = 490$ mm	$b = 1500$ mm
$t = 40$ mm	$t = 40$ mm	$t = 25$ mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = -0.73$
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = -0.73$
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 17.53$
$\lambda_p = 0.268$	$\lambda_p = 0.265$	$\lambda_p = 0.62$
$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$
$b_{eff} = 496$ mm	$b_{eff} = 490$ mm	$b_{eff} = 869$ mm
$b_{e1} = 248$ mm	$b_{e1} = 245$ mm	$b_{e1} = 348$ mm
$b_{e2} = 248$ mm	$b_{e2} = 245$ mm	$b_{e2} = 521$ mm

Tab. 7 Výpočet lokálního boulení - řez 3

6.1.1.4 Řez 4

Řez 4 má stejné charakteristiky pro boulení jako řez 2.

6.1.1.5 Řez 4b

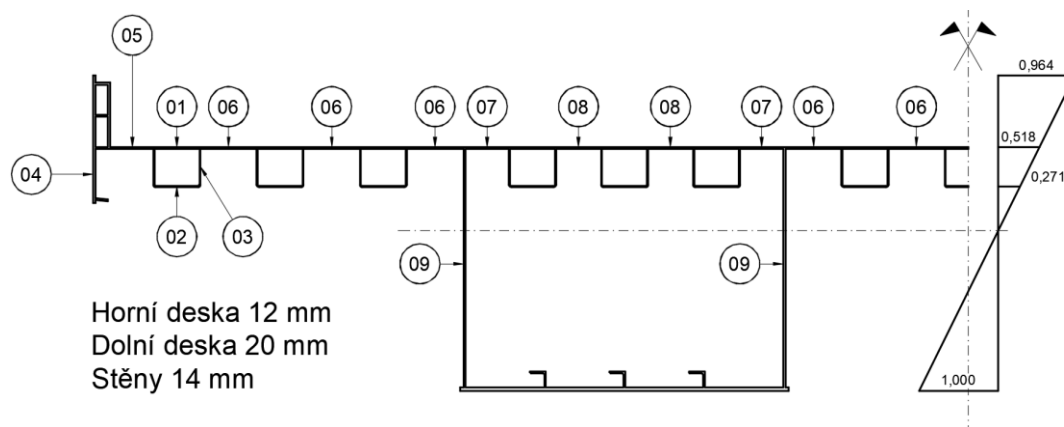


Obr. 85 Číslování subpanelů řez 4b

Lokální boulení		
Řez 4b - záporný moment		
Subpanel 1	Subpanel 2	Subpanel 3
$b = 496$ mm	$b = 490$ mm	$b = 1500$ mm
$t = 20$ mm	$t = 20$ mm	$t = 14$ mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = -0.52$
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = -0.52$
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 13.69$
$\lambda_p = 0.537$	$\lambda_p = 0.53$	$\lambda_p = 1.253$
$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 0.71$
$b_{eff} = 496$ mm	$b_{eff} = 490$ mm	$b_{eff} = 703$ mm
$b_{e1} = 248$ mm	$b_{e1} = 245$ mm	$b_{e1} = 281$ mm
$b_{e2} = 248$ mm	$b_{e2} = 245$ mm	$b_{e2} = 422$ mm
		Poměr b_{neeff}/b
		0.81

Tab. 8 Výpočet lokálního boulení - řez 4b

6.1.1.6 Řez 5



Obr. 86 Číslování subpanelů řez 5

Lokální boulení				
Řez 5 - kladný moment				
Subpanel 1	Subpanel 2	Subpanel 3	Subpanel 4	Subpanel 5
$b = 284$ mm	$b = 284$ mm	$b = 234$ mm	$b = 310$ mm	$b = 275$ mm
$t = 12$ mm	$t = 6$ mm	$t = 6$ mm	$t = 12$ mm	$t = 12$ mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 0.52$	$\sigma_1 = 0.81$	$\sigma_1 = 1.00$
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 0.27$	$\sigma_2 = 0.42$	$\sigma_2 = 1.00$
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = 0.52$	$\psi = 0.52$	$\psi = 1.00$
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 5.21$	$k_\sigma = 5.24$	$k_\sigma = 4.00$
$\lambda_p = 0.512$	$\lambda_p = 1.024$	$\lambda_p = 0.739$	$\lambda_p = 0.489$	$\lambda_p = 0.496$
$\rho = 1.00$	$\rho = 0.77$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$
$b_{eff} = 284$ mm	$b_{eff} = 218$ mm	$b_{eff} = 234$ mm	$b_{eff} = 310$ mm	$b_{eff} = 275$ mm
$b_{e1} = 142$ mm	$b_{e1} = 109$ mm	$b_{e1} = 104$ mm	$b_{e1} = 138$ mm	$b_{e1} = 138$ mm
$b_{e2} = 142$ mm	$b_{e2} = 109$ mm	$b_{e2} = 129$ mm	$b_{e2} = 172$ mm	$b_{e2} = 138$ mm

Tab. 9 Výpočet lokálního boulení - řez 5

Lokální boulení				Redukovaná tloušťka podélné výztuhy
Řez 5 - kladný moment				
Subpanel 6	Subpanel 7	Subpanel 8	Subpanel 9	
$b = 357$ mm	$b = 273$ mm	$b = 284$ mm	$b = 1500$ mm	$A = 4517$ mm
$t = 12$ mm	$t = 12$ mm	$t = 12$ mm	$t = 14$ mm	$A_{eff} = 4121$ mm
$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 1.00$	$\sigma_1 = 0.52$	$t = 6$ mm
$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = 1.00$	$\sigma_2 = -1.00$	$t_{eff} = 5.474$ mm
$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = 1.00$	$\psi = -1.93$	
$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 4.00$	$k_\sigma = 51.36$	
$\lambda_p = 0.644$	$\lambda_p = 0.492$	$\lambda_p = 0.512$	$\lambda_p = 0.647$	
$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	$\rho = 1.00$	
$b_{eff} = 357$ mm	$b_{eff} = 273$ mm	$b_{eff} = 284$ mm	$b_{eff} = 512$ mm	
$b_{e1} = 179$ mm	$b_{e1} = 137$ mm	$b_{e1} = 142$ mm	$b_{e1} = 205$ mm	
$b_{e2} = 179$ mm	$b_{e2} = 137$ mm	$b_{e2} = 142$ mm	$b_{e2} = 307$ mm	

Tab. 10 Výpočet lokálního boulení - řez 5

6.1.2 Globální boulení

Výpočet globálního boulení je proveden dle normy ČSN EN 1993-1-5. Výpočet zohledňuje stěnové a prutové chování průřezu a jejich interakci. Do výpočtu vstupují rozměry panelu a jejich vyztužení.

Příčný řez konstrukce je rozdělen na 4 části (subpanely), které mohou globálně vybořit. Výpočet je proveden v tabulce excel a výpočetní charakteristiky určeny v Autocadu.

Pro metodu redukovaných napětí je výsledné globální boulení upraveno dle skutečného napětí v konstrukci ($\sigma_{com,Ed}$), které redukuje poměrnou štíhlost a tím redukuje globální boulení (zvětšuje součinitel globálního boulení). Níže zobrazený výpočet globálního boulení je pro napětí při normální zatížitelnosti. Výpočet byl proveden pro každé zatížení zvlášť a výsledné součinitele boulení jsou zobrazeny na konci kapitol každé zatížitelnosti v souhrnu. Součinitelem je redukována mez kluzu při posudku napětí. V běžném postupu se redukuje plocha panelu, což má za následek posun neutrální osy. Zde je použit zjednodušený postup, protože únosnost konstrukce je omezena únosností stávajících ložisek (pro V_n a V_r) a využití při tomto zatížení nedosahuje mezních hodnot. Pro výjimečnou zatížitelnost je omezení na straně konstrukce a ne ložisek, ale metoda posudku je stejná, protože k maximum dochází pouze v místě změny tloušťky dolní pásnice ze 40 mm na 20 mm a napětí vzroste lokálně od momentu vzniklým excentricitou přípoje.

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\frac{\sigma_{com,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}} \quad (1)$$

6.1.2.1 Řez 1

Globální boulení			
Řez 1 - kladný moment		Řez 1 - kladný moment	
Horní pásnice vlevo		Horní pásnice střed	
Stěnové chování	Prutové chování	Stěnové chování	Prutové chování
$\sigma_{com,Ed} = 193$ MPa		$\sigma_{com,Ed} = 193$ MPa	
$A_{c,eff,loc} = 35535$ mm ²	$A_{st,1,eff} = 11831$ mm ²	$A_{c,eff,loc} = 32787$ mm ²	$A_{st,1,eff} = 10907$ mm ²
$A_c = 37047$ mm ²	$A_{st,1} = 12335$ mm ²	$A_c = 34299$ mm ²	$A_{st,1} = 11411$ mm ²
$\beta_{A,c} = 0.959$	$\beta_{A,c} = 0.959$	$\beta_{A,c} = 0.956$	$\beta_{A,c} = 0.956$
$b = 2228$ mm	$\psi = 1.000$	$b = 2002$ mm	$\psi = 1.000$
$t = 12$ mm	$I_{st,1} = 109343351$ mm ⁴	$t = 12$ mm	$I_{st,1} = 105535378$ mm ⁴
$a = 2412$ mm	$e = 107$ mm	$a = 2412$ mm	$e = 103$ mm
$\sigma_E = 5.512$ MPa	$i = 94$ mm	$\sigma_E = 6.826$ MPa	$i = 96$ mm
$\alpha = 1.083$	$\alpha = 0.34$ uzavřená	$\alpha = 1.205$	$\alpha = 0.34$ uzavřená
$\psi = 1.000$	$\alpha_e = 0.442$	$\psi = 1.000$	$\alpha_e = 0.436$
$I_{st} = 328190033$ mm ⁴	$\sigma_{cr,st} = 3158$ MPa	$I_{st} = 316899531$ mm ⁴	$\sigma_{cr,st} = 3295$ MPa
$I_p = 352563$ mm ⁴	$\sigma_{cr,c} = 3158$ MPa	$I_p = 316800$ mm ⁴	$\sigma_{cr,c} = 3295$ MPa
$\gamma = 931$	$\lambda_c = 0.328$	$\gamma = 1000$	$\lambda_c = 0.321$
$A_{st} = 13551$ mm ²	$\lambda_{p,red} = 0.242$	$A_{st} = 13551$ mm ²	$\lambda_{p,red} = 0.237$
$A_p = 26736$ mm ²	$\Phi_c = 0.539$	$A_p = 24024$ mm ²	$\Phi_c = 0.536$
$\delta = 0.507$	$\chi_c = 0.981$	$\delta = 0.564$	$\chi_c = 0.983$
$k_{\sigma,p} = 529.209$	Interakce stěnového a prutového chování	$k_{\sigma,p} = 442.819$	Interakce stěnového a prutového chování
$\sigma_{cr,p} = 2917$ MPa		$\sigma_{cr,p} = 3023$ MPa	
$\lambda_p = 0.342$	$\xi = 0.000$	$\lambda_p = 0.335$	$\xi = 0.000$
$\lambda_{p,red} = 0.252$	$\rho_c = 0.981$	$\lambda_{p,red} = 0.247$	$\rho_c = 0.983$
$\rho = 1.000$		$\rho = 1.000$	

Tab. 11 Řez 1 - globální boulení pro V_n metodou redukovaných napětí

Globální boulení	
Řez 1 - kladný moment	
Horní pásnice vpravo	
Stěnové chování	Prutové chování
$\sigma_{\text{com,Ed}} =$	193 MPa
$A_{\text{c,eff,loc}} =$	35415 mm ²
$A_{\text{c}} =$	37047 mm ²
$\beta_{\text{A,c}} =$	0.956
$b =$	2300 mm
$t =$	12 mm
$a =$	2412 mm
$\sigma_{\text{E}} =$	5.172 MPa
$\alpha =$	1.049
$\psi =$	1.000
$I_{\text{st}} =$	327731984 mm ⁴
$I_{\text{p}} =$	363956 mm ⁴
$\gamma =$	900
$A_{\text{st}} =$	13551 mm ²
$A_{\text{p}} =$	27600 mm ²
$\delta =$	0.491
$k_{\sigma,p} =$	551.240
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	2851 MPa
$\lambda_{\text{p}} =$	0.345
$\lambda_{\text{p,red}} =$	0.254
$\rho =$	1.000
$A_{\text{st,1,eff}} =$	11801 mm ²
$A_{\text{st,1}} =$	12305 mm ²
$\beta_{\text{A,c}} =$	0.959
$\psi =$	1.000
$I_{\text{st,1}} =$	109228671 mm ⁴
$e =$	107 mm
$i =$	94 mm
$\alpha =$	0.34 uzavřená
$\alpha_{\text{e}} =$	0.442
$\sigma_{\text{cr,st}} =$	3162 MPa
$\sigma_{\text{cr,c}} =$	3162 MPa
$\lambda_{\text{c}} =$	0.328
$\lambda_{\text{p,red}} =$	0.242
$\Phi_{\text{c}} =$	0.539
$\chi_{\text{c}} =$	0.981
Interakce stěnového a prutového chování	
$\xi =$	0.000
$\rho_{\text{c}} =$	0.981

Tab. 12 Řez 1 - globální boulení pro Vn metodou redukovaných napětí

Globální boulení			
Řez 1 - kladný moment		Řez 1 - kladný moment	
Horní pásnice vlevo		Horní pásnice střed	
Stěnové chování	Prutové chování	Stěnové chování	Prutové chování
$A_{\text{c,eff,loc}} =$	35535 mm ²	$A_{\text{c,eff,loc}} =$	32787 mm ²
$A_{\text{c}} =$	37047 mm ²	$A_{\text{c}} =$	34299 mm ²
$\beta_{\text{A,c}} =$	0.959	$\beta_{\text{A,c}} =$	0.956
$b =$	2228 mm	$b =$	2002 mm
$t =$	12 mm	$t =$	12 mm
$a =$	2412 mm	$a =$	2412 mm
$\sigma_{\text{E}} =$	5.512 MPa	$\sigma_{\text{E}} =$	6.826 MPa
$\alpha =$	1.083	$\alpha =$	1.205
$\psi =$	1.000	$\psi =$	1.000
$I_{\text{st}} =$	328190033 mm ⁴	$I_{\text{st}} =$	316899531 mm ⁴
$I_{\text{p}} =$	352563 mm ⁴	$I_{\text{p}} =$	316800 mm ⁴
$\gamma =$	931	$\gamma =$	1000
$A_{\text{st}} =$	13551 mm ²	$A_{\text{st}} =$	13551 mm ²
$A_{\text{p}} =$	26736 mm ²	$A_{\text{p}} =$	24024 mm ²
$\delta =$	0.507	$\delta =$	0.564
$k_{\sigma,p} =$	529.209	$k_{\sigma,p} =$	442.819
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	2917 MPa	$\sigma_{\text{cr,p}} =$	3023 MPa
$\lambda_{\text{p}} =$	0.342	$\lambda_{\text{p}} =$	0.335
$\rho =$	1.000	$\rho =$	1.000
$A_{\text{st,1,eff}} =$	11831 mm ²	$A_{\text{st,1,eff}} =$	10907 mm ²
$A_{\text{st,1}} =$	12335 mm ²	$A_{\text{st,1}} =$	11411 mm ²
$\beta_{\text{A,c}} =$	0.959	$\beta_{\text{A,c}} =$	0.956
$\psi =$	1.000	$\psi =$	1.000
$I_{\text{st,1}} =$	109343351 mm ⁴	$I_{\text{st,1}} =$	105535378 mm ⁴
$e =$	107 mm	$e =$	103 mm
$i =$	94 mm	$i =$	96 mm
$\alpha =$	0.34 uzavřená	$\alpha =$	0.34 uzavřená
$\alpha_{\text{e}} =$	0.442	$\alpha_{\text{e}} =$	0.436
$\sigma_{\text{cr,st}} =$	3158 MPa	$\sigma_{\text{cr,st}} =$	3295 MPa
$\sigma_{\text{cr,c}} =$	3158 MPa	$\sigma_{\text{cr,c}} =$	3295 MPa
$\lambda_{\text{c}} =$	0.328	$\lambda_{\text{c}} =$	0.321
$\Phi_{\text{c}} =$	0.582	$\Phi_{\text{c}} =$	0.578
$\chi_{\text{c}} =$	0.941	$\chi_{\text{c}} =$	0.945
Interakce stěnového a prutového chování		Interakce stěnového a prutového chování	
$\xi =$	0.000	$\xi =$	0.000
$\rho_{\text{c}} =$	0.941	$\rho_{\text{c}} =$	0.945

Tab. 13 Řez 1 - globální boulení pro efektivní průřez

Globální boulení			
Řez 1 - kladný moment			
Horní pásnice vpravo			
Stěnové chování	Prutové chování		
$A_{c,eff,loc} =$	35415 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	11801 mm ²
$A_c =$	37047 mm ²	$A_{st,1} =$	12305 mm ²
$\beta_{A,c} =$	0.956	$\beta_{A,c} =$	0.959
$b =$	2300 mm	$\psi =$	1.000
$t =$	12 mm	$I_{st,1} =$	109228671 mm ⁴
$a =$	2412 mm	$e =$	107 mm
$\sigma_E =$	5.172 MPa	$i =$	94 mm
$\alpha =$	1.049	$\alpha =$	0.34 uzavřená
$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.442
$I_{st} =$	327731984 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	3162 MPa
$I_p =$	363956 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	3162 MPa
$\gamma =$	900	$\lambda_c =$	0.328
$A_{st} =$	13551 mm ²	$\Phi_c =$	0.582
$A_p =$	27600 mm ²	$\chi_c =$	0.941
$\delta =$	0.491	Interakce stěnového a prutového chování	
$k_{\sigma,p} =$	551.240		
$\sigma_{cr,p} =$	2851 MPa	$\xi =$	0.000
$\lambda_p =$	0.345	$\rho_c =$	0.941
$\rho =$	1.000		

Tab. 14 Řez 1 - globální boulení pro efektivní průřez

6.1.2.2 Řez 2

Globální boulení			
Řez 2 - záporný moment			
Dolní pásnice			
Stěnové chování	Prutové chování		
$\sigma_{com,Ed} =$	97 MPa		
$A_{c,eff,loc} =$	66009 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	22043 mm ²
$A_c =$	66009 mm ²	$A_{st,1} =$	22043 mm ²
$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000
$b =$	2002 mm	$\psi =$	1.000
$t =$	40 mm	$I_{st,1} =$	19181751 mm ⁴
$a =$	2412 mm	$e =$	83 mm
$\sigma_E =$	75.848 MPa	$i =$	29 mm
$\alpha =$	1.205	$\alpha =$	0.49 otevřená
$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.743
$I_{st} =$	57521594 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	310 MPa
$I_p =$	11733333 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	310 MPa
$\gamma =$	5	$\lambda_c =$	1.070
$A_{st} =$	5745 mm ²	$\lambda_{p,red} =$	0.559
$A_p =$	80080 mm ²	$\Phi_c =$	0.790
$\delta =$	0.072	$\chi_c =$	0.742
$k_{\sigma,p} =$	6.372	Interakce stěnového a prutového chování	
$\sigma_{cr,p} =$	483 MPa		
$\lambda_p =$	0.857	$\xi =$	0.559
$\lambda_{p,red} =$	0.448	$\rho_c =$	0.950
$\rho =$	1.000		

Tab. 15 Řez 2 - globální boulení pro Vn metodou redukovaných napětí

Globální boulení	
Řez 2 - záporný moment	
Dolní pásnice	
Stěnové chování	Prutové chování
$A_{c,eff,loc} = 66009 \text{ mm}^2$	$A_{st,1,eff} = 22043 \text{ mm}^2$
$A_c = 66009 \text{ mm}^2$	$A_{st,1} = 22043 \text{ mm}^2$
$\beta_{A,c} = 1.000$	$\beta_{A,c} = 1.000$
$b = 2002 \text{ mm}$	$\psi = 1.000$
$t = 40 \text{ mm}$	$I_{st,1} = 19181751 \text{ mm}^4$
$a = 2412 \text{ mm}$	$e = 83 \text{ mm}$
$\sigma_E = 75.848 \text{ MPa}$	$i = 29 \text{ mm}$
$\alpha = 1.205$	$\alpha = 0.49$ otevřená
$\psi = 1.000$	$\alpha_e = 0.743$
$I_{st} = 57521594 \text{ mm}^4$	$\sigma_{cr,st} = 310 \text{ MPa}$
$I_p = 11733333 \text{ mm}^4$	$\sigma_{cr,c} = 310 \text{ MPa}$
$\gamma = 5$	$\lambda_c = 1.070$
$A_{st} = 5745 \text{ mm}^2$	$\Phi_c = 1.396$
$A_p = 80080 \text{ mm}^2$	$\chi_c = 0.436$
$\delta = 0.072$	Interakce stěnového a prutového chování
$k_{\sigma,p} = 6.372$	
$\sigma_{cr,p} = 483 \text{ MPa}$	$\xi = 0.559$
$\lambda_p = 0.857$	$\rho_c = 0.783$
$\rho = 0.867$	

Tab. 16 Řez 2 - globální boulení pro efektivní průřez

6.1.2.3 Řez 3

Globální boulení	
Řez 3 - záporný moment	
Dolní pásnice	
Stěnové chování	Prutové chování
$\sigma_{com,Ed} = 249 \text{ MPa}$	
$A_{c,eff,loc} = 66009 \text{ mm}^2$	$A_{st,1,eff} = 22043 \text{ mm}^2$
$A_c = 66009 \text{ mm}^2$	$A_{st,1} = 22043 \text{ mm}^2$
$\beta_{A,c} = 1.000$	$\beta_{A,c} = 1.000$
$b = 2002 \text{ mm}$	$\psi = 1.000$
$t = 40 \text{ mm}$	$I_{st,1} = 19181751 \text{ mm}^4$
$a = 1235 \text{ mm}$	$e = 83 \text{ mm}$
$\sigma_E = 75.848 \text{ MPa}$	$i = 29 \text{ mm}$
$\alpha = 0.617$	$\alpha = 0.49$ otevřená
$\psi = 1.000$	$\alpha_e = 0.743$
$I_{st} = 57521594 \text{ mm}^4$	$\sigma_{cr,st} = 1183 \text{ MPa}$
$I_p = 11733333 \text{ mm}^4$	$\sigma_{cr,c} = 1183 \text{ MPa}$
$\gamma = 5$	$\lambda_c = 0.548$
$A_{st} = 5745 \text{ mm}^2$	$\lambda_{p,red} = 0.459$
$A_p = 80080 \text{ mm}^2$	$\Phi_c = 0.701$
$\delta = 0.072$	$\chi_c = 0.812$
$k_{\sigma,p} = 14.241$	Interakce stěnového a prutového chování
$\sigma_{cr,p} = 1080 \text{ MPa}$	
$\lambda_p = 0.573$	$\xi = 0.000$
$\lambda_{p,red} = 0.480$	$\rho_c = 0.812$
$\rho = 1.000$	

Tab. 17 Řez 3 - globální boulení pro V_n metodou redukovaných napětí

Globální boulení			
Řez 3 - záporný moment			
Dolní pásnice			
Stěnové chování		Prutové chování	
$A_{c,eff,loc} =$	66009 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	22043 mm ²
$A_c =$	66009 mm ²	$A_{st,1} =$	22043 mm ²
$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000
$b =$	2002 mm	$\psi =$	1.000
$t =$	40 mm	$I_{st,1} =$	19181751 mm ⁴
$a =$	1208 mm	$e =$	83 mm
$\sigma_E =$	75.848 MPa	$i =$	29 mm
$\alpha =$	0.603	$\alpha =$	0.49 otevřená
$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.743
$I_{st} =$	57521594 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	1236 MPa
$I_p =$	11733333 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	1236 MPa
$\gamma =$	5	$\lambda_c =$	0.536
$A_{st} =$	5745 mm ²	$\Phi_c =$	0.768
$A_p =$	80080 mm ²	$\chi_c =$	0.758
$\delta =$	0.072	Interakce stěnového a prutového chování	
$k_{\sigma,p} =$	14.769		
$\sigma_{cr,p} =$	1120 MPa	$\xi =$	0.000
$\lambda_p =$	0.563	$\rho_c =$	0.758
$\rho =$	1.000		

Tab. 18 Řez 3 - globální boulení pro efektivní průřez

6.1.2.4 Řez 4 a 4b

Globální boulení						
Řez 4 - záporný moment			Řez 4b - záporný moment			
Dolní pásnice						
Stěnové chování		Prutové chování		Prutové chování		
$\sigma_{com,Ed} =$	126 MPa			$\sigma_{com,Ed} =$	193 MPa	
$A_{c,eff,loc} =$	66009 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	22043 mm ²	$A_{c,eff,loc} =$	35889 mm ²	
$A_c =$	66009 mm ²	$A_{st,1} =$	22043 mm ²	$A_c =$	35889 mm ²	
$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000	
$b =$	2002 mm	$\psi =$	1.000	$b =$	2002 mm	
$t =$	40 mm	$I_{st,1} =$	19181751 mm ⁴	$t =$	20 mm	
$a =$	1208 mm	$e =$	83 mm	$a =$	2412 mm	
$\sigma_E =$	75.848 MPa	$i =$	29 mm	$\sigma_E =$	18.962 MPa	
$\alpha =$	0.603	$\alpha =$	0.49 otevřená	$\alpha =$	1.205	
$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.743	$\psi =$	1.000	
$I_{st} =$	57521594 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	1236 MPa	$I_{st} =$	38574918 mm ⁴	
$I_p =$	11733333 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	1236 MPa	$I_p =$	1466667 mm ⁴	
$\gamma =$	5	$\lambda_c =$	0.536	$\gamma =$	26	
$A_{st} =$	5745 mm ²	$\lambda_{p,red} =$	0.319	$A_{st} =$	13551 mm ²	
$A_p =$	80080 mm ²	$\Phi_c =$	0.595	$A_p =$	40040 mm ²	
$\delta =$	0.072	$\chi_c =$	0.911	$\delta =$	0.338	
$k_{\sigma,p} =$	14.769	Interakce stěnového a prutového chování		$k_{\sigma,p} =$	16.117	
$\sigma_{cr,p} =$	1120 MPa			$\sigma_{cr,p} =$	306 MPa	
$\lambda_p =$	0.563	$\xi =$	0.000	$\lambda_p =$	1.078	
$\lambda_{p,red} =$	0.335	$\rho_c =$	0.911	$\lambda_{p,red} =$	0.795	
$\rho =$	1.000			$\rho =$	0.910	
					$\rho_c =$	0.659

Tab. 19 Řez 4 a 4b - globální boulení pro Vn metodou redukovaných napětí

Globální boulení				Globální boulení			
Řez 4 - záporný moment				Řez 4b - záporný moment			
Dolní pásnice				Dolní pásnice			
Stěnové chování		Prutové chování		Stěnové chování		Prutové chování	
$A_{c,eff,loc} =$	66009 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	22043 mm ²	$A_{c,eff,loc} =$	35889 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	11983 mm ²
$A_c =$	66009 mm ²	$A_{st,1} =$	22043 mm ²	$A_c =$	35889 mm ²	$A_{st,1} =$	11983 mm ²
$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000	$\beta_{A,c} =$	1.000
$b =$	2002 mm	$\psi =$	1.000	$b =$	2002 mm	$\psi =$	1.000
$t =$	40 mm	$I_{st,1} =$	19181751 mm ⁴	$t =$	20 mm	$I_{st,1} =$	12862399 mm ⁴
$a =$	1208 mm	$e =$	83 mm	$a =$	2466 mm	$e =$	68 mm
$\sigma_E =$	75.848 MPa	$i =$	29 mm	$\sigma_E =$	18.962 MPa	$i =$	33 mm
$\alpha =$	0.603	$\alpha =$	0.49 otevřená	$\alpha =$	1.232	$\alpha =$	0.49 otevřená
$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.743	$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.677
$I_{st} =$	57521594 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	1236 MPa	$I_{st} =$	38574918 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	366 MPa
$I_p =$	11733333 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	1236 MPa	$I_p =$	1466667 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	366 MPa
$\gamma =$	5	$\lambda_c =$	0.536	$\gamma =$	26	$\lambda_c =$	0.985
$A_{st} =$	5745 mm ²	$\Phi_c =$	0.768	$A_{st} =$	5745 mm ²	$\Phi_c =$	1.251
$A_p =$	80080 mm ²	$\chi_c =$	0.758	$A_p =$	40040 mm ²	$\chi_c =$	0.495
$\delta =$	0.072	Interakce stěnového a prutového chování		$\delta =$	0.143	Interakce stěnového a prutového chování	
$k_{\sigma,p} =$	14.769	$\xi =$	0.000	$k_{\sigma,p} =$	18.235	$\xi =$	0.000
$\sigma_{cr,p} =$	1120 MPa	$\rho_c =$	0.758	$\sigma_{cr,p} =$	346 MPa	$\rho_c =$	0.495
$\lambda_p =$	0.563			$\lambda_p =$	1.013		
$\rho =$	1.000			$\rho =$	0.773		

Tab. 20 Řez 4 a 4b - globální boulení pro efektivní průřez

6.1.2.5 Řez 5

Globální boulení							
Řez 5 - kladný moment				Řez 5 - kladný moment			
Horní pásnice vlevo				Horní pásnice střed			
Stěnové chování		Prutové chování		Stěnové chování		Prutové chování	
$\sigma_{com,Ed} =$	137 MPa	$\sigma_{com,Ed} =$	137 MPa	$\sigma_{com,Ed} =$	137 MPa	$\sigma_{com,Ed} =$	137 MPa
$A_{c,eff,loc} =$	35307 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	11447 mm ²	$A_{c,eff,loc} =$	33111 mm ²	$A_{st,1,eff} =$	11015 mm ²
$A_c =$	37047 mm ²	$A_{st,1} =$	12335 mm ²	$A_c =$	34299 mm ²	$A_{st,1} =$	11411 mm ²
$\beta_{A,c} =$	0.953	$\beta_{A,c} =$	0.928	$\beta_{A,c} =$	0.965	$\beta_{A,c} =$	0.965
$b =$	2228 mm	$\psi =$	1.000	$b =$	2002 mm	$\psi =$	1.000
$t =$	12 mm	$I_{st,1} =$	109343351 mm ⁴	$t =$	12 mm	$I_{st,1} =$	105535378 mm ⁴
$a =$	2466 mm	$e =$	103 mm	$a =$	2466 mm	$e =$	101 mm
$\sigma_E =$	5.512 MPa	$i =$	94 mm	$\sigma_E =$	6.826 MPa	$i =$	96 mm
$\alpha =$	1.107	$\alpha =$	0.34 uzavřená	$\alpha =$	1.232	$\alpha =$	0.34 uzavřená
$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.438	$\psi =$	1.000	$\alpha_e =$	0.435
$I_{st} =$	328190033 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	3021 MPa	$I_{st} =$	316899531 mm ⁴	$\sigma_{cr,st} =$	3152 MPa
$I_p =$	352563 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	3021 MPa	$I_p =$	316800 mm ⁴	$\sigma_{cr,c} =$	3152 MPa
$\gamma =$	931	$\lambda_c =$	0.330	$\gamma =$	1000	$\lambda_c =$	0.330
$A_{st} =$	13551 mm ²	$\lambda_{p,red} =$	0.205	$A_{st} =$	13551 mm ²	$\lambda_{p,red} =$	0.205
$A_p =$	26736 mm ²	$\Phi_c =$	0.522	$A_p =$	24024 mm ²	$\Phi_c =$	0.522
$\delta =$	0.507	$\chi_c =$	0.998	$\delta =$	0.564	$\chi_c =$	0.998
$k_{\sigma,p} =$	506.412	Interakce stěnového a prutového chování		$k_{\sigma,p} =$	423.775	Interakce stěnového a prutového chování	
$\sigma_{cr,p} =$	2791 MPa	$\xi =$	0.000	$\sigma_{cr,p} =$	2893 MPa	$\xi =$	0.000
$\lambda_p =$	0.348	$\rho_c =$	0.998	$\lambda_p =$	0.344	$\rho_c =$	0.998
$\lambda_{p,red} =$	0.216			$\lambda_{p,red} =$	0.214		
$\rho =$	1.000			$\rho =$	1.000		

Tab. 21 Řez 5 - globální boulení pro Vn metodou redukovaných napětí

Globální boulení	
Řez 5 - kladný moment	
Horní pásnice vpravo	
Stěnové chování	Prutové chování
$\sigma_{\text{com.Ed}} =$	137 MPa
$A_{c,\text{eff.loc}} =$	35739 mm ²
$A_c =$	37047 mm ²
$\beta_{A,c} =$	0.965
$b =$	2300 mm
$t =$	12 mm
$a =$	2466 mm
$\sigma_E =$	5.172 MPa
$\alpha =$	1.072
$\psi =$	1.000
$I_{st} =$	327731984 mm ⁴
$I_p =$	363956 mm ⁴
$\gamma =$	900
$A_{st} =$	13551 mm ²
$A_p =$	27600 mm ²
$\delta =$	0.491
$k_{\sigma,p} =$	527.486
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	2728 MPa
$\lambda_p =$	0.354
$\lambda_{p,\text{red}} =$	0.220
$\rho =$	1.000
$A_{st,1,\text{eff}} =$	11909 mm ²
$A_{st,1} =$	12305 mm ²
$\beta_{A,c} =$	0.968
$\psi =$	1.000
$I_{st,1} =$	109228671 mm ⁴
$e =$	105 mm
$i =$	94 mm
$\alpha =$	0.34 uzavřená
$\alpha_e =$	0.440
$\sigma_{\text{cr,st}} =$	3025 MPa
$\sigma_{\text{cr,c}} =$	3025 MPa
$\lambda_c =$	0.337
$\lambda_{p,\text{red}} =$	0.209
$\Phi_c =$	0.524
$\chi_c =$	0.996
Interakce stěnového a prutového chování	
$\xi =$	0.000
$\rho_c =$	0.996

Tab. 22 Řez 5 - globální boulení pro Vn metodou redukovaných napětí

Globální boulení			
Řez 5 - kladný moment		Řez 5 - kladný moment	
Horní pásnice vlevo		Horní pásnice střed	
Stěnové chování	Prutové chování	Stěnové chování	Prutové chování
$A_{c,\text{eff.loc}} =$	35307 mm ²	$A_{c,\text{eff.loc}} =$	33111 mm ²
$A_c =$	37047 mm ²	$A_c =$	34299 mm ²
$\beta_{A,c} =$	0.953	$\beta_{A,c} =$	0.965
$b =$	2228 mm	$b =$	2002 mm
$t =$	12 mm	$t =$	12 mm
$a =$	2466 mm	$a =$	2466 mm
$\sigma_E =$	5.512 MPa	$\sigma_E =$	6.826 MPa
$\alpha =$	1.107	$\alpha =$	1.232
$\psi =$	1.000	$\psi =$	1.000
$I_{st} =$	328190033 mm ⁴	$I_{st} =$	316899531 mm ⁴
$I_p =$	352563 mm ⁴	$I_p =$	316800 mm ⁴
$\gamma =$	931	$\gamma =$	1000
$A_{st} =$	13551 mm ²	$A_{st} =$	13551 mm ²
$A_p =$	26736 mm ²	$A_p =$	24024 mm ²
$\delta =$	0.507	$\delta =$	0.564
$k_{\sigma,p} =$	506.412	$k_{\sigma,p} =$	423.775
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	2791 MPa	$\sigma_{\text{cr,p}} =$	2893 MPa
$\lambda_p =$	0.348	$\lambda_p =$	0.344
$\rho =$	1.000	$\rho =$	1.000
$A_{st,1,\text{eff}} =$	11447 mm ²	$A_{st,1,\text{eff}} =$	11015 mm ²
$A_{st,1} =$	12335 mm ²	$A_{st,1} =$	11411 mm ²
$\beta_{A,c} =$	0.928	$\beta_{A,c} =$	0.965
$\psi =$	1.000	$\psi =$	1.000
$I_{st,1} =$	109343351 mm ⁴	$I_{st,1} =$	105535378 mm ⁴
$e =$	103 mm	$e =$	101 mm
$i =$	94 mm	$i =$	96 mm
$\alpha =$	0.34 uzavřená	$\alpha =$	0.34 uzavřená
$\alpha_e =$	0.438	$\alpha_e =$	0.435
$\sigma_{\text{cr,st}} =$	3021 MPa	$\sigma_{\text{cr,st}} =$	3152 MPa
$\sigma_{\text{cr,c}} =$	3021 MPa	$\sigma_{\text{cr,c}} =$	3152 MPa
$\lambda_c =$	0.330	$\lambda_c =$	0.330
$\Phi_c =$	0.583	$\Phi_c =$	0.583
$\chi_c =$	0.940	$\chi_c =$	0.941
Interakce stěnového a prutového chování		Interakce stěnového a prutového chování	
$\xi =$	0.000	$\xi =$	0.000
$\rho_c =$	0.940	$\rho_c =$	0.941

Tab. 23 Řez 5 - globální boulení pro efektivní průřez

Globální boulení	
Řez 5 - kladný moment	
Horní pásnice vpravo	
Stěnové chování	Prutové chování
$A_{c,eff,loc} = 35739 \text{ mm}^2$	$A_{st,1,eff} = 11909 \text{ mm}^2$
$A_c = 37047 \text{ mm}^2$	$A_{st,1} = 12305 \text{ mm}^2$
$\beta_{A,c} = 0.965$	$\beta_{A,c} = 0.968$
$b = 2300 \text{ mm}$	$\psi = 1.000$
$t = 12 \text{ mm}$	$I_{st,1} = 109228671 \text{ mm}^4$
$a = 2466 \text{ mm}$	$e = 105 \text{ mm}$
$\sigma_E = 5.172 \text{ MPa}$	$i = 94 \text{ mm}$
$\alpha = 1.072$	$\alpha = 0.34$ uzavřená
$\psi = 1.000$	$\alpha_e = 0.440$
$I_{st} = 327731984 \text{ mm}^4$	$\sigma_{cr,st} = 3025 \text{ MPa}$
$I_p = 363956 \text{ mm}^4$	$\sigma_{cr,c} = 3025 \text{ MPa}$
$\gamma = 900$	$\lambda_c = 0.337$
$A_{st} = 13551 \text{ mm}^2$	$\Phi_c = 0.587$
$A_p = 27600 \text{ mm}^2$	$\chi_c = 0.937$
$\delta = 0.491$	Interakce stěnového a prutového chování
$k_{\sigma,p} = 527.486$	
$\sigma_{cr,p} = 2728 \text{ MPa}$	
$\lambda_p = 0.354$	
$\rho = 1.000$	$\xi = 0.000$
	$\rho_c = 0.937$

Tab. 24 Řez 5 - globální boulení pro efektivní průřez

6.1.3 Boulení ve smyku

Pro ověření únosnosti boulení ve smyku je zde uveden výpočet dle ČSN EN 1993-1-5, který zohledňuje součinitel boulení ve smyku χ_w . Součinitel redukuje smykovou únosnost materiálu. Do výpočtu vstupují hodnoty tloušťky materiálu, výška stěny a poloha výztuhy. V metodě redukovaných napětí součinitel redukuje mez kluzu materiálu.

Boulení stěny				
Řez 0	Řez 2	Řez 3	Řez 4	Řez 6
Stěna 12 mm	Stěna 12 mm	Stěna 25 mm	Stěna 12 mm	Stěna 12 mm
$\eta = 1.2$	$\eta = 1.2$	$\eta = 1.2$	$\eta = 1.2$	$\eta = 1.2$
$a = 1208 \text{ mm}$	$a = 1206 \text{ mm}$	$a = 1235 \text{ mm}$	$a = 1233 \text{ mm}$	$a = 1235 \text{ mm}$
$h_w = 1500 \text{ mm}$	$h_w = 1500 \text{ mm}$	$h_w = 1500 \text{ mm}$	$h_w = 1500 \text{ mm}$	$h_w = 1500 \text{ mm}$
$t = 14 \text{ mm}$	$t = 14 \text{ mm}$	$t = 25 \text{ mm}$	$t = 14 \text{ mm}$	$t = 14 \text{ mm}$
$k_{Tst} = 0$	$k_{Tst} = 0$	$k_{Tst} = 0$	$k_{Tst} = 0$	$k_{Tst} = 0$
$k_T = 12.23$	$k_T = 12.26$	$k_T = 11.88$	$k_T = 11.9$	$k_T = 11.88$
$\lambda_w = 1.007$	$\lambda_w = 1.006$	$\lambda_w = 0.572$	$\lambda_w = 1.021$	$\lambda_w = 1.022$
$\chi_w = 0.824$	$\chi_w = 0.825$	$\chi_w = 1.2$	$\chi_w = 0.813$	$\chi_w = 0.812$

Tab. 25 Výpočet boulení ve smyku

6.2 Smykové ochabnutí

Smykové ochabnutí je spočítáno podle ČSN EN 1993-1-5. Součinitel smykového ochabnutí je spočítán ve třech polohách – v polích pro kladné momenty a nad střední podporou. Pro ostatní posuzované řezy je součinitel smykového ochabnutí interpolován.

Kombinované účinky boulení pásnice a smykového ochabnutí jsou ve výpočtu zahrnuty použitím účinné plochy (od boulení) ve výpočtu smykového ochabnutí. Hodnota α_0 je nahrazena hodnotou α_0^* :

$$\alpha_0^* = \sqrt{\frac{A_{c,eff}}{b_0 t_f}} \quad (2)$$

Smykové ochabnutí je tedy spočítáno podle ČSN EN 1993-1-5 kap. 3.3 POZNÁMKA 2. Metoda je o něco konzervativnější než podle metody v poznámce 3.

Pro metodu efektivních šířek je smykové ochabnutí zohledněno redukcí tloušťky. Pro metodu redukovaných napětí je smykové ochabnutí zahrnuto v deskostěnovém modelu.

6.2.1 Výpočet smykového ochabnutí

Smykové ochabnutí			
Řez 1 - kladný moment			
Horní pásnice vlevo	Horní pásnice střed	Horní pásnice vpravo	Dolní pásnice
Ohybový moment kladný	Ohybový moment kladný	Ohybový moment kladný	Ohybový moment kladný
$b_0 = 2320$ mm	$b_0 = 1001$ mm	$b_0 = 1150$ mm	$b_0 = 1001$ mm
$t = 12$ mm	$t = 12$ mm	$t = 12$ mm	$t = 40$ mm
$L_e = 32810$ mm	$L_e = 32810$ mm	$L_e = 32810$ mm	$L_e = 32810$ mm
$A_{c,eff} = 38775$ mm ²	$A_{c,eff} = 18032$ mm ²	$A_{c,eff} = 19820$ mm ²	$A_{c,eff} = 42925$ mm ²
$\alpha_0^* = 1.180$	$\alpha_0^* = 1.225$	$\alpha_0^* = 1.198$	$\alpha_0^* = 1.035$
$\kappa = 0.083$	$\kappa = 0.037$	$\kappa = 0.042$	$\kappa = 0.032$
$\beta_1 = 0.957$	$\beta_1 = 0.991$	$\beta_1 = 0.989$	$\beta_1 = 0.994$
$\beta_2 = 0.674$	$\beta_2 = 0.860$	$\beta_2 = 0.835$	$\beta_2 = 0.897$
$\beta = 0.957$	$\beta = 0.991$	$\beta = 0.989$	$\beta = 0.994$

Tab. 26 Výpočet součinitele β_{ult} delší pole

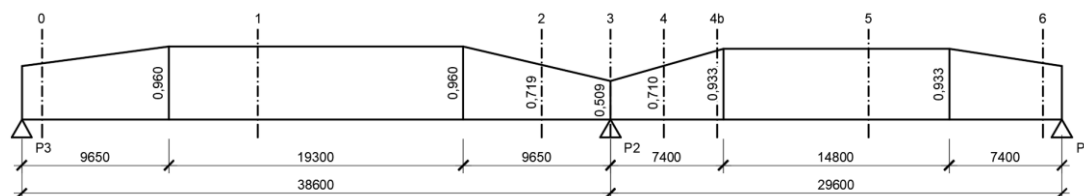
Smykové ochabnutí			
Řez 3 - záporný moment			
Horní pásnice vlevo	Horní pásnice střed	Horní pásnice vpravo	Dolní pásnice
Ohybový moment záporný	Ohybový moment záporný	Ohybový moment záporný	Ohybový moment záporný
$b_0 = 2320$ mm	$b_0 = 1001$ mm	$b_0 = 1150$ mm	$b_0 = 1001$ mm
$t = 16$ mm	$t = 16$ mm	$t = 16$ mm	$t = 40$ mm
$L_e = 17050$ mm	$L_e = 17050$ mm	$L_e = 17050$ mm	$L_e = 17050$ mm
$A_{c,eff} = 49199$ mm ²	$A_{c,eff} = 22792$ mm ²	$A_{c,eff} = 25176$ mm ²	$A_{c,eff} = 42925$ mm ²
$\alpha_0^* = 1.151$	$\alpha_0^* = 1.193$	$\alpha_0^* = 1.170$	$\alpha_0^* = 1.035$
$\kappa = 0.157$	$\kappa = 0.070$	$\kappa = 0.079$	$\kappa = 0.061$
$\beta_1 = 0.864$	$\beta_1 = 0.97$	$\beta_1 = 0.962$	$\beta_1 = 0.977$
$\beta_2 = 0.509$	$\beta_2 = 0.717$	$\beta_2 = 0.688$	$\beta_2 = 0.751$
$\beta = 0.509$	$\beta = 0.717$	$\beta = 0.688$	$\beta = 0.751$

Tab. 27 Výpočet součinitele β_{ult} střední podpora P2

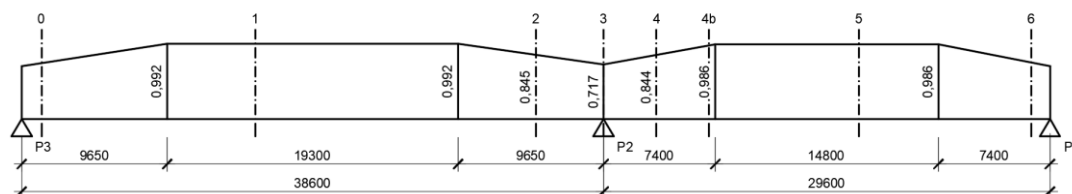
Smykové ochabnutí			
Řez 5 - kladný moment			
Horní pásnice vlevo	Horní pásnice střed	Horní pásnice vpravo	Dolní pásnice
Ohybový moment kladný	Ohybový moment kladný	Ohybový moment kladný	Ohybový moment kladný
$b_0 = 2320$ mm	$b_0 = 1001$ mm	$b_0 = 1150$ mm	$b_0 = 1001$ mm
$t = 12$ mm	$t = 12$ mm	$t = 12$ mm	$t = 20$ mm
$L_e = 25160$ mm	$L_e = 25160$ mm	$L_e = 25160$ mm	$L_e = 25160$ mm
$A_{c,eff} = 39099$ mm ²	$A_{c,eff} = 18194$ mm ²	$A_{c,eff} = 19982$ mm ²	$A_{c,eff} = 22905$ mm ²
$\alpha_0^* = 1.185$	$\alpha_0^* = 1.231$	$\alpha_0^* = 1.203$	$\alpha_0^* = 1.070$
$\kappa = 0.109$	$\kappa = 0.049$	$\kappa = 0.055$	$\kappa = 0.043$
$\beta_1 = 0.929$	$\beta_1 = 0.985$	$\beta_1 = 0.981$	$\beta_1 = 0.989$
$\beta_2 = 0.605$	$\beta_2 = 0.801$	$\beta_2 = 0.774$	$\beta_2 = 0.832$
$\beta = 0.929$	$\beta = 0.985$	$\beta = 0.981$	$\beta = 0.989$

Tab. 28 Výpočet součinitele β_{ult} kratší pole

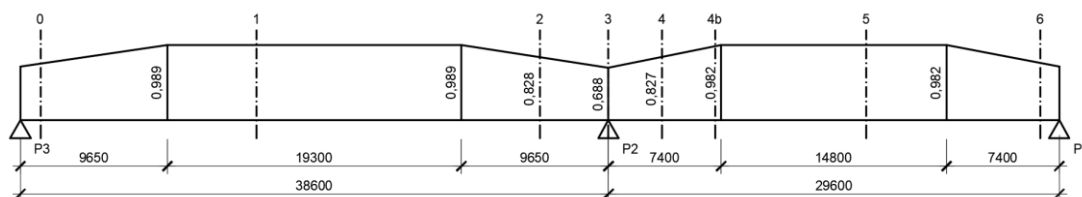
6.2.2 Průběh smykového ochabnutí po délce mostu



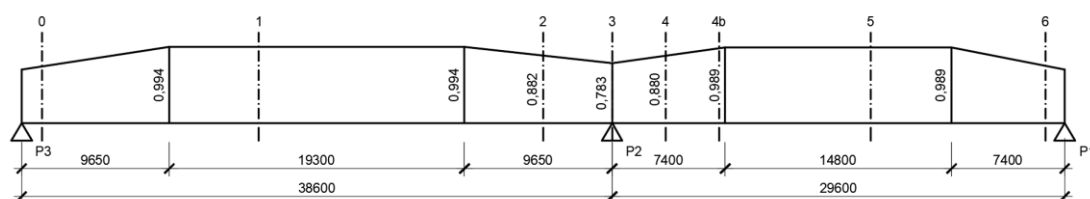
Obr. 87 Součinitel β_{ult} horní pásnice vlevo



Obr. 88 Součinitel β_{ult} horní pásnice střed



Obr. 89 Součinitel β_{ult} horní pásnice vpravo

Obr. 90 Součinitel β_{eff} dolní pásnice

6.3 Metoda efektivních šířek

Podle výše spočítaných součinitelů boulení a smykového ochabnutí jsou v programu AutoCAD nakresleny a vypočteny průřezové charakteristiky pro každý řešený řez. Průřezy byly redukovány následovně:

Lokální boulení – redukce šířky subpanelů

Globální boulení – redukce tloušťky panelů – od poloviny vzdálenosti mezi krajem a první výztuhou do poloviny vzdálenosti mezi poslední výztuhou a druhým krajem řešeného panelu

Smykové ochabnutí – redukce tloušťky celého panelu

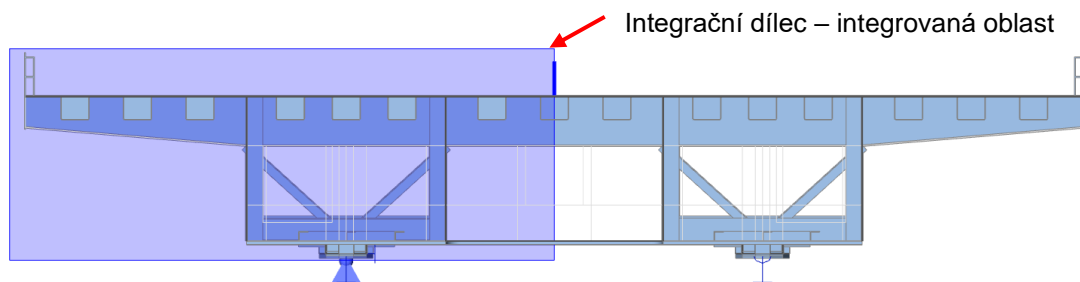
Metodou efektivních šířek je posouzena komora na globální účinky, příčníky a podélníky. Části konstrukce jako nadpodporové příčníky jsou posouzeny na zjištěnou zatížitelnost podle napětí na prostorovém modelu – viz kapitola Metoda redukováných napětí.

6.3.1 Zatížitelnost komory – globální účinek

Pro každý řez je spočítána zatížitelnost zvlášť. Do výpočtu se zohledňuje interakce momentu a posouvající síly a redukce smykové únosnosti od torzního momentu. Tyto veličiny se navzájem ovlivňují a proto je zatížitelnost určena iterativně.

Ve výpočtu se neuvažuje s působením normálové síly, protože její velikost je vůči momentům a posouvajícím silám zanedbatelná i přes posun neutrální osy z důvodu boulení průřezu.

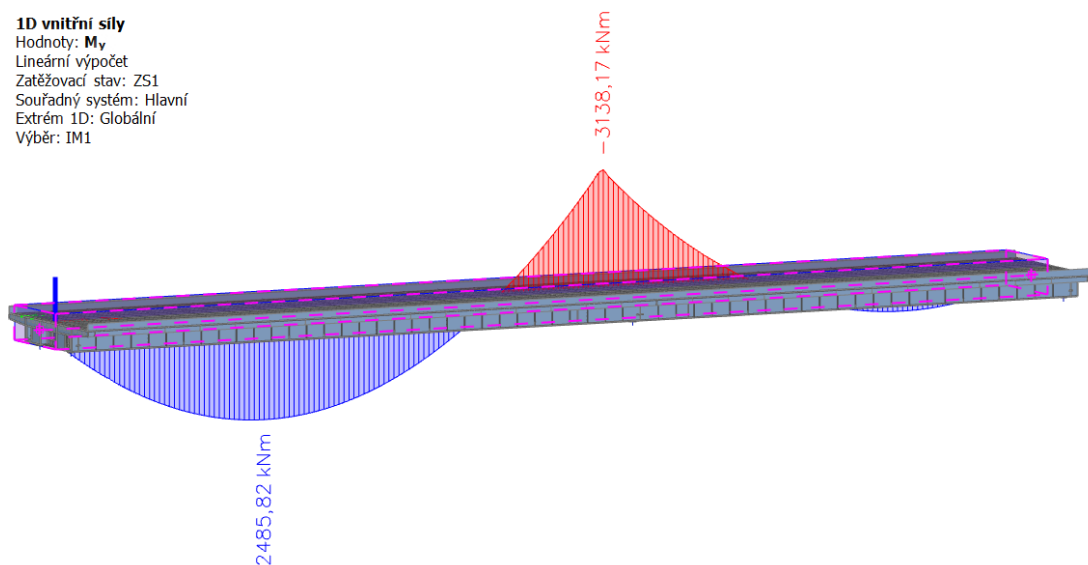
Pro získání vnitřních sil z deskostěnového modelu je použita nová funkcionální v programu SCIA Engineer 19.1 – integrační dílec. Integrační dílec (ID) slouží pro výpočet/zobrazení vnitřních sil na určené části modelu obsahující 1D i 2D dílce. ID umí integrovat vnitřní síly z vybraných dílců k dané ose (definovaná nebo težiště integrovaných dílců). Pro názornost níže zobrazené vybrané vnitřní síly.



Obr. 91 Integrační dílec, pohled z čela

1D vnitřní síly

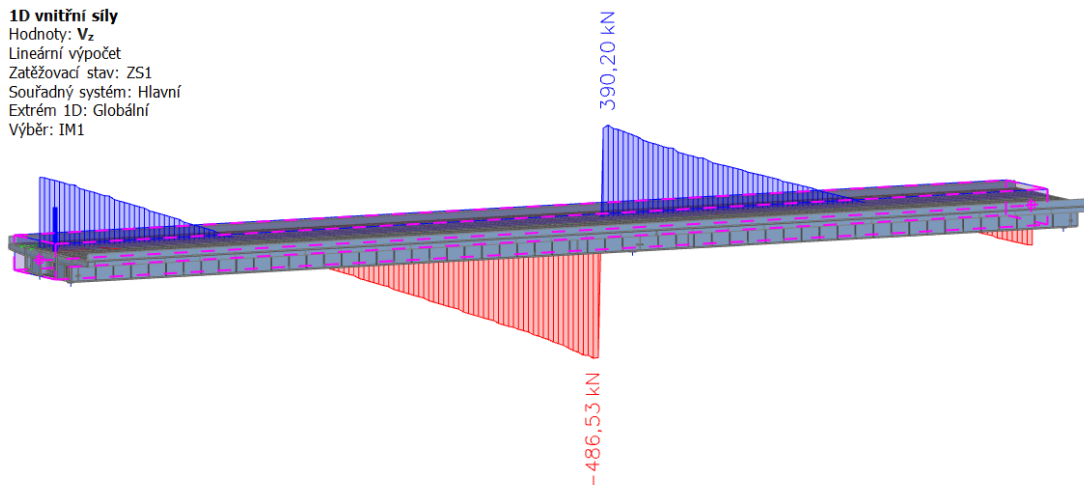
Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: IM1



Obr. 92 M_y od vlastní tíhy - levá polovina mostu

1D vnitřní síly

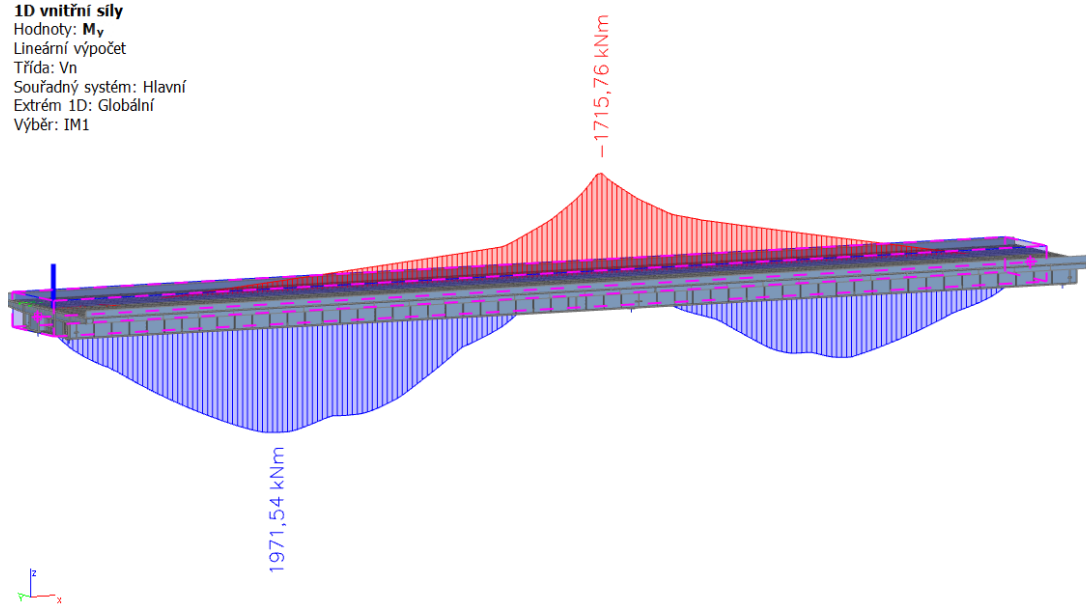
Hodnoty: V_z
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: IM1



Obr. 93 V_z od vlastní tíhy - levá polovina mostu

1D vnitřní síly

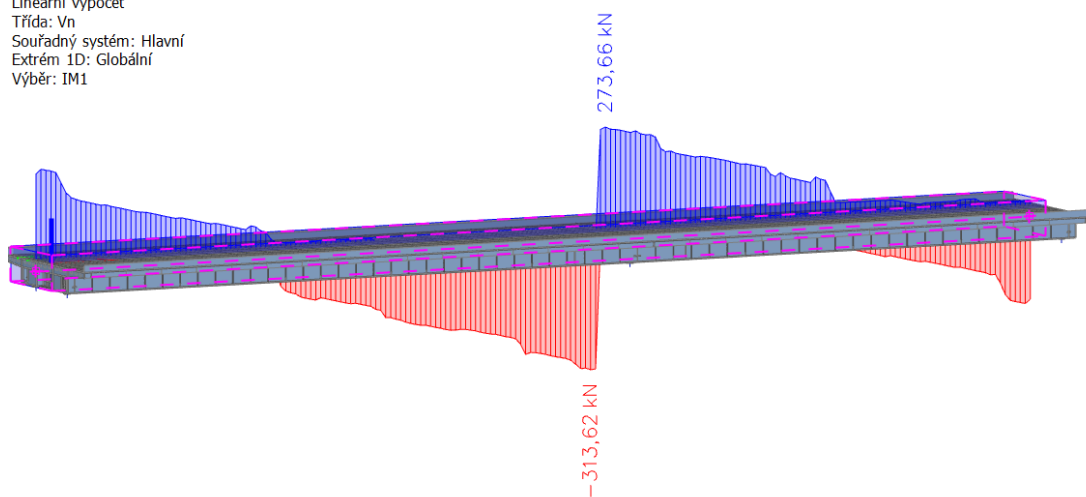
Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: IM1



Obr. 94 M_y od jednotkového zatížení Vn (obálka kombinace Vn) - levá polovina mostu

1D vnitřní síly

Hodnoty: V_z
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: IM1



Obr. 95 V_z od jednotkového zatížení Vn (obálka kombinace Vn) - levá polovina mostu

Momentová únosnost									
Řez	Efektivní průřez					Efektivní průřez bez stojin			
	$I_{y,eff}$	e_h	e_d	f_y	$M_{el,y,Rd}$	$I_{y,f,eff}$	e_h	e_d	$M_{f,Rd}$
	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[MPa]	[kNm]	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[kNm]
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	1.2E+11	-1169	833	355	35621	1.1E+11	-1159	842	33466
2	9.3E+10	-1120	876	355	29429	8.5E+10	-1107	889	27397
3L	9.2E+10	-1126	869	355	28937	7.7E+10	-1077	814	25289
3	9.2E+10	-1126	869	355	28937	7.7E+10	-1077	814	25289
3P	9.2E+10	-1126	869	355	28937	7.7E+10	-1077	814	25289
4	9.3E+10	-1120	876	355	29429	8.5E+10	-1107	889	27397
4b	6.2E+10	-857	1125	345	18938	5.2E+10	-790	1192	14970
5	8.3E+10	-999	983	345	28645	7.3E+10	-939	1042	24034
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 29 Přehled momentových únosností pro počítané řezy

Smyková únosnost					
Řez	χ_w	h_w	t_w	f_{yw}	$V_{bw,Rd}$
	[-]	[mm]	[mm]	[MPa]	[kN]
0	0.824	1500	14	355	3549
1	0.824	1500	14	355	3549
2	0.825	1500	14	355	3553
3L	1.200	1500	25	345	8963
3	1.200	1500	25	345	8963
3P	1.200	1500	25	345	8963
4	0.813	1500	14	355	3500
4b	0.813	1500	14	355	3500
5	0.812	1500	14	355	3497
6	0.812	1500	14	355	3497

Tab. 30 Přehled smykových únosností pro počítané řezy

6.3.1.1 Řez 0

Pro řez 0 u podpory P3 je zatížitelnost stanovena podle smykové únosnosti.

• Řez 0

Vn = 176 t	Vr = 405 t	Ve = 915 t
------------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	183.8	303.6	28.2			
ZS2	1.35	0.85	-	371.9	610.9	169.2			
T	1.50	-	0.60	12.8	44.6	258.7	12.8	44.6	258.7
Chod	1.35	1.00	0.75	49.6	80.0	73.2	48.5	80.9	78.2
Vn	1.35	1.30	0.75	142.9	244.5	-47.7	142.0	244.6	-47.5
Vr	1.35	1.40	0.75	335.0	647.7	203.8	334.9	649.4	203.8
Ve	1.35	1.05	0.75	225.1	372.8	-254.4	225.1	372.8	-254.4

○ průř. charakteristiky

$M_{el,y,Rd}$	=	-	kNm
$M_{f,Rd}$	=	-	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	3549	kN
t_w	=	14	mm
f_{yw}	=	355	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	3295	5604	256	3279	5605	246
	Vr	2735	5074	1744	2734	5085	1749
	Ve	2951	4901	1976	2951	4901	1976
6.10b	Vn	4027	6861	547	4005	6864	535
	Vr	3280	6155	2118	3278	6169	2125
	Ve	3569	5925	2841	3569	5925	2841

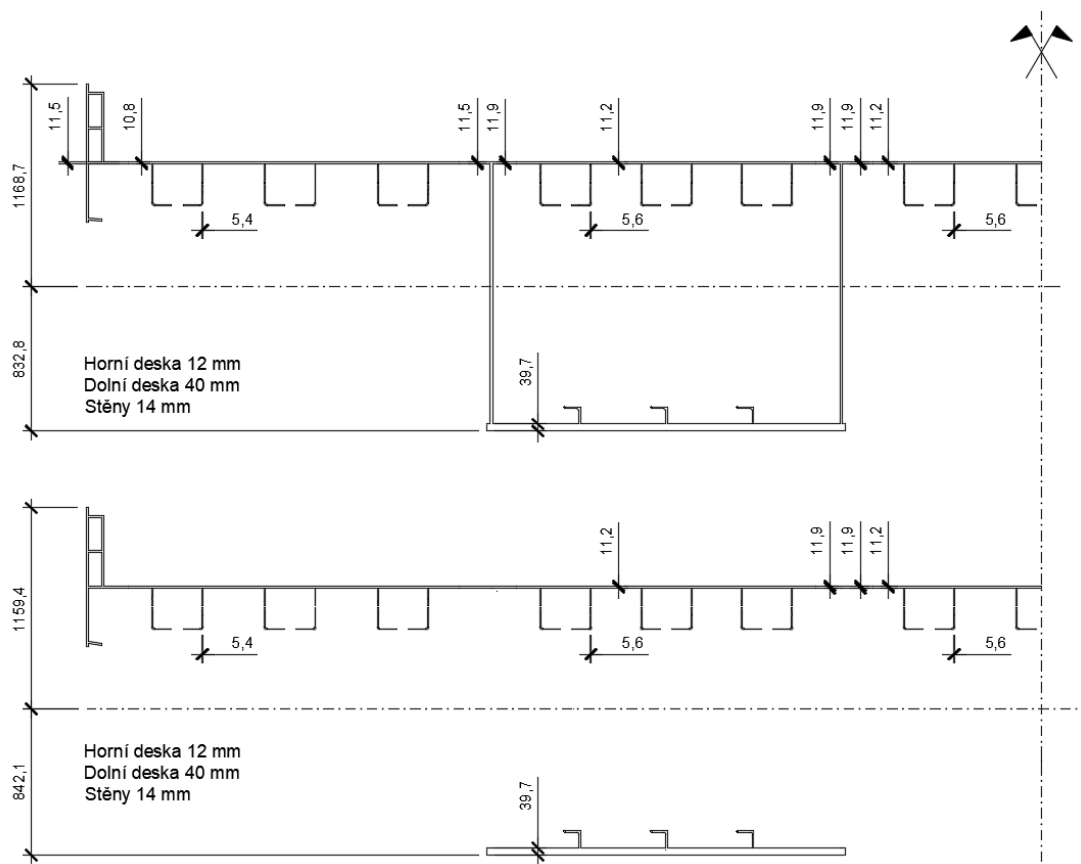
○ smyk (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$ [MPa]	$V_{bw,T,Rd}$ [kN]	$V_{Ed,1}$ [kN]	
6.10a	Vn	2.9	3499	> 2803	OK
	Vr	20.4	3195	> 2542	OK
	Ve	23.1	3149	> 2451	OK
6.10b	Vn	6.2	3441	> 3432	OK
	Vr	24.8	3119	> 3085	OK
	Ve	33.2	2974	> 2962	OK

6.3.1.2 Řez 1

Redukované tloušťky - globálním boulením a smykovým ochabnutím									
Řez 1 - kladný moment									
Oblast	Horní pásnice vlevo			Horní p. střed		Horní p. vpravo		Dolní pásnice	
Prvek	Líc. plech	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha
Tloušťka	12	12	6	12	6	12	6	40	10
β_{ult}	0.960	0.960	0.960	0.992	0.992	0.989	0.989	0.994	0.994
ρ_c	1	0.941	0.941	0.945	0.945	0.941	0.941	1	1
$t \beta_{ult}$	11.5	11.5	5.8	11.9	5.9	11.9	5.9	39.7	9.9
$t \beta_{ult} \rho_c$	11.5	10.8	5.4	11.2	5.6	11.2	5.6	39.7	9.9

Tab. 31 Redukce tlouštěk průřezu 1



Obr. 96 Řez 1 - nahore efektivní průřez, dole efektivní průřez bez stojin

• Řez 1

Vn = 98 t	Vr = 320 t	Ve = 585 t
-----------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	2468.1	-28.9	8.0			
ZS2	1.35	0.85	-	4825.8	-77.1	35.1			
T	1.50	-	0.60	730.6	44.1	-12.1	-730.6	-44.1	12.1
Chod	1.35	1.00	0.75	702.8	-1.6	6.7	292.6	-16.1	9.8
Vn	1.35	1.30	0.75	1975.3	-17.6	16.8	1570.0	-77.9	44.2
Vr	1.35	1.40	0.75	4220.4	-110.5	69.4	1408.8	-153.5	-33.5
Ve	1.35	1.05	0.75	3176.6	-38.4	13.6	1825.3	-129.3	105.4

○ průř. charakteristiky

$M_{eI,y,Rd}$	=	35621	kNm
$M_{f,Rd}$	=	33466	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	3549	kN
t_w	=	14	mm
f_{yw}	=	355	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	30326	276	217	24674	952	507
	Vr	30360	606	369	15876	895	73
	Ve	30260	342	132	20541	987	724
6.10b	Vn	35457	311	264	28359	1187	644
	Vr	35501	752	468	16627	1111	129
	Ve	35368	400	151	22848	1234	934

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{eI,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]
6.10a	Vn	5.9	3446 >	476 OK	Vn	35621 >	30326 OK
	Vr	0.9	3534 >	448 OK	Vr	35621 >	30360 OK
	Ve	8.5	3402 >	494 OK	Ve	35621 >	30260 OK
6.10b	Vn	7.5	3418 >	594 OK	Vn	35621 >	35457 OK
	Vr	1.5	3523 >	556 OK	Vr	35621 >	35501 OK
	Ve	10.9	3360 >	617 OK	Ve	35621 >	35368 OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{eI,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.04 <	0.85 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.09 <	0.85 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.05 <	0.85 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.04 <	1.00 >	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.11 <	1.00 >	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.06 <	0.99 >	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

○ interakce V a M (pro V_{max})

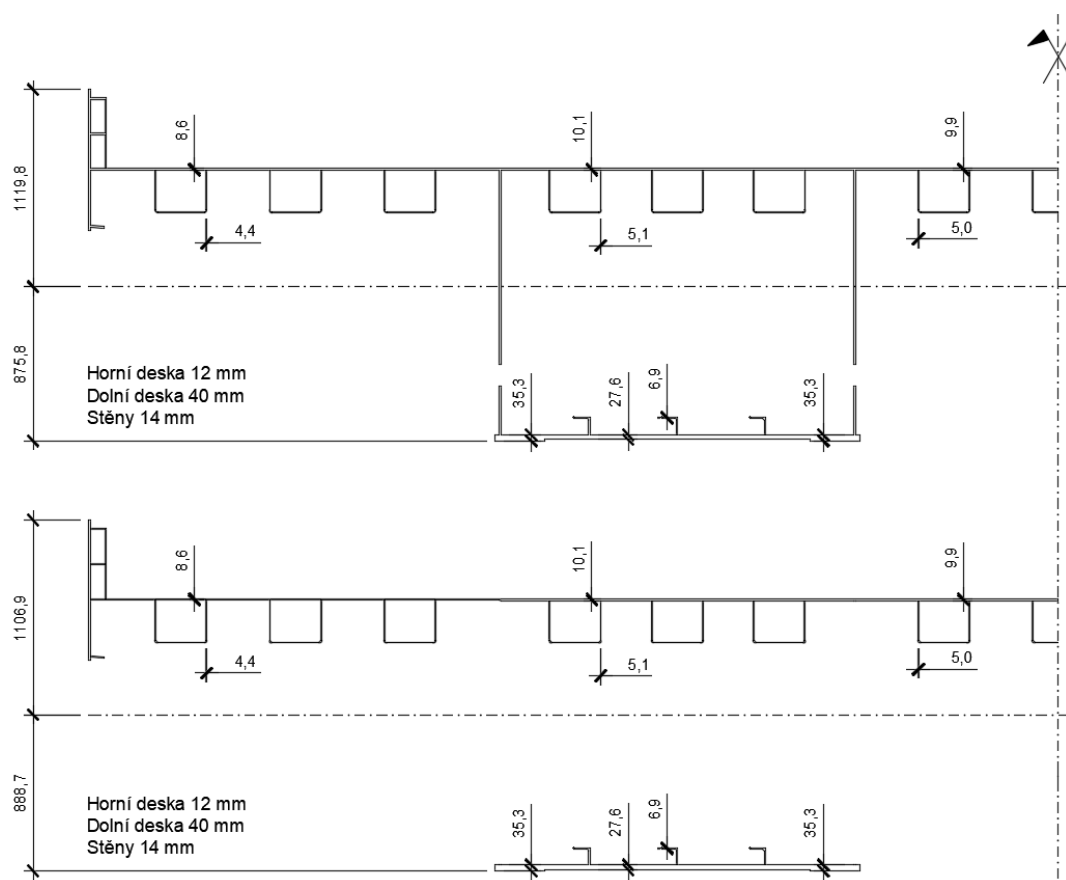
Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{eI,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.14 <	0.69 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.13 <	0.45 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.15 <	0.58 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.17 <	0.80 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.16 <	0.47 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.18 <	0.64 <	0.94	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

6.3.1.3 Řez 2

Stejný průřez použit i pro řez 4.

Redukované tloušťky - globálním boulením a smykovým ochabnutím									
Řez 2 - záporný moment									
Oblast	Horní pásnice vlevo			Horní p. střed		Horní p. vpravo		Dolní pásnice	
Prvek	Líc. plech	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha
Tloušťka	12	12	6	12	6	12	6	40	10
β_{ult}	0.719	0.719	0.719	0.845	0.845	0.828	0.828	0.882	0.882
ρ_c	1	1	1	1	1	1	1	0.783	0.783
$t \beta_{ult}$	8.6	8.6	4.3	10.1	5.1	9.9	5.0	35.3	8.8
$t \beta_{ult} \rho_c$	8.6	8.6	4.3	10.1	5.1	9.9	5.0	27.6	6.9

Tab. 32 Redukce tlouštěk průřezu 2 a 4



Obr. 97 Řez 2 - nahoře efektivní průřez, dole efektivní průřez bez stojin

• Řez 2

Vn = 151 t	Vr = 370 t	Ve = 790 t
------------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	-1150.8	-390.3	-26.0			
ZS2	1.35	0.85	-	-2659.5	-792.7	-168.8			
T	1.50	-	0.60	-1492.5	-47.9	98.7	-1492.5	-47.9	98.7
Chod	1.35	1.00	0.75	-380.8	-55.9	-114.2	-245.1	-99.9	-54.5
Vn	1.35	1.30	0.75	-913.4	-118.7	-7.9	-432.9	-265.9	41.3
Vr	1.35	1.40	0.75	-1626.6	-87.6	74.8	382.9	-650.4	-282.0
Ve	1.35	1.05	0.75	-1256.9	-38.4	-22.7	109.2	-395.1	280.0

○ průř. charakteristiky

$M_{e1,y,Rd}$	=	29429	kNm
$M_{f,Rd}$	=	27397	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	3553	kN
t_w	=	14	mm
f_{yw}	=	355	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	20458	3463	407	13174	5696	385
	Vr	15404	2156	102	4727	5152	1708
	Ve	17044	1963	365	5570	4959	2177
6.10b	Vn	24343	3831	445	14631	6808	611
	Vr	17604	2088	234	3369	6084	2180
	Ve	19791	1831	389	4493	5825	3000

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{e1,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]
6.10a	Vn	4.5	3475 >	2848 OK	Vn	29429 >	20458 OK
	Vr	20.0	3207 >	2576 OK	Vr	29429 >	15404 OK
	Ve	25.4	3112 >	2479 OK	Ve	29429 >	17044 OK
6.10b	Vn	7.1	3429 >	3404 OK	Vn	29429 >	24343 OK
	Vr	25.5	3111 >	3042 OK	Vr	29429 >	17604 OK
	Ve	35.1	2945 >	2913 OK	Ve	29429 >	19791 OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.50 <	0.70 <	0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.31 <	0.52 <	0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.28 <	0.58 <	0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.55 >	0.83 <	0.93	interakce →	0.83 < 1.0 OK
	Vr	0.30 <	0.60 <	0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.26 <	0.67 <	0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

○ interakce V a M (pro V_{max})

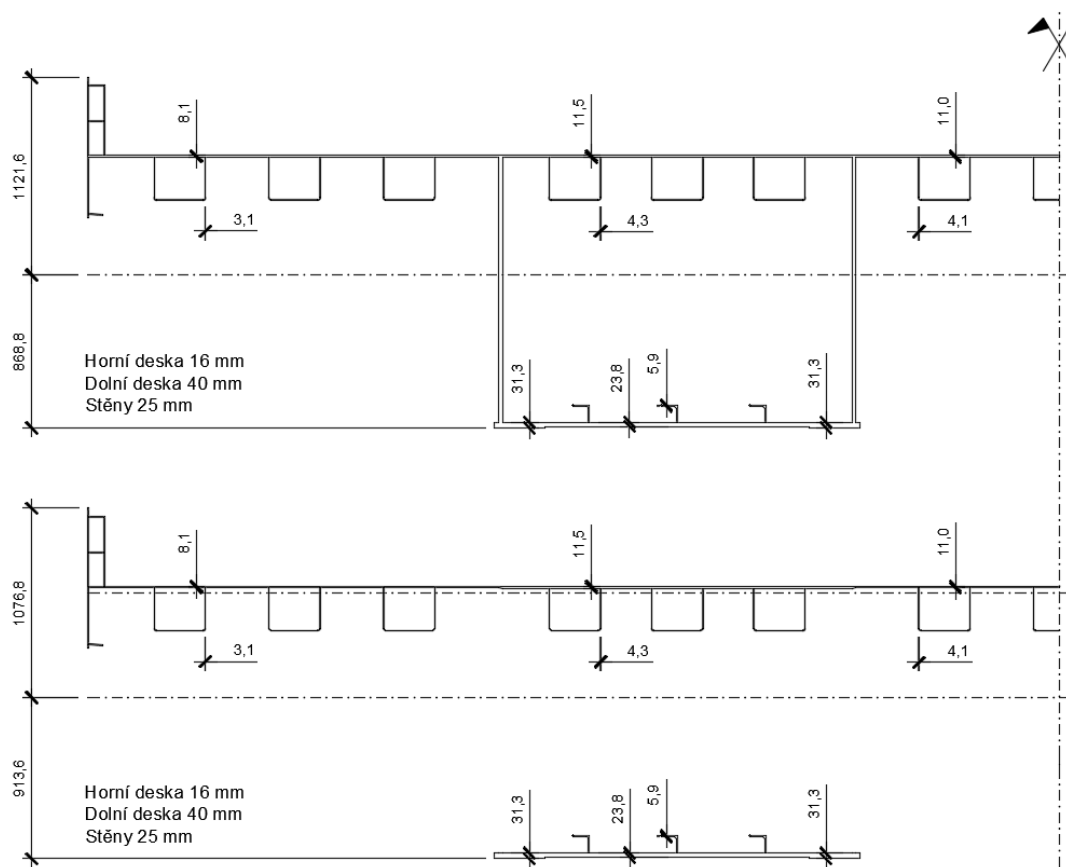
Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.82 >	0.45 <	0.93	interakce →	0.48 < 1.0 OK
	Vr	0.80 >	0.16 <	0.93	interakce →	0.19 < 1.0 OK
	Ve	0.80 >	0.19 <	0.93	interakce →	0.21 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.99 >	0.50 <	0.93	interakce →	0.56 < 1.0 OK
	Vr	0.98 >	0.11 <	0.93	interakce →	0.18 < 1.0 OK
	Ve	0.99 >	0.15 <	0.93	interakce →	0.22 < 1.0 OK

6.3.1.4 Řez 3

Pro průřez 3 je zatížitelnost spočítána navíc pro řezy ve vzdálenosti $hw/2$ od podpory na obě strany (3L – směrem do většího pole, 3P – směrem do kratšího pole)

Redukované tloušťky - globálním boulením a smykovým ochabnutím									
Řez 3 - záporný moment									
Oblast	Horní pásnice vlevo			Horní p. střed		Horní p. vpravo		Dolní pásnice	
Prvek	Líc. plech	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha
Tloušťka	12	16	6	16	6	16	6	40	10
β_{ult}	0.509	0.509	0.509	0.717	0.717	0.688	0.688	0.783	0.783
ρ_c	1	1	1	1	1	1	1	0.758	0.758
$t \beta_{ult}$	6.1	8.1	3.1	11.5	4.3	11.0	4.1	31.3	7.8
$t \beta_{ult} \rho_c$	6.1	8.1	3.1	11.5	4.3	11.0	4.1	23.8	5.9

Tab. 33 Redukce tlouštěk průřezu 3



Obr. 98 Řez 3 - nahoře efektivní průřez, dole efektivní průřez bez stojin

• Řez 3L

Vn = 79 t	Vr = 370 t	Ve = 745 t
-----------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	-2816.0	-480.1	-34.3			
ZS2	1.35	0.85	-	-5990.2	-944.3	-172.1			
T	1.50	-	0.60	-1657.9	-43.9	185.8	-1657.9	-43.9	185.8
Chod	1.35	1.00	0.75	-726.4	-114.9	-74.0	-662.6	-120.2	-56.5
Vn	1.35	1.30	0.75	-1566.6	-266.6	8.9	-1225.4	-310.7	60.1
Vr	1.35	1.40	0.75	-2310.1	-456.1	-365.6	-1111.2	-777.8	-115.2
Ve	1.35	1.05	0.75	-1635.3	-329.9	162.7	-968.5	-441.1	316.1

○ průř. charakteristiky

$M_{e1,y,Rd}$	=	28937	kNm
$M_{f,Rd}$	=	25289	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	8963	kN
t_w	=	25	mm
f_{yw}	=	345	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	26385	4167	117	23648	4518	302
	Vr	26232	4471	2104	19879	6164	773
	Ve	26332	4575	1177	21051	5456	2392
6.10b	Vn	28937	4613	76	25288	5081	482
	Vr	28732	5019	2726	20263	7276	952
	Ve	28866	5158	1649	21824	6332	3269

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{e1,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]
6.10a	Vn	2.0	8874 >	2259 OK	Vn	28937 >	26385 OK
	Vr	5.1	8736 >	3082 OK	Vr	28937 >	26232 OK
	Ve	15.7	8259 >	2728 OK	Ve	28937 >	26332 OK
6.10b	Vn	3.2	8822 >	2541 OK	Vn	28937 >	28937 OK
	Vr	6.2	8683 >	3638 OK	Vr	28937 >	28732 OK
	Ve	21.4	8001 >	3166 OK	Ve	28937 >	28866 OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.23 <	0.91 >	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.27 <	0.91 >	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.27 <	0.91 >	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.26 <	1.00 >	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.31 <	0.99 >	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.30 <	1.00 >	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

○ interakce V a M (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.25 <	0.82 <	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.35 <	0.69 <	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.33 <	0.73 <	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.29 <	0.87 <	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.42 <	0.70 <	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.40 <	0.75 <	0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

• Řez 3

Vn = 67 t	Vr = 340 t	Ve = 610 t
-----------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	-3126.2	381.5	23.1			
ZS2	1.35	0.85	-	-6593.2	804.7	87.1			
T	1.50	-	0.60	-1681.8	54.0	-150.2	-1681.8	54.0	-150.2
Chod	1.35	1.00	0.75	-795.1	95.5	36.6	-667.5	100.6	33.3
Vn	1.35	1.30	0.75	-1709.7	177.5	-3.3	-1473.2	269.3	-31.0
Vr	1.35	1.40	0.75	-2364.6	93.5	-71.4	-1959.0	639.8	234.7
Ve	1.35	1.05	0.75	-1865.2	51.5	74.0	-1311.5	370.2	-218.7

○ průř. charakteristiky

$M_{e1,y,Rd}$	=	28937	kNm
$M_{f,Rd}$	=	25289	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	8963	kN
t_w	=	25	mm
f_{yw}	=	345	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	26804	2926	28	25103	3542	159
	Vr	26836	2197	294	24752	4835	1178
	Ve	26731	1984	493	23140	4050	1405
6.10b	Vn	28892	3111	11	26625	3932	238
	Vr	28935	2140	418	26156	5657	1544
	Ve	28795	1855	631	24007	4610	1900

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{e1,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$	
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
6.10a	Vn	1.0	8917	> 1771	OK	28937	> 26804	OK
	Vr	7.7	8616	> 2418	OK	28937	> 26836	OK
	Ve	9.2	8550	> 2025	OK	28937	> 26731	OK
6.10b	Vn	1.6	8893	> 1966	OK	28937	> 28892	OK
	Vr	10.1	8509	> 2828	OK	28937	> 28935	OK
	Ve	12.4	8404	> 2305	OK	28937	> 28795	OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka	
		[-]	[-]				
6.10a	Vn	0.16	< 0.5	0.93	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.12	< 0.5	0.93	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.11	< 0.5	0.92	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.17	< 0.5	1.00	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.12	< 0.5	1.00	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.11	< 0.5	1.00	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

○ interakce V a M (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka	
		[-]	[-]				
6.10a	Vn	0.20	< 0.5	0.87	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.28	< 0.5	0.86	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.24	< 0.5	0.80	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.22	< 0.5	0.92	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.33	< 0.5	0.90	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.27	< 0.5	0.83	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

• Řez 3P

Vn = 77 t	Vr = 375 t	Ve = 665 t
-----------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	-2874.5	378.4	41.5			
ZS2	1.35	0.85	-	-6060.7	806.2	156.5			
T	1.50	-	0.60	-1646.7	57.0	-162.2	-1646.7	57.0	-162.2
Chod	1.35	1.00	0.75	-735.6	99.1	66.2	-599.1	103.5	45.7
Vn	1.35	1.30	0.75	-1591.2	180.4	-11.1	-1314.1	268.6	-35.7
Vr	1.35	1.40	0.75	-2275.2	116.1	-71.1	-1599.9	634.0	223.6
Ve	1.35	1.05	0.75	-1819.0	61.4	57.4	-1080.1	368.4	-241.4

○ průř. charakteristiky

$M_{e1,y,Rd}$	=	28937	kNm
$M_{f,Rd}$	=	25289	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	8963	kN
t_w	=	25	mm
f_{yw}	=	345	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	26437	3128	104	24183	3805	105
	Vr	26383	2368	190	22656	5125	1356
	Ve	26405	2084	527	21180	4255	1585
6.10b	Vn	28925	3380	58	25920	4284	220
	Vr	28854	2367	333	23883	6044	1727
	Ve	28882	1989	623	21916	4883	2194

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{e1,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$	
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
6.10a	Vn	0.7	8933	> 1903	OK	28937	> 26437	OK
	Vr	8.9	8564	> 2563	OK	28937	> 26383	OK
	Ve	10.4	8497	> 2127	OK	28937	> 26405	OK
6.10b	Vn	1.4	8898	> 2142	OK	28937	> 28925	OK
	Vr	11.3	8455	> 3022	OK	28937	> 28854	OK
	Ve	14.4	8317	> 2441	OK	28937	> 28882	OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka		
		[-]	[-]					
6.10a	Vn	0.18	< 0.5	0.91	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Vr	0.13	< 0.5	0.91	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Ve	0.12	< 0.5	0.91	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
6.10b	Vn	0.19	< 0.5	1.00	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Vr	0.13	< 0.5	1.00	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Ve	0.11	< 0.5	1.00	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK

○ interakce V a M (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka		
		[-]	[-]					
6.10a	Vn	0.21	< 0.5	0.84	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Vr	0.30	< 0.5	0.78	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Ve	0.25	< 0.5	0.73	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
6.10b	Vn	0.24	< 0.5	0.90	> 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Vr	0.36	< 0.5	0.83	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK
	Ve	0.29	< 0.5	0.76	< 0.87	interakce není potřeba	0.00 < 1.0	OK

6.3.1.5 Řez 4

• Řez 4

Vn = 131 t	Vr = 405 t	Ve = 835 t
------------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	-1898.9	311.9	28.2			
ZS2	1.35	0.85	-	-3935.3	698.2	141.5			
T	1.50	-	0.60	-1482.4	58.5	-110.9	-1482.4	58.5	-110.9
Chod	1.35	1.00	0.75	-527.5	65.4	95.8	-347.0	86.5	50.3
Vn	1.35	1.30	0.75	-1185.3	117.8	6.4	-617.1	249.2	-53.3
Vr	1.35	1.40	0.75	-1973.3	107.2	-67.1	136.1	645.4	203.0
Ve	1.35	1.05	0.75	-1642.3	63.4	23.2	-37.2	373.2	-284.2

○ průř. charakteristiky

$M_{eI,y,Rd}$	=	29429	kNm
$M_{f,Rd}$	=	27397	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	3500	kN
t_w	=	14	mm
f_{yw}	=	355	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	25112	3010	309	17562	4735	511
	Vr	21073	2098	159	8781	5209	1346
	Ve	23789	1979	335	9540	4729	2393
6.10b	Vn	29232	3337	335	19164	5637	759
	Vr	23845	2121	289	7456	6268	1717
	Ve	27467	1963	369	8469	5629	3269

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{eI,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$	
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
6.10a	Vn	6.0	3398	> 2368	OK	29429	> 25112	OK
	Vr	15.7	3232	> 2604	OK	29429	> 21073	OK
	Ve	28.0	3023	> 2365	OK	29429	> 23789	OK
6.10b	Vn	8.9	3349	> 2818	OK	29429	> 29232	OK
	Vr	20.1	3158	> 3134	OK	29429	> 23845	OK
	Ve	38.2	2848	> 2814	OK	29429	> 27467	OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{eI,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka	
		[-]	[-]				
6.10a	Vn	0.44	< 0.5	0.85	< 0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.30	< 0.5	0.72	< 0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.29	< 0.5	0.81	< 0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.49	< 0.5	0.99	> 0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.31	< 0.5	0.81	< 0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.29	< 0.5	0.93	> 0.93	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

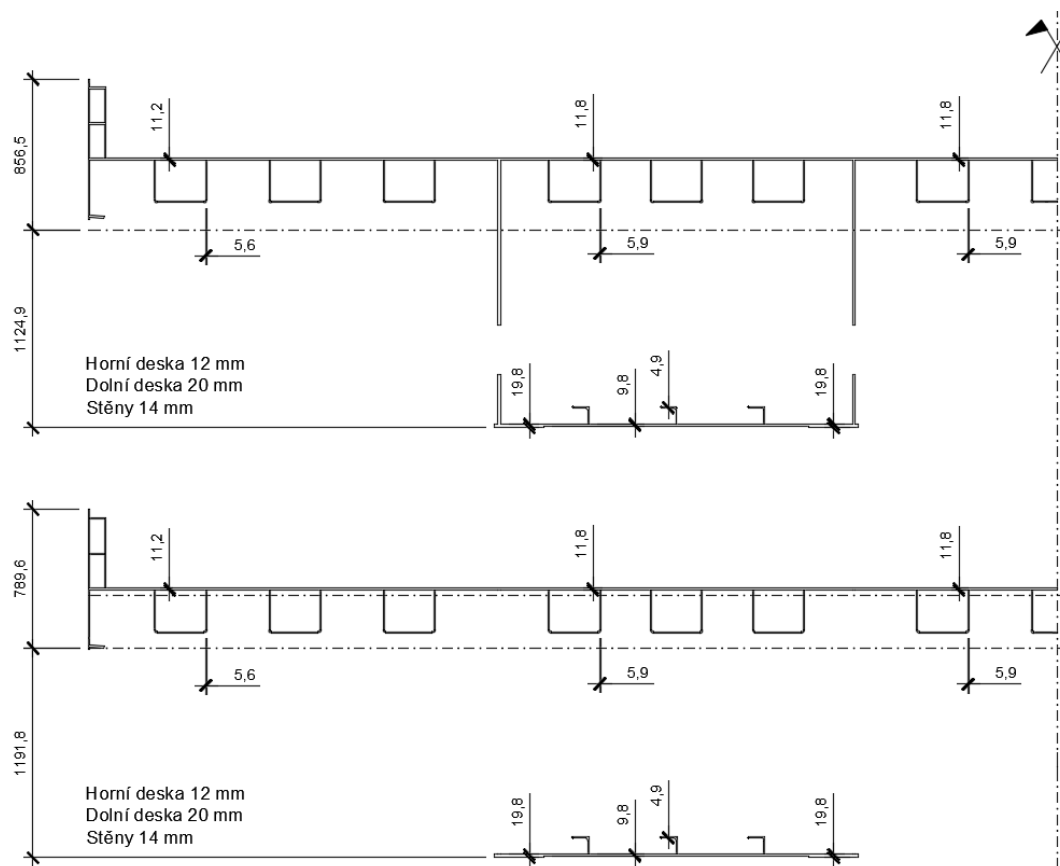
○ interakce V a M (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{eI,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka	
		[-]	[-]				
6.10a	Vn	0.70	> 0.5	0.60	< 0.93	interakce →	0.61 < 1.0 OK
	Vr	0.81	> 0.5	0.30	< 0.93	interakce →	0.32 < 1.0 OK
	Ve	0.78	> 0.5	0.32	< 0.93	interakce →	0.35 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.84	> 0.5	0.65	< 0.93	interakce →	0.68 < 1.0 OK
	Vr	0.99	> 0.5	0.25	< 0.93	interakce →	0.32 < 1.0 OK
	Ve	0.99	> 0.5	0.29	< 0.93	interakce →	0.35 < 1.0 OK

6.3.1.6 Řez 4b

Redukované tloušťky - globálním boulením a smykovým ochabnutím									
Řez 4b - záporný moment									
Oblast	Horní pásnice vlevo			Horní p. střed		Horní p. vpravo		Dolní pásnice	
Prvek	Líc. plech	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha
Tloušťka	12	12	6	12	6	12	6	20	10
β_{ult}	0.933	0.933	0.933	0.986	0.986	0.982	0.982	0.989	0.989
ρ_c	1	1	1	1	1	1	1	0.495	0.495
$t \beta_{ult}$	11.2	11.2	5.6	11.8	5.9	11.8	5.9	19.8	9.9
$t \beta_{ult} \rho_c$	11.2	11.2	5.6	11.8	5.9	11.8	5.9	9.8	4.9

Tab. 34 Redukce tlouštěk průřezu 4b



Obr. 99 Řez 4b - nahoře efektivní průřez, dole efektivní průřez bez stojin

• **Řez 4b**

Vn = 119 t	Vr = 465 t	Ve = 735 t
------------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	-902.7	238.9	10.1			
ZS2	1.35	0.85	-	-1682.6	543.0	84.4			
T	1.50	-	0.60	-1278.3	58.6	-53.3	-1278.3	58.6	-53.3
Chod	1.35	1.00	0.75	-384.3	27.9	26.0	-238.5	67.8	48.2
Vn	1.35	1.30	0.75	-909.4	44.0	-3.0	-206.5	187.2	-30.0
Vr	1.35	1.40	0.75	-1618.0	98.1	-53.7	924.2	475.1	279.8
Ve	1.35	1.05	0.75	-1414.9	64.6	8.7	888.3	301.0	-235.7

○ průř. charakteristiky

$M_{eI,y,Rd}$ =	18938	kNm
$M_{f,Rd}$ =	14970	kNm
$V_{bw,Rd}$ =	3500	kN
t_w =	14	mm
f_{yw} =	355	MPa
Ak =	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	15743	1655	71	7315	3382	225
	Vr	15694	1783	248	1210	4308	1973
	Ve	15696	1613	148	2300	3460	1762
6.10b	Vn	18920	1679	49	7683	3982	346
	Vr	18855	1850	377	3683	5217	2585
	Ve	18858	1623	151	5138	4086	2395

○ smyk (pro V_{max})

○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{eI,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]
6.10a	Vn	2.6	3456 >	1691 OK	Vn	18938 >	15743 OK
	Vr	23.1	3107 >	2154 OK	Vr	18938 >	15694 OK
	Ve	20.6	3149 >	1730 OK	Ve	18938 >	15696 OK
6.10b	Vn	4.0	3431 >	1991 OK	Vn	18938 >	18920 OK
	Vr	30.2	2985 >	2608 OK	Vr	18938 >	18855 OK
	Ve	28.0	3022 >	2043 OK	Ve	18938 >	18858 OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{eI,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.24 <	0.83 >	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.26 <	0.83 >	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.23 <	0.83 >	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.24 <	1.00 >	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.27 <	1.00 >	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Ve	0.23 <	1.00 >	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK

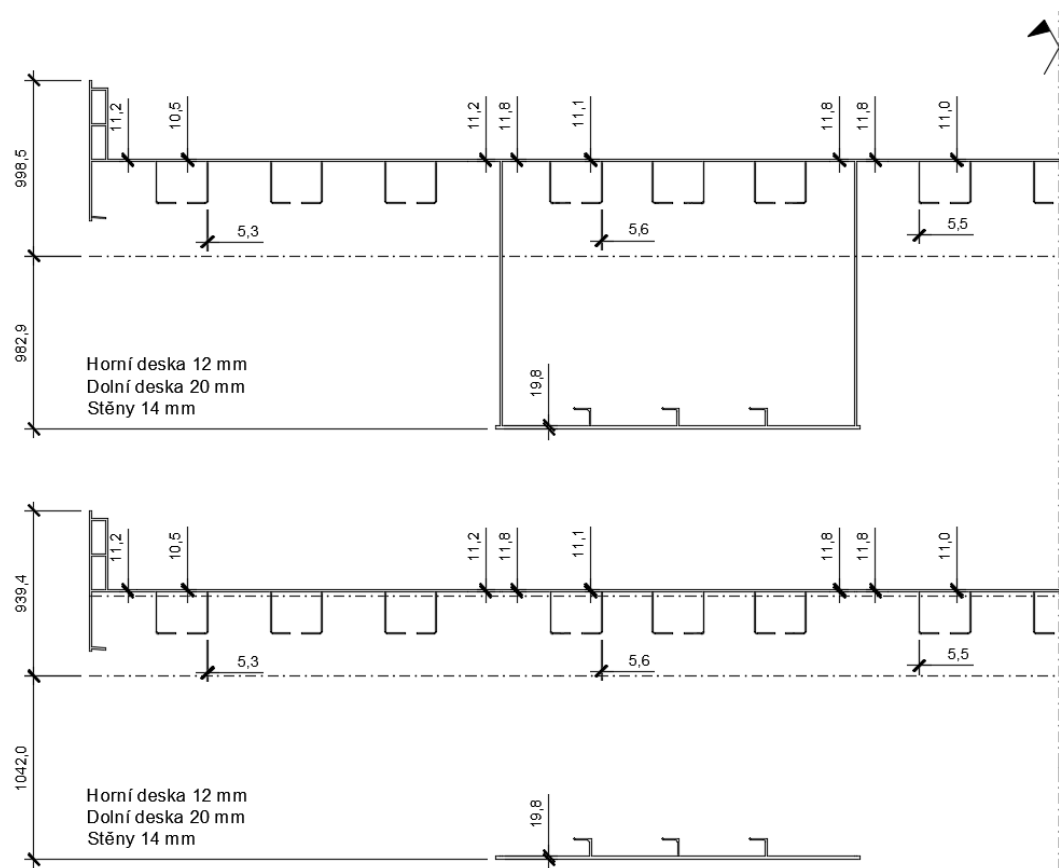
○ interakce V a M (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{eI,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka
		[-]	[-]			
6.10a	Vn	0.49 <	0.39 <	0.79	interakce není potřeba	0.00 < 1.0 OK
	Vr	0.69 >	0.06 <	0.79	interakce →	0.10 < 1.0 OK
	Ve	0.55 >	0.12 <	0.79	interakce →	0.12 < 1.0 OK
6.10b	Vn	0.58 >	0.41 <	0.79	interakce →	0.41 < 1.0 OK
	Vr	0.87 >	0.19 <	0.79	interakce →	0.31 < 1.0 OK
	Ve	0.68 >	0.27 <	0.79	interakce →	0.30 < 1.0 OK

6.3.1.7 Řez 5

Redukované tloušťky - globálním boulením a smykovým ochabnutím									
Řez 5 - kladný moment									
Oblast	Horní pásnice vlevo			Horní p. střed		Horní p. vpravo		Dolní pásnice	
Prvek	Líc. plech	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha	Deska	Výztuha
Tloušťka	12	12	6	12	6	12	6	20	10
β_{ult}	0.933	0.933	0.933	0.986	0.986	0.982	0.982	0.989	0.989
ρ_c	1	0.940	0.940	0.941	0.941	0.937	0.937	1	1
$t \beta_{ult}$	11.2	11.2	5.6	11.8	5.9	11.8	5.9	19.8	9.9
$t \beta_{ult} \rho_c$	11.2	10.5	5.3	11.1	5.6	11.0	5.5	19.8	9.9

Tab. 35 Redukce tlouštěk průřezu 5



Obr. 100 Řez 5 - nahoře efektivní průřez, dole efektivní průřez bez stojin

• Řez 5

Vn = 145 t	Vr = 410 t	Ve = 800 t
------------	------------	------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	588.0	65.4	-15.3			
ZS2	1.35	0.85	-	1674.0	130.8	-30.9			
T	1.50	-	0.60	712.7	-57.3	-17.9	-712.7	57.3	17.9
Chod	1.35	1.00	0.75	409.4	-0.6	0.5	-106.9	31.7	21.9
Vn	1.35	1.30	0.75	1304.0	-20.1	21.6	-35.9	58.3	-4.8
Vr	1.35	1.40	0.75	3183.1	-32.7	16.2	1578.5	199.5	46.6
Ve	1.35	1.05	0.75	2233.4	-10.7	15.4	1394.8	124.4	-138.8

○ průř. charakteristiky

$M_{e1,y,Rd}$	=	28645	kNm
$M_{f,Rd}$	=	24034	kNm
$V_{bw,Rd}$	=	3497	kN
t_w	=	14	mm
f_{yw}	=	355	MPa
Ak	=	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	22733	75	230	1791	1181	93
	Vr	22609	23	16	11478	1508	247
	Ve	22690	122	52	14275	1375	1226
6.10b	Vn	28621	210	343	1126	1429	99
	Vr	28456	81	57	14041	1865	354
	Ve	28564	52	105	17771	1688	1611

○ smyk (pro V_{max})○ ohyb (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$	$V_{bw,T,Rd}$	$V_{Ed,1}$	Zatížení	$M_{e1,y,Rd}$	$M_{y,Ed}$	
		[MPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
6.10a	Vn	1.1	3478	> 590	OK	28645	> 22733	OK
	Vr	2.9	3448	> 754	OK	28645	> 22609	OK
	Ve	14.3	3252	> 687	OK	28645	> 22690	OK
6.10b	Vn	1.2	3477	> 715	OK	28645	> 28621	OK
	Vr	4.1	3426	> 933	OK	28645	> 28456	OK
	Ve	18.8	3176	> 844	OK	28645	> 28564	OK

○ interakce V a M (pro M_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka			
		[-]	[-]						
6.10a	Vn	0.01	< 0.5	0.79	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Vr	0.00	< 0.5	0.79	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Ve	0.02	< 0.5	0.79	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
6.10b	Vn	0.03	< 0.5	1.00	> 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Vr	0.01	< 0.5	0.99	> 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Ve	0.01	< 0.5	1.00	> 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK

○ interakce V a M (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$\bar{\eta}_3$	$\bar{\eta}_1$	$\frac{M_{f,Rd}}{M_{e1,y,Rd}}$	Interakce	Podmínka			
		[-]	[-]						
6.10a	Vn	0.17	< 0.5	0.06	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Vr	0.22	< 0.5	0.40	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Ve	0.21	< 0.5	0.50	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
6.10b	Vn	0.21	< 0.5	0.04	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Vr	0.27	< 0.5	0.49	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK
	Ve	0.27	< 0.5	0.62	< 0.84	interakce není potřeba	0.00	< 1.0	OK

6.3.1.8 Řez 6

Stejně jako u podpory P3 je i v řezu 6 zatížitelnost stanovena pouze podle smykové únosnosti.

• **Řez 6**

Vn = 215 t	Vr = 475 t	Ve = 1065 t
------------	------------	-------------

○ vnitřní síly a kombinace

ZS	Součinitele			Max M			Max V		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	M	V	T	M	V	T
ZS1	1.35	0.85	-	87.6	-144.6	-31.8			
ZS2	1.35	0.85	-	226.1	-371.3	-142.4			
T	1.50	-	0.60	21.5	-58.2	-215.7	21.5	-58.2	-215.7
Chod	1.35	1.00	0.75	37.6	-60.4	-58.2	37.6	-60.4	-58.2
Vn	1.35	1.30	0.75	122.4	-208.7	47.3	122.4	-208.7	47.3
Vr	1.35	1.40	0.75	315.6	-600.9	-184.1	315.6	-600.9	-184.1
Ve	1.35	1.05	0.75	201.8	-334.7	239.0	201.8	-334.7	239.0

○ průř. charakteristiky

$M_{el,y,Rd}$ =	-	kNm
$M_{f,Rd}$ =	-	kNm
$V_{bw,Rd}$ =	3497	kN
t_w =	14	mm
f_{yw} =	355	MPa
Ak =	3056256	mm ²

Komb.	Zatížení	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	V_{Ed}	T_{Ed}
		[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
6.10a	Vn	3082	5247	518	3082	5247	518
	Vr	2606	4856	1728	2606	4856	1728
	Ve	2728	4539	2277	2728	4539	2277
6.10b	Vn	3898	6642	869	3898	6642	869
	Vr	3264	6121	2125	3264	6121	2125
	Ve	3426	5698	3214	3426	5698	3214

○ smyk (pro V_{max})

Komb.	Zatížení	$T_{t,Ed}$ [MPa]	$V_{bw,T,Rd}$ [kN]	$V_{Ed,1}$ [kN]	
6.10a	Vn	6.1	3393	> 2624	OK
	Vr	20.2	3152	> 2428	OK
	Ve	26.6	3043	> 2269	OK
6.10b	Vn	10.2	3323	> 3321	OK
	Vr	24.8	3073	> 3060	OK
	Ve	37.6	2856	> 2849	OK

6.3.1.9 Přehled zatížitelnosti komory od globálních účinků

Přehled zatížitelnosti - globální účinky											
Zatížení	Posuzované řezy										Min. zatížitelnost
	0	1	2	3L	3	3P	4	4b	5	6	
Vn	176	98	151	79	67	77	131	119	145	215	67
Vr	405	320	370	370	340	375	405	465	410	475	320
Ve	915	585	790	745	610	665	835	735	800	1065	585

Tab. 36 Přehled zatížitelnosti komorového nosníku od globálních účinků

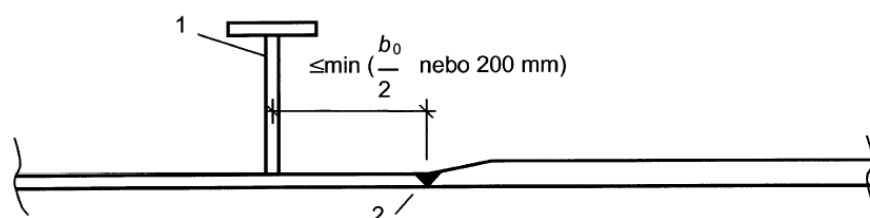
6.3.1.10 Ověření změny tloušťky dolního pásu

V místě řezu 4b se mění tloušťka pásu ze 40 mm na 20 mm. Napojení plechů je excentrické – zarovnání horních povrchů plechů. Vlivem excentricity vzniká v plechu přídatný moment, který není ve výpočtu výše zohledněn. Norma udává mezní vzdálenosti spoje od příčné výztuhy (viz obrázek níže). Řešený

spoj tuto podmínku nespĺňuje a proto je pro oblast změny tloušťky proveden stabilitní výpočet a nelineární analýza.

$$\text{Vzdálenost spoje} = 400 \text{ mm} > \min\left(\frac{500}{2}; 200\right)$$

400 mm > 200 mm → nutno ověřit



- 1 příčná výztuha
- 2 příčný svar

Tab. 37 Meze pro ověřování vlivu excentrického spoje pásů/stěn

Nelineární MKP analýzou je ověřena pružnoplastická únosnost v mezním stavu únosnosti, protože jsou dodrženy následující předpoklady:

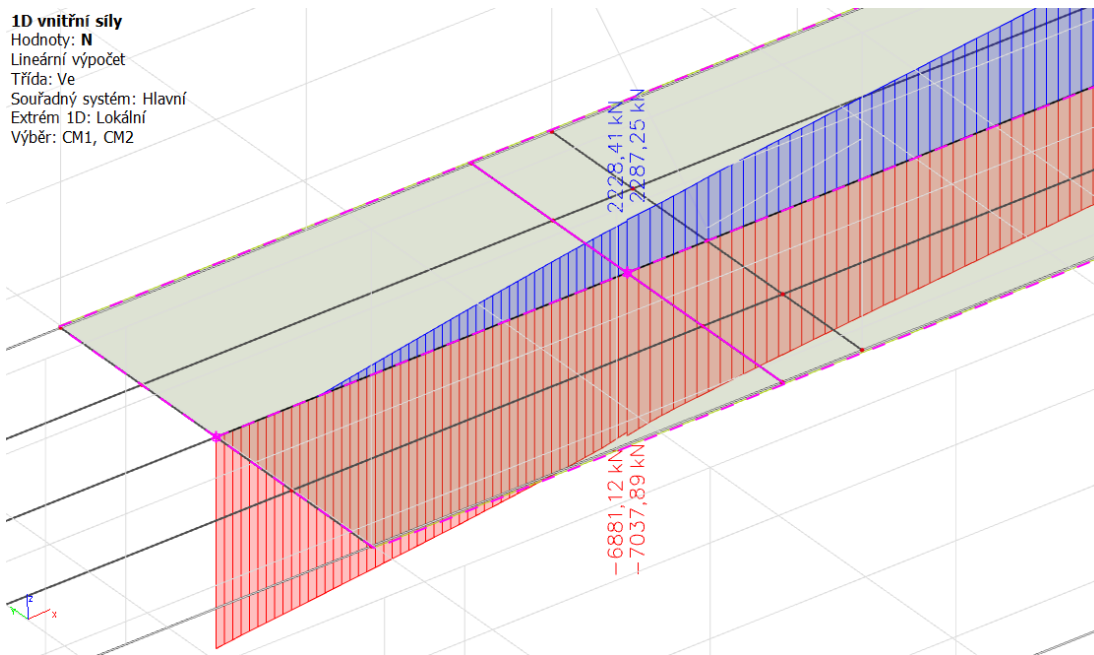
Geometrické chování – nelineární

Materiálové chování – nelineární

Imperfekce – stabilitním výpočtem je zjištěno prvních 20 vlastních tvarů. Následně je vytvořeno odpovídající množství nelineárních kombinací, které obsahují imperfekce tvaru jednotlivých vlastních tvarů. Tyto imperfekce jsou do nelineárních kombinací normovány dle ČSN EN 1995-1-5 na 1/200.

Panel byl zatížen normálovou silou odpovídající výjimečné zatížitelnosti 397 t. Pro zjednodušení hledání zatížitelnosti zde byla použita hodnota z metody redukovaných napětí uvedená dále, u které je 397 t výsledná výjimečná zatížitelnost.

Dále je zobrazeno prvních pět vlastních tvarů a k nim odpovídající napětí z dané nelineární kombinace. Maximální dosažené napětí je 321 MPa, což je menší než mez kluzu (345 MPa pro plech tl. 20 mm). Výjimečná zatížitelnost je teda snížena na 397 t (pro řez 4b bez uvážení vlivu excentricity napojení plechů vyšla V_e 735 t)



Tab. 38 Normálová síla v dolním pásu v místě změny tloušťky pro výjimečnou zatížitelnost 397 t

3D přemístěníHodnoty: U_{total}

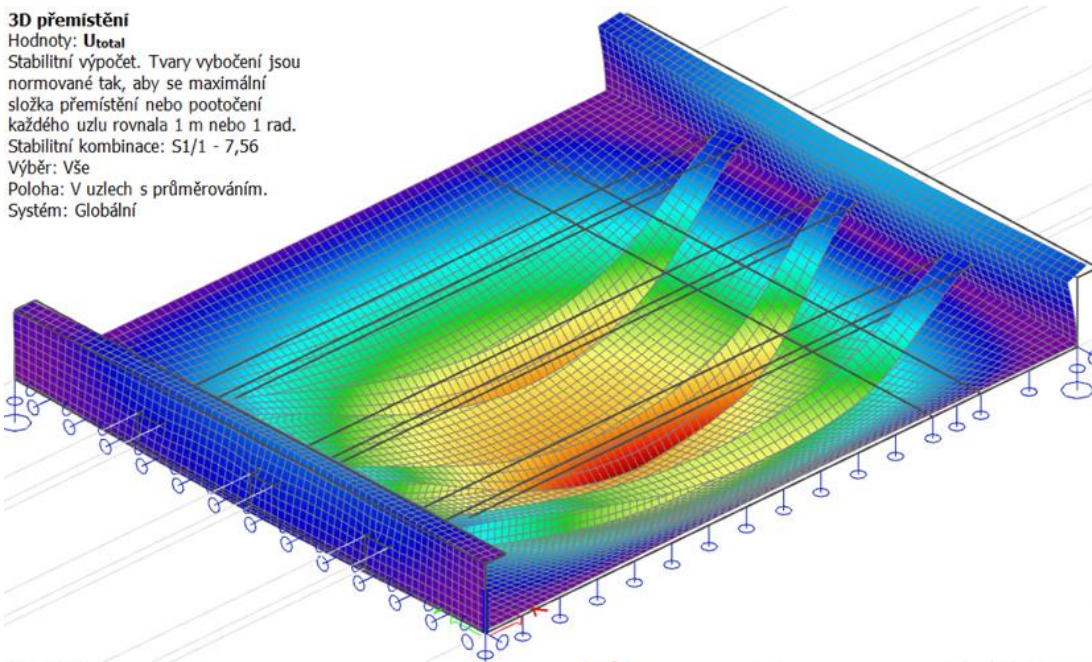
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S1/1 - 7,56

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální

**3D napětí**Hodnoty: σ_x (1D/2D)

Nelineární výpočet

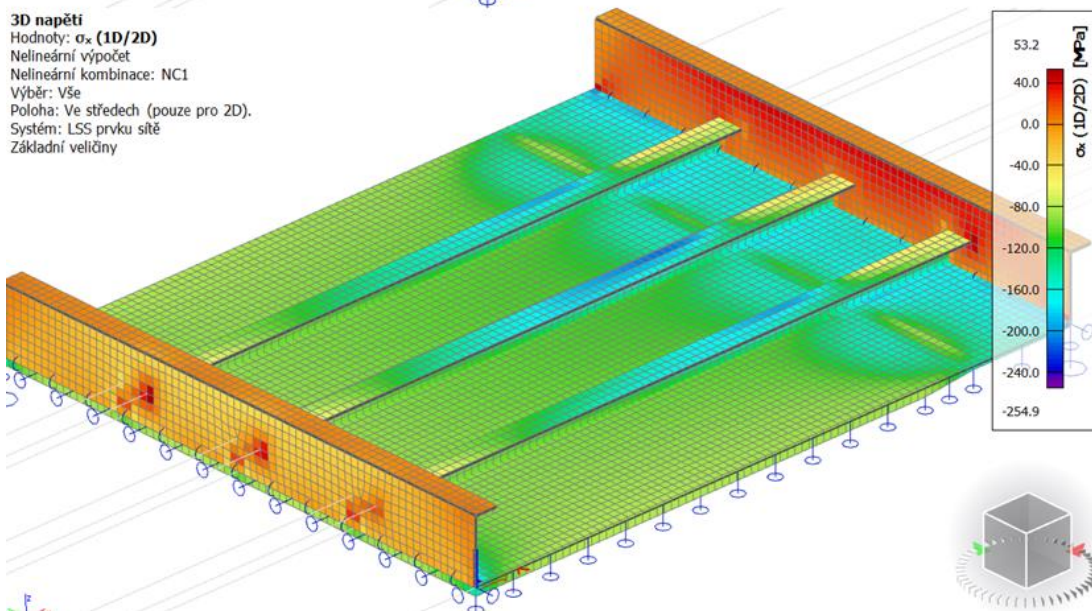
Nelineární kombinace: NC1

Výběr: Vše

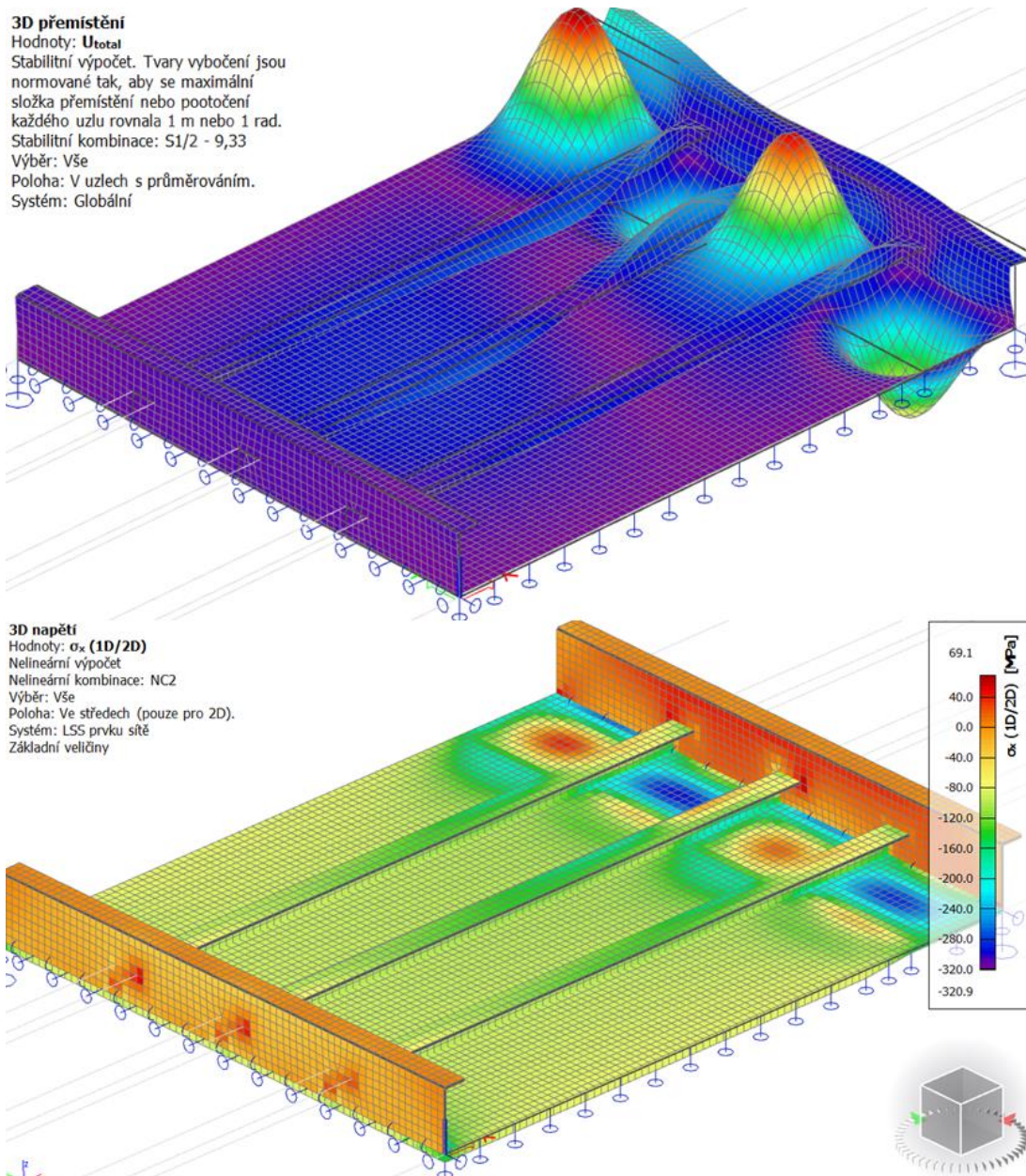
Poloha: Ve středech (pouze pro 2D).

Systém: LSS prvku sítě

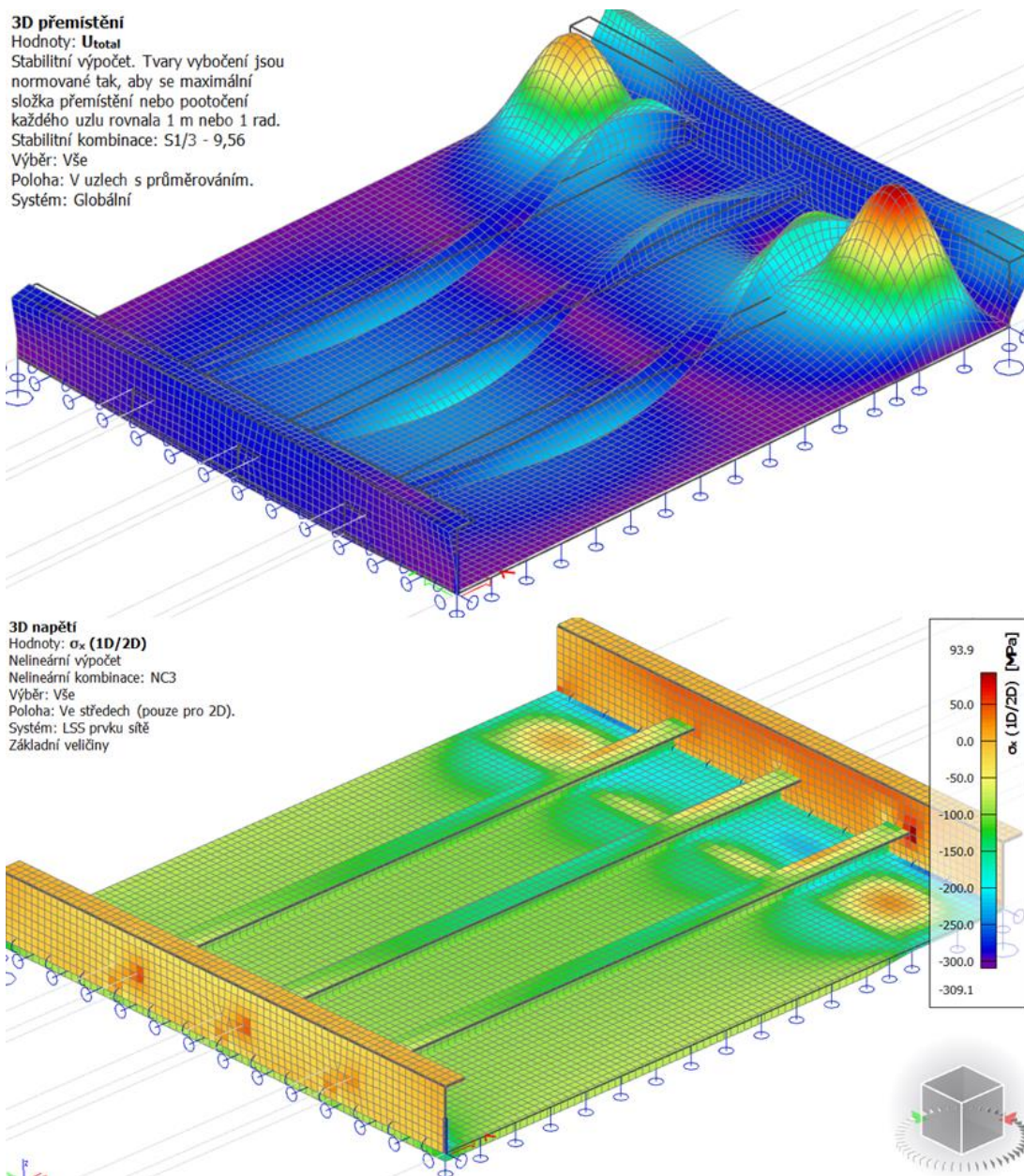
Základní veličiny



Obr. 101 Nahoře - 1. vlastní tvar, dole - nelineární kombinace 1



Obr. 102 Nahoře - 2. vlastní tvar, dole - 2. nelineární kombinace



Obr. 103 Nahoře - 3. vlastní tvar, dole – 3. nelineární kombinace

3D přemístěníHodnoty: U_{total}

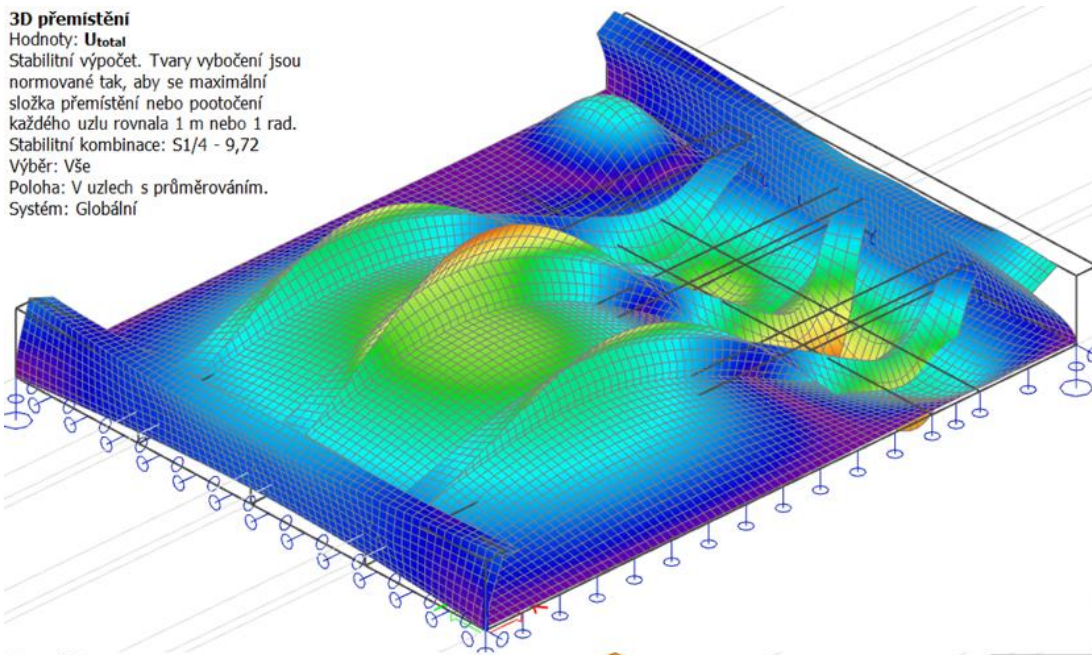
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S1/4 - 9,72

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální

**3D napětí**Hodnoty: σ_x (1D/2D)

Nelineární výpočet

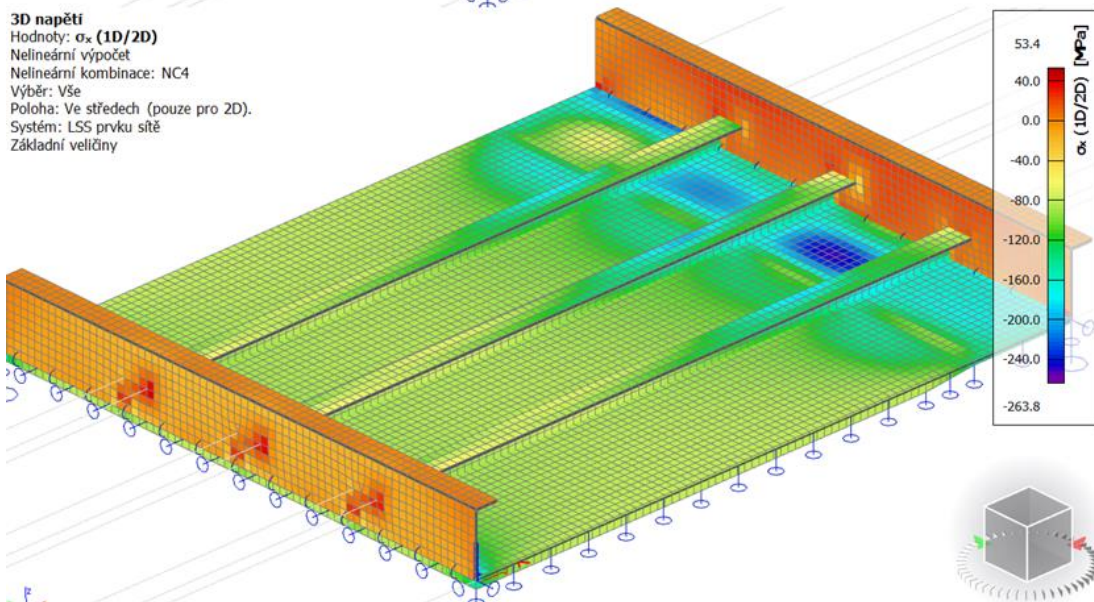
Nelineární kombinace: NC4

Výběr: Vše

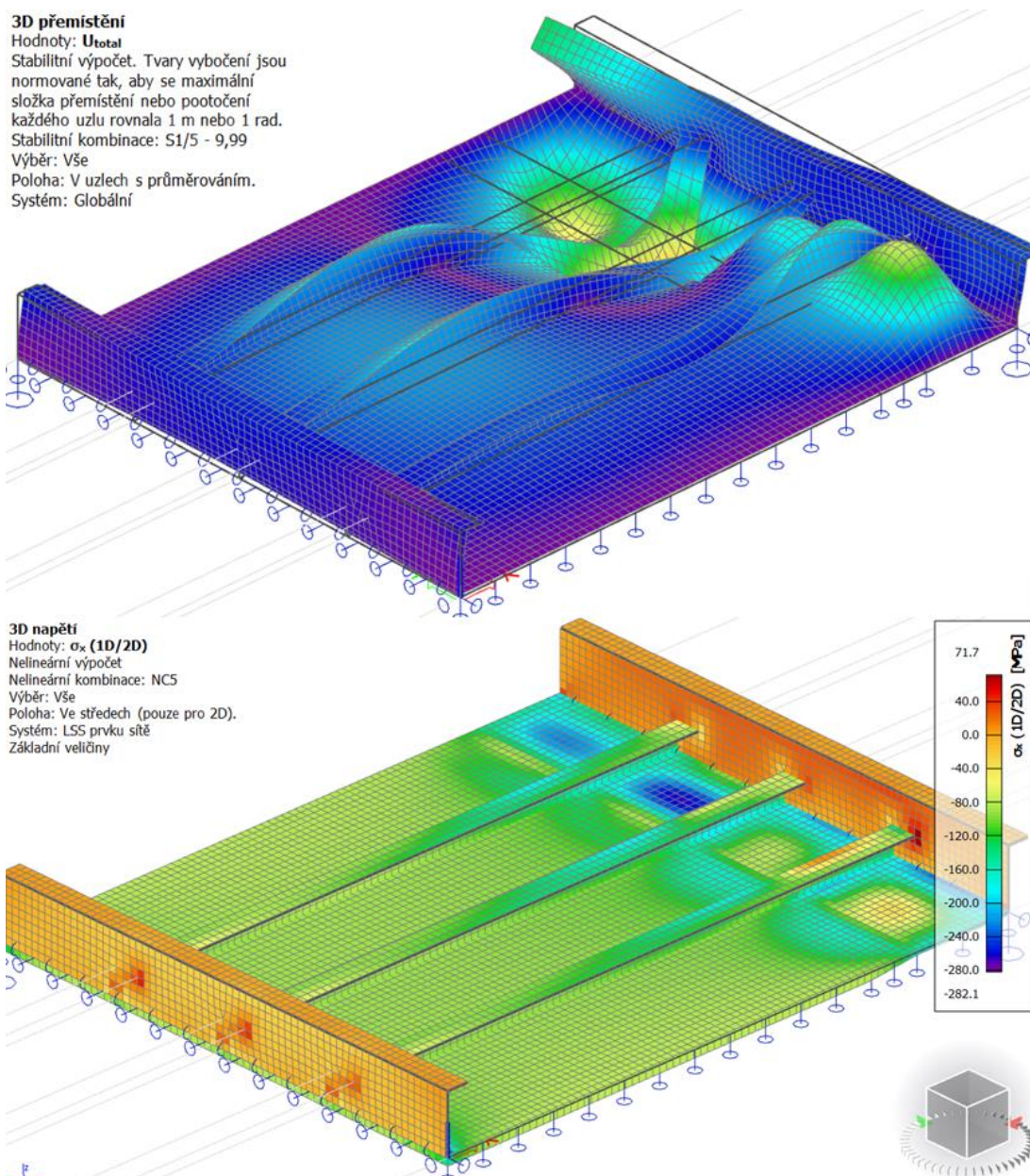
Poloha: Ve středech (pouze pro 2D).

Systém: LSS prvku sítě

Základní veličiny



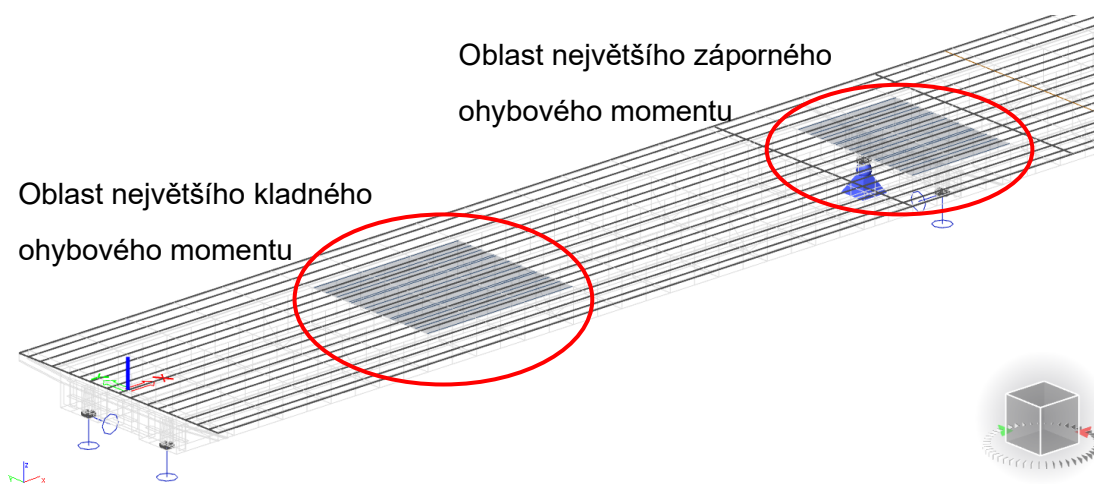
Obr. 104 Nahoře - 4. vlastní tvar, dole - 4. nelineární kombinace



Obr. 105 Nahoře - 5. vlastní tvar, dole - 5. nelineární kombinace

6.3.2 Podélné výztuhy mostovky a příčnick

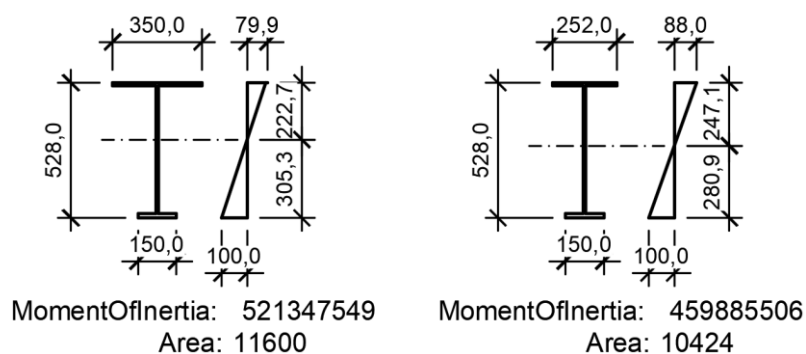
Podélné výztuhy a příčnicky jsou posouzeny na již spočítanou zatížitelnost, která je omezena reakcemi pro V_n a V_r (v další kapitole) a změnou tloušťky dolního pasu pro V_e .



Tab. 39 Připojení podélných výztuh k desce mostovky jako žebra s integrační šířkou

Ohybový moment kladný	Ohybový moment záporný	Příčnik
$b_0 = 1206 \text{ mm}$	$b_0 = 1206 \text{ mm}$	$b = 2466 \text{ mm}$
$t = 12 \text{ mm}$	$t = 12 \text{ mm}$	$t = 12 \text{ mm}$
$L_e = 1411.2 \text{ mm}$	$L_e = 1082.5 \text{ mm}$	$\sigma_1 = 1.00$
$A_{c,eff} = 1581 \text{ mm}^2$	$A_{c,eff} = 14472 \text{ mm}^2$	$\sigma_2 = 1.00$
$\alpha_0^* = 0.331$	$\alpha_0^* = 1.000$	$\psi = 1.00$
$\kappa = 0.282$	$\kappa = 1.114$	$k_G = 4.00$
$\beta_1 = 0.662$	$\beta_1 = 0.152$	$\lambda_p = 4.447$
$\beta_2 = 0.355$	$\beta_2 = 0.104$	$\rho = 0.21$
$\beta = 0.662$	$\beta = 0.104$	$b_{eff} = 527 \text{ mm}$
		$b_{e1} = 264 \text{ mm}$
		$b_{e2} = 264 \text{ mm}$

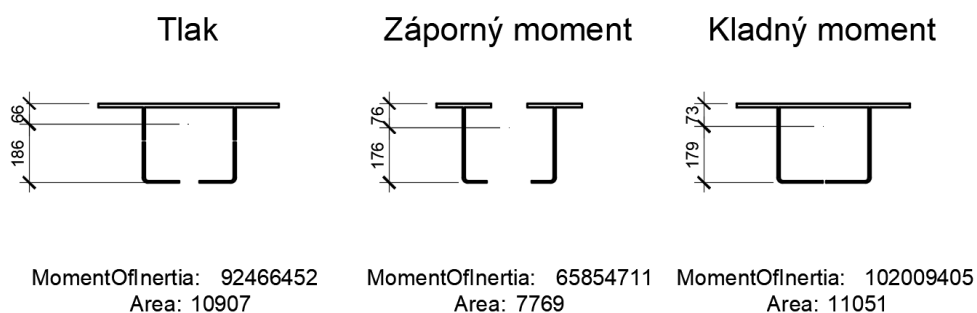
Tab. 40 Smykové ochabnutí a boulení příčniku



Obr. 106 Efektivní průřez příčniku - vlevo kladný ohybový moment, vpravo záporný ohybový moment

Ohybový moment kladný	Ohybový moment záporný
$b_0 = 142 \text{ mm}$	$b_0 = 142 \text{ mm}$
$t = 12 \text{ mm}$	$t = 12 \text{ mm}$
$L_e = 1688.4 \text{ mm}$	$L_e = 1206 \text{ mm}$
$A_{c,eff} = 1704 \text{ mm}^2$	$A_{c,eff} = 1704 \text{ mm}^2$
$\alpha_{o^*} = 1.000$	$\alpha_{o^*} = 1.000$
$\kappa = 0.084$	$\kappa = 0.118$
$\beta_1 = 0.957$	$\beta_1 = 0.919$
$\beta_2 = 0.672$	$\beta_2 = 0.585$
$\beta = 0.957$	$\beta = 0.585$

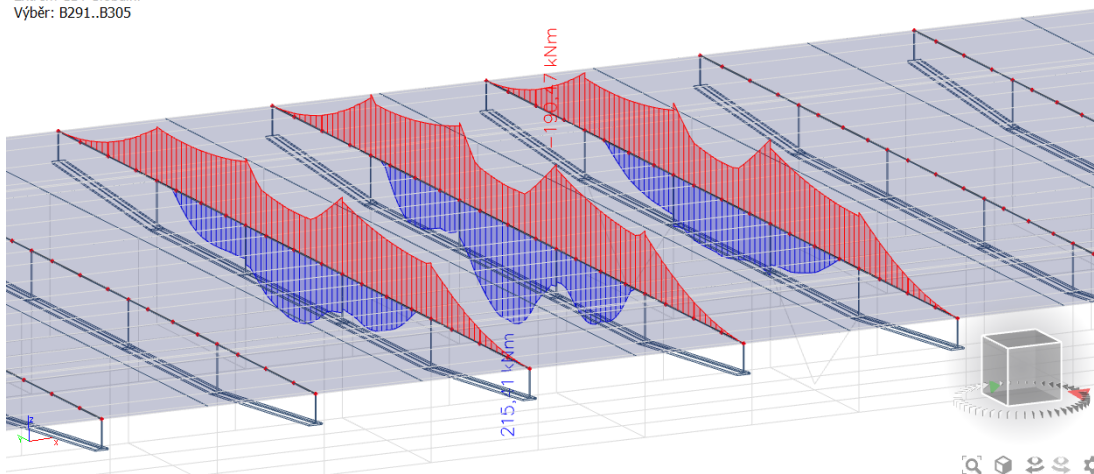
Tab. 41 Smykové ochabnutí podélná výztuha



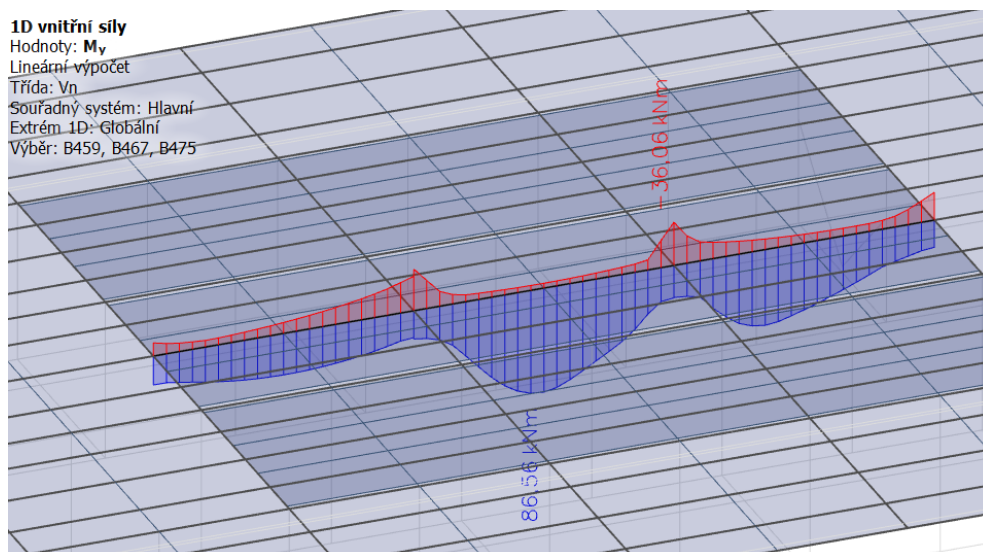
Obr. 107 Efektivní průřezy podélné výztuhy

6.3.2.1 Posouzení normální zatížitelnost

1D vnitřní síly
 Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: B291..B305



Obr. 108 Vn - obálka momentů na nejvíce namáhaných příčnicích



Obr. 109 Vn - obálka momentů na nejvíce namáhaných podélných výztuhách

Posouzení je konzervativní, protože využití příčníků, ani podélných výztuh vysoké.

Posouzení kladný moment příčnick i podélná výztuha:

Podélná výztuha

$$I_{y,eff,st} := 102009405 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-73) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := 86,56 \text{ kN m}$$

$$A_{eff,st} := 10907 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 179 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := -1625 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := -6,87 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = -218,92 \text{ MPa} \quad \boxed{\leq 355 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = 22,4929 \text{ MPa} \quad \boxed{\leq 355 \text{ MPa}}$$

Příčnick

$$I_{y,eff,cb} := 521347549 \text{ mm}^4 \quad e_{h,cb} := (-223) \text{ mm} \quad M_{Ed,cb} := 216 \text{ kN m}$$

$$A_{eff,cb} := 11600 \text{ mm}^2 \quad e_{d,cb} := 305 \text{ mm} \quad N_{Ed,cb} := 0 \text{ kN}$$

$$e_{y,cb} := -5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{y,eff,cb}} \cdot e_{h,cb} = -30,2447 \text{ MPa} \quad \boxed{\leq 355 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{d,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{y,eff,cb}} \cdot e_{d,cb} = 126,3648 \text{ MPa} \quad \boxed{\leq 355 \text{ MPa}}$$

Interakce Vn

$$\sqrt{\sigma_{h,st}^2 + \sigma_{h,cb}^2 - \sigma_{h,st} \cdot \sigma_{h,cb}} = 205,47 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$

Posouzení záporný moment podélná výztuha, kladný moment příčnick:

Podélná výztuha

$$\begin{aligned}
 I_{Y,eff,st} &:= 65854711 \text{ mm}^4 & e_{h,st} &:= (-76) \text{ mm} & M_{Ed,st} &:= (-36,06) \text{ kN m} \\
 A_{eff,st} &:= 10907 \text{ mm}^2 & e_{d,st} &:= 176 \text{ mm} & N_{Ed,st} &:= -764 \text{ kN} \\
 & & e_{y,st} &:= -6,87 \text{ mm} & &
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = -34,4888 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -152,3915 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Příčnick

$$\begin{aligned}
 I_{Y,eff,cb} &:= 521347549 \text{ mm}^4 & e_{h,cb} &:= (-223) \text{ mm} & M_{Ed,cb} &:= 216 \text{ kN m} \\
 A_{eff,cb} &:= 11600 \text{ mm}^2 & e_{d,cb} &:= 305 \text{ mm} & N_{Ed,cb} &:= 0 \text{ kN} \\
 & & e_{y,cb} &:= -5 \text{ mm} & &
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{h,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{h,cb} = -31,4876 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{d,cb} = 126,3648 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Interakce Vn

$$\sqrt{\sigma_{h,st}^2 + \sigma_{h,cb}^2 - \sigma_{h,st} \cdot \sigma_{h,cb}} = 33,09 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$

Posouzení záporný moment příčnick i podélná výtzuha:

Podélná výtzuha

$$I_{Y,eff,st} := 65854711 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-76) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := (-36,06) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,st} := 10907 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 176 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := -764 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := -6,87 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = -34,4888 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -152,3915 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Příčnick

$$I_{Y,eff,cb} := 459885506 \text{ mm}^4 \quad e_{h,cb} := (-247) \text{ mm} \quad M_{Ed,cb} := (-190) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,cb} := 11600 \text{ mm}^2 \quad e_{d,cb} := 281 \text{ mm} \quad N_{Ed,cb} := 0 \text{ kN}$$

$$e_{y,cb} := -5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{h,cb} = 31,3991 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

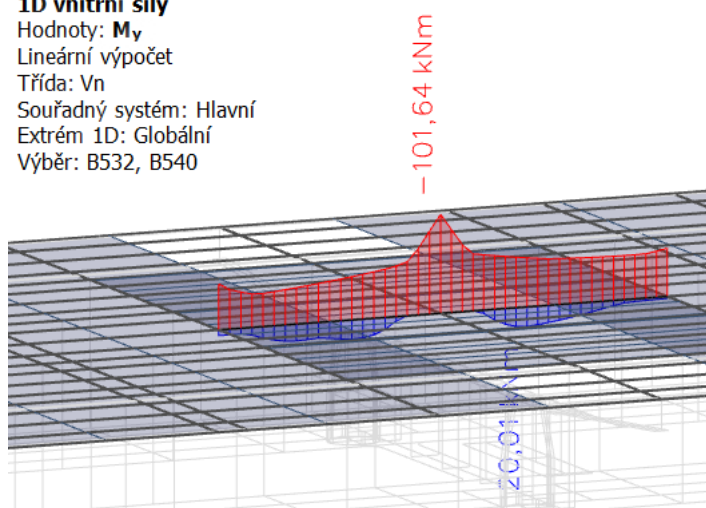
$$\sigma_{d,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{d,cb} = -116,0941 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Interakce Vn

$$\sqrt{\sigma_{h,st}^2 + \sigma_{h,cb}^2 - \sigma_{h,st} \cdot \sigma_{h,cb}} = 57,08 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$

1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: B532, B540



Obr. 110 Vn - obálka momentů na nejvíce namáhaných podélných výtzuhách

Posouzení podélné výztuhy na největší záporný moment s tahovou silou:

Podélná výztuha

$$I_{Y,eff,st} := 65854711 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-76) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := (-101,64) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,st} := 11411 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 176 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := 1661 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := 0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = 262,8595 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -126,0767 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

6.3.2.2 Posouzení výhradní zatížitelnost

1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y

Lineární výpočet

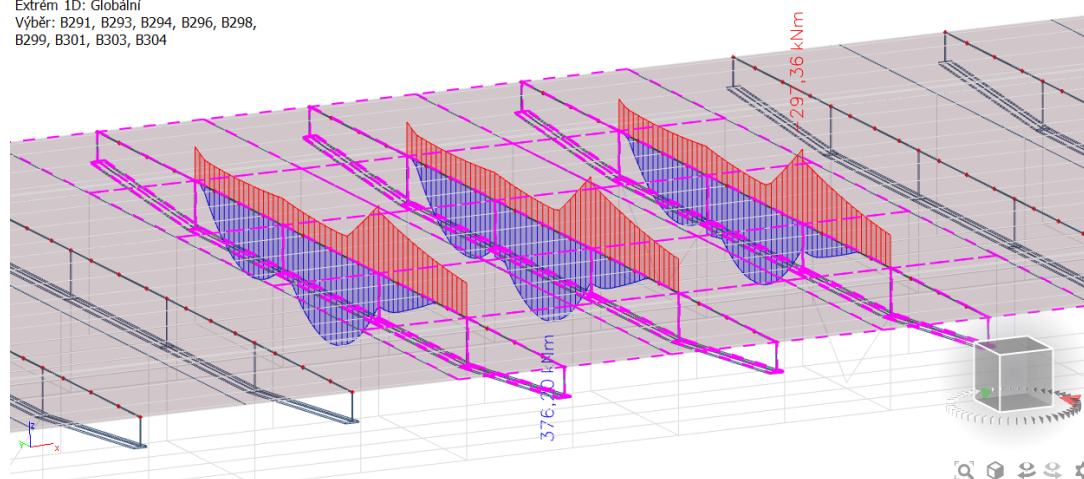
Třída: Vr

Souřadný systém: Hlavní

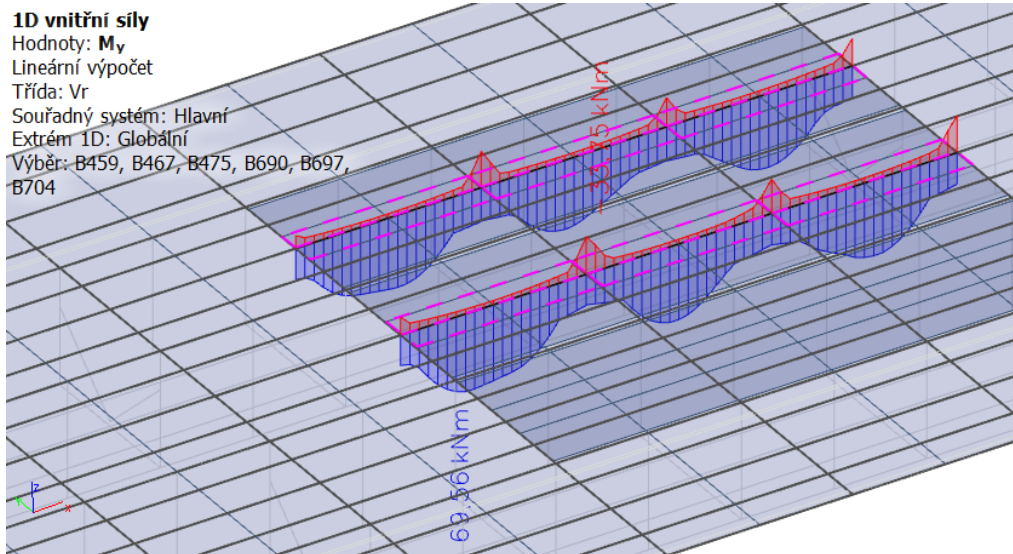
Extrém 1D: Globální

Výběr: B291, B293, B294, B296, B298,

B299, B301, B303, B304



Obr. 111 Vr - obálka momentů na nejvíce namáhaných příčnicích



Obr. 112 Vr - obálka momentů na nejvíce namáhaných podélných výztuhách

Posouzení kladný moment příčnick i podélná výztuha:

Podélná výztuha

$$I_{Y,eff,st} := 102009405 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-73) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := 69,56 \text{ kNm}$$

$$A_{eff,st} := 10907 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 179 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := -1770 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := -6,87 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = -220,7615 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -18,8839 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Příčnick

$$I_{Y,eff,cb} := 521347549 \text{ mm}^4 \quad e_{h,cb} := (-223) \text{ mm} \quad M_{Ed,cb} := 377 \text{ kNm}$$

$$A_{eff,cb} := 11600 \text{ mm}^2 \quad e_{d,cb} := 305 \text{ mm} \quad N_{Ed,cb} := 0 \text{ kN}$$

$$e_{y,cb} := -5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{h,cb} = -52,7882 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{d,cb} = 220,5534 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Interakce Vn

$$\sqrt{\sigma_{h,st}^2 + \sigma_{h,cb}^2 - \sigma_{h,st} \cdot \sigma_{h,cb}} = 199,67 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$

Posouzení záporný moment podélná výztuha, kladný moment příčnick:

Podélná výztuha

$$I_{Y,eff,st} := 65854711 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-76) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := (-34) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,st} := 10907 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 176 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := -1460 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := -6,87 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = -106,1965 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -197,9195 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Příčnick

$$I_{Y,eff,cb} := 521347549 \text{ mm}^4 \quad e_{h,cb} := (-223) \text{ mm} \quad M_{Ed,cb} := 377 \text{ kN m}$$

$$A_{eff,cb} := 11600 \text{ mm}^2 \quad e_{d,cb} := 305 \text{ mm} \quad N_{Ed,cb} := 0 \text{ kN}$$

$$e_{y,cb} := -5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{h,cb} = -54,9576 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{d,cb} = 220,5534 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Interakce Vn

$$\sqrt{\sigma_{h,st}^2 + \sigma_{h,cb}^2 - \sigma_{h,st} \cdot \sigma_{h,cb}} = 91,99 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$

Posouzení záporný moment příčnick i podélná výtuhá:

Podélná výtuhá

$$I_{Y,eff,st} := 65854711 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-76) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := (-34) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,st} := 10907 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 176 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := -1460 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := -6,87 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = -106,1965 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -197,9195 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Příčnick

$$I_{Y,eff,cb} := 459885506 \text{ mm}^4 \quad e_{h,cb} := (-247) \text{ mm} \quad M_{Ed,cb} := (-190) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,cb} := 11600 \text{ mm}^2 \quad e_{d,cb} := 281 \text{ mm} \quad N_{Ed,cb} := 0 \text{ kN}$$

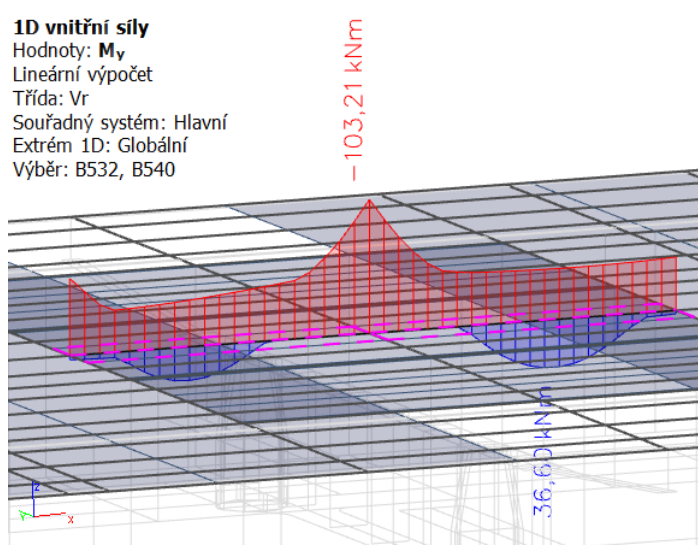
$$e_{y,cb} := -5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{h,cb} = 31,3991 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,cb} := \frac{N_{Ed,cb}}{A_{eff,cb}} + \frac{M_{Ed,cb} + N_{Ed,cb} \cdot e_{y,cb}}{I_{Y,eff,cb}} \cdot e_{d,cb} = -116,0941 \text{ MPa} \quad \blacksquare < 355 \text{ MPa}$$

Interakce Vn

$$\sqrt{\sigma_{h,st}^2 + \sigma_{h,cb}^2 - \sigma_{h,st} \cdot \sigma_{h,cb}} = 124,89 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$



Obr. 113 Vr - obálka momentů na nejvíce namáhaných podélných výtuhách

Posouzení podélné výtuhy na největší záporný moment s tahovou silou:

Podélná výztuha

$$I_{Y,eff,st} := 65854711 \text{ mm}^4 \quad e_{h,st} := (-76) \text{ mm} \quad M_{Ed,st} := (-103,21) \text{ kN m}$$

$$A_{eff,st} := 11411 \text{ mm}^2 \quad e_{d,st} := 176 \text{ mm} \quad N_{Ed,st} := 1162 \text{ kN}$$

$$e_{y,st} := 0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{h,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{h,st} = 220,9416 \text{ MPa} \quad \boxed{< 355 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{d,st} := \frac{N_{Ed,st}}{A_{eff,st}} + \frac{M_{Ed,st} + N_{Ed,st} \cdot e_{y,st}}{I_{Y,eff,st}} \cdot e_{d,st} = -174,0023 \text{ MPa} \quad \boxed{< 355 \text{ MPa}}$$

6.4 Zatížitelnost ložisek

Reakce od zatěžovacích stavů a obálky jednotkových zatížení:

Reakce

Hodnoty: R_z

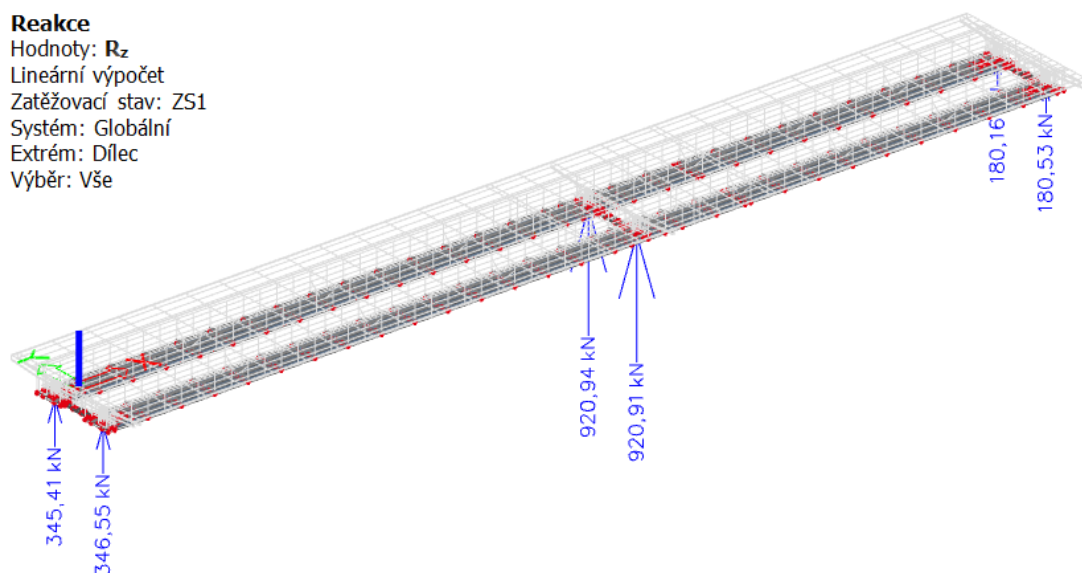
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS1

Systém: Globální

Extrém: Dílec

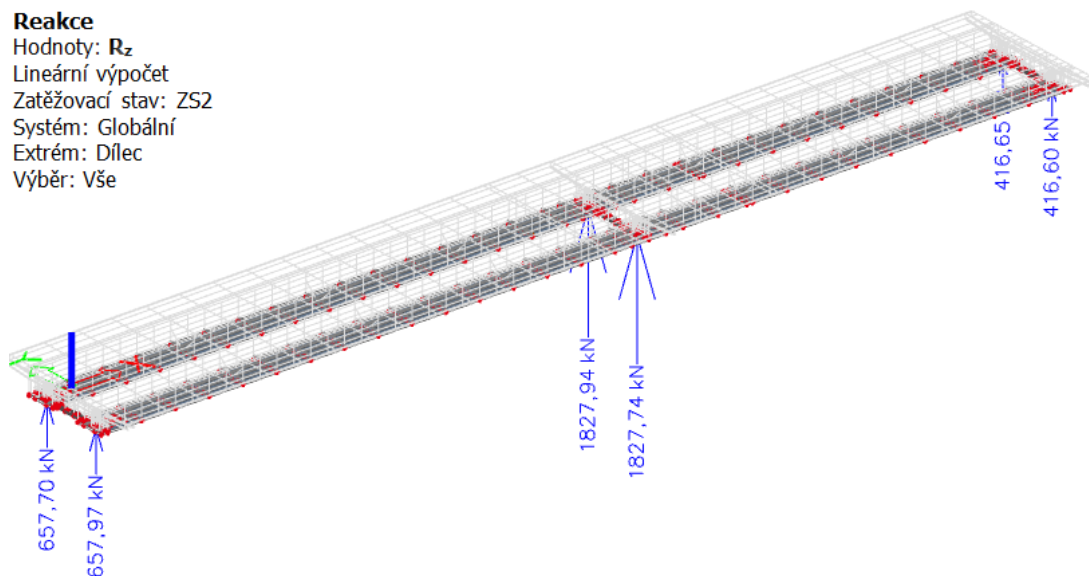
Výběr: Vše



Obr. 114 Reakce od vlastní tíhy

Reakce

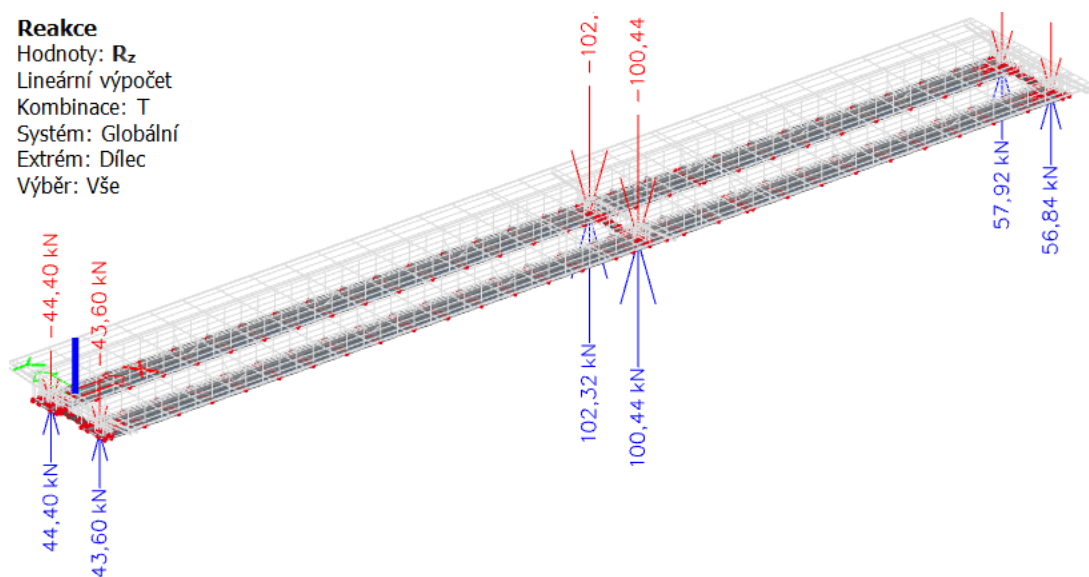
Hodnoty: R_z
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS2
 Systém: Globální
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše



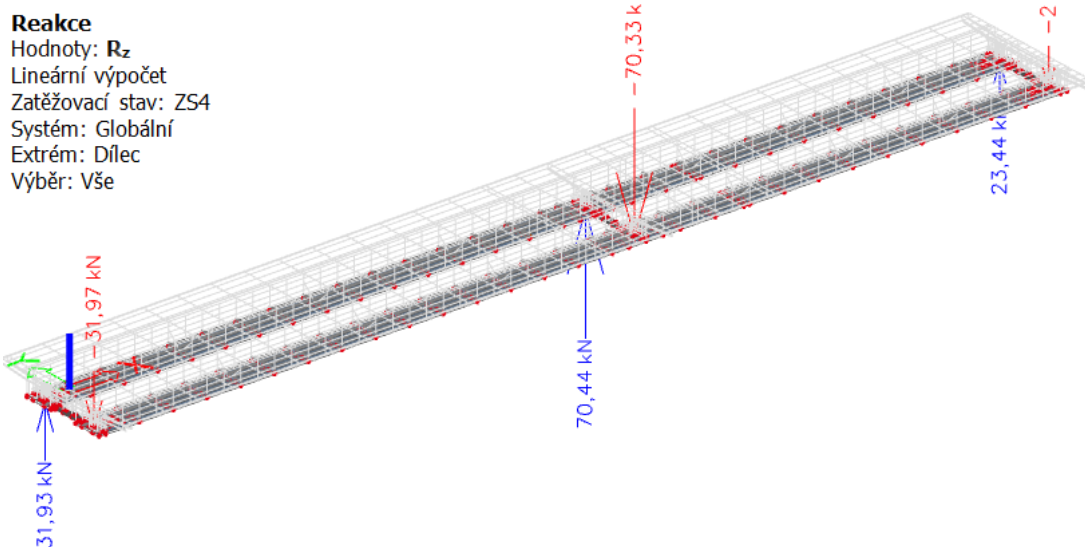
Obr. 115 Reakce od ostatního stálého zatížení

Reakce

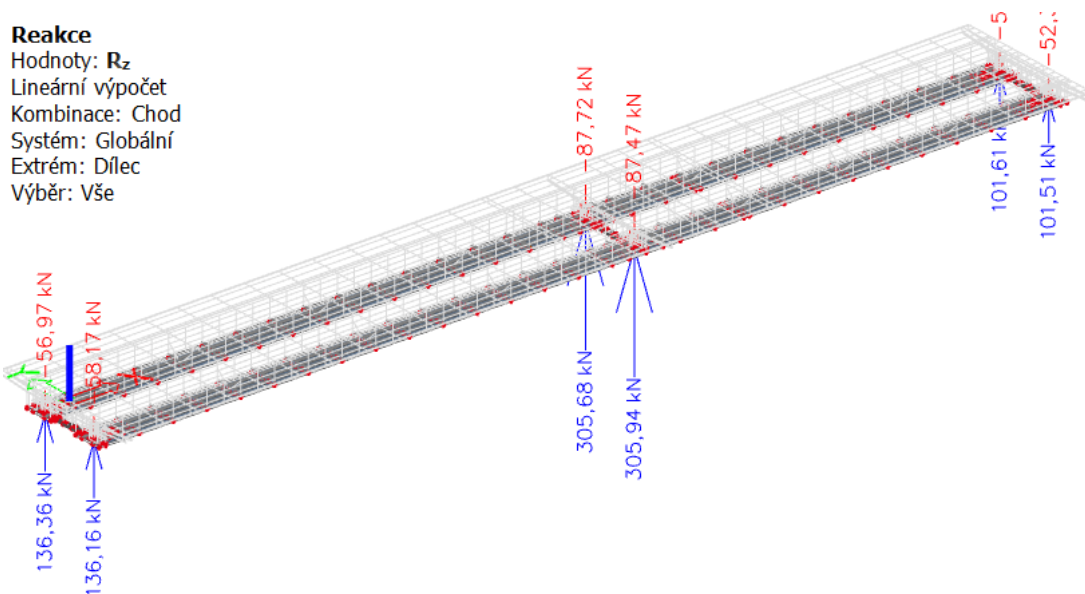
Hodnoty: R_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: T
 Systém: Globální
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše



Obr. 116 Obálka reakcí od nerovnoměrné teploty



Obr. 117 Reakce od zatížení větrem na most s dopravou



Obr. 118 Obálka reakcí od zatížení chodci

Reakce

Hodnoty: R_z

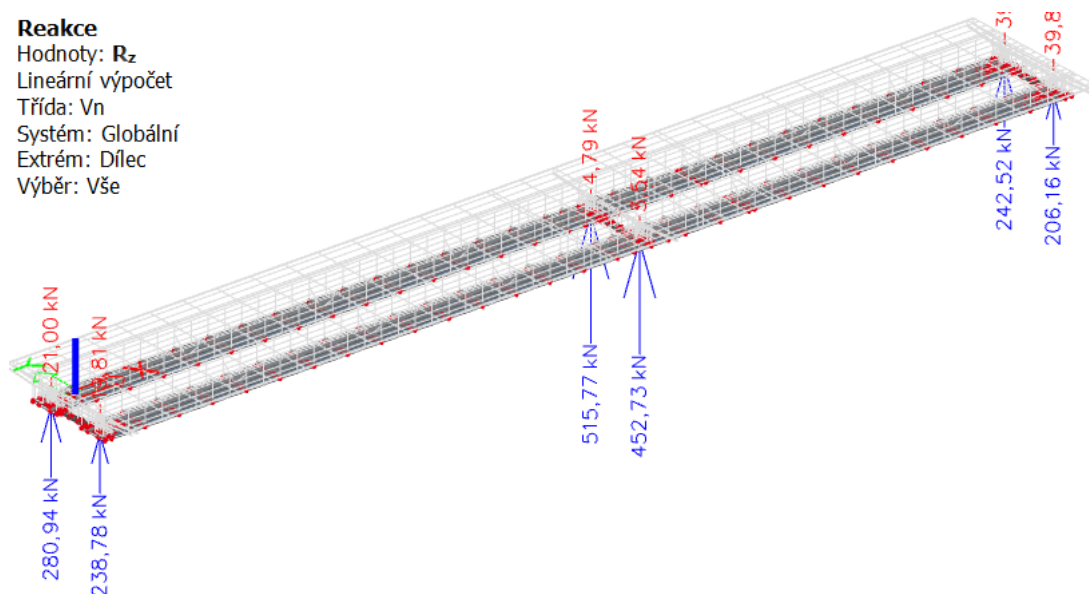
Lineární výpočet

Třída: Vn

Systém: Globální

Extrém: Dílec

Výběr: Vše



Obr. 119 Obálka reakcí od jednotkové normální zatížitelnosti

Reakce

Hodnoty: R_z

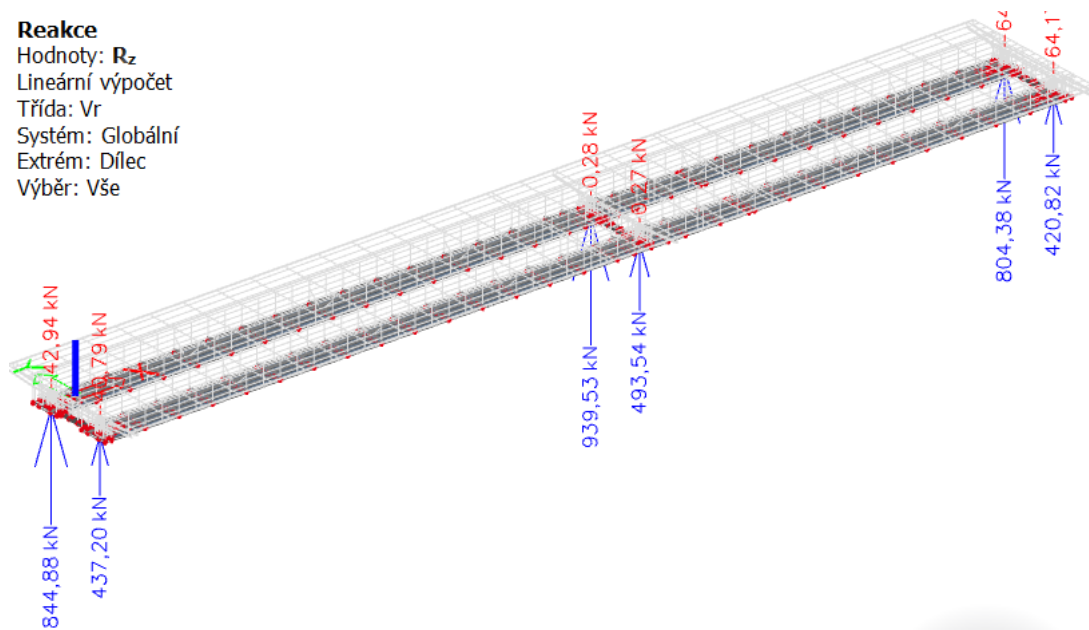
Lineární výpočet

Třída: Vr

Systém: Globální

Extrém: Dílec

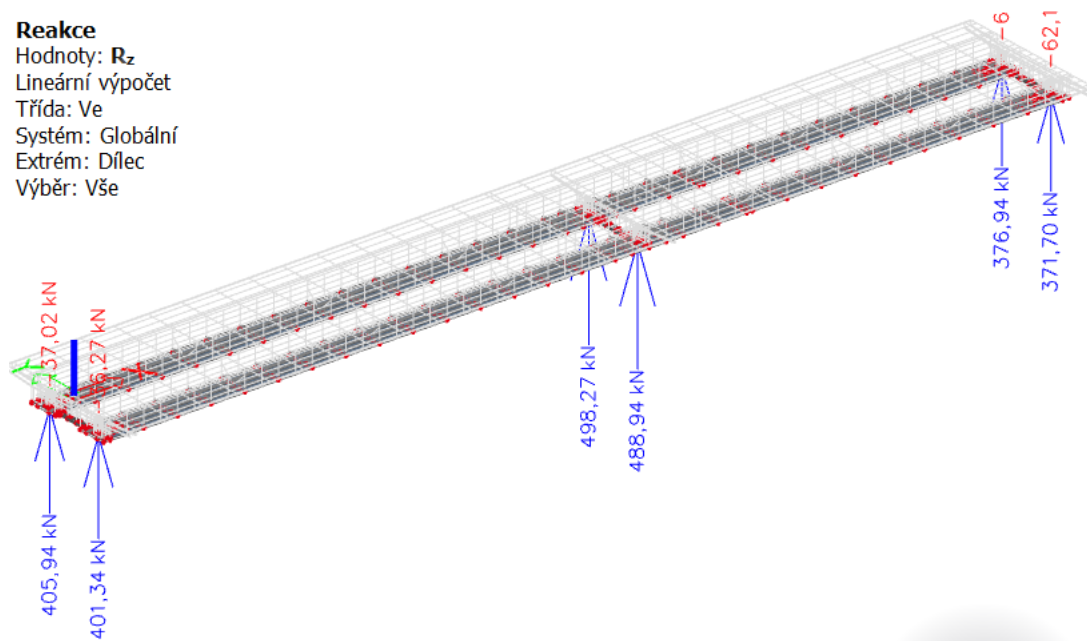
Výběr: Vše



Obr. 120 Obálka reakcí od jednotkové výhradní zatížitelnosti

Reakce

Hodnoty: R_z
 Lineární výpočet
 Třída: Ve
 Systém: Globální
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše



Obr. 121 Obálka reakcí od jednotkové výjimečné zatížitelnosti

ZS	Součinitele			R_z [kN]		
	γ_f	ξ / δ	ψ_0	P3	P2	P1
ZS1	1.35	0.85	-	345.4	920.9	180.2
ZS2	1.35	0.85	-	657.7	1827.9	416.7
T	1.50	-	0.60	44.4	102.3	57.9
W	1.50	-	1.00	31.9	70.4	23.4
Chod	1.35	1.00	0.75	136.4	305.7	101.6
Vn	1.35	1.30	0.75	280.9	515.8	242.5
Vr	1.35	1.40	0.75	844.9	939.5	804.4
Ve	1.35	1.05	0.75	405.9	498.3	376.9
únosnost ložisek (Max R_z)				5000	7500	5000

Tab. 42 Reakce na ložiska podle ZS a maximální únosnost ložisek

Komb.	Zatížení	$R_{Vc,Ed}$			v_c			V_c		
		P3	P2	P1	P3	P2	P1	P3	P2	P1
		[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[t]	[t]	[t]
6.10a	Vn	3420	3282	4004	9.2	4.8	12.5	123	64	167
	Vr	3420	3282	4004	2.9	2.5	3.5	286	246	351
	Ve	3558	3591	4107	8.2	6.8	10.2	824	678	1025
6.10b	Vn	3577	3735	4091	7.3	4.1	9.6	97	55	128
	Vr	3577	3735	4091	2.2	2.1	2.7	224	210	269
	Ve	3761	4148	4228	6.5	5.9	7.9	654	587	791

Tab. 43 Výpočet zatížitelnosti ložisek, $R_{Vc,Ed}$ – maximální návrhová hodnota reakce od dopravy, v_c – násobek jednotkového zatížení dopravou, V_c – výsledná zatížitelnost

Zatížitelnost ložisek				
Zatížení	P3 [t]	P2 [t]	P1 [t]	Min. zatížitelnost
Vn	97	55	128	55
Vr	224	210	269	210
Ve	654	587	791	587

Tab. 44 Přehled zatížitelnosti ložisek

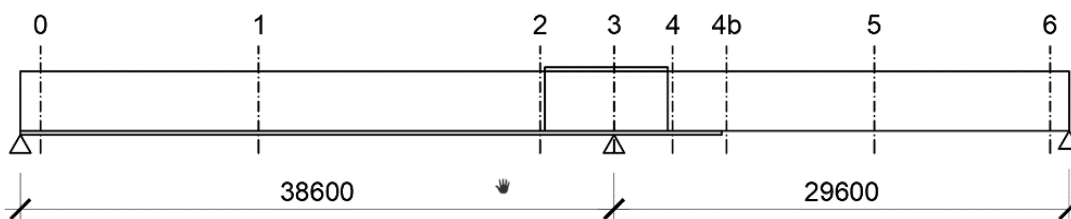
6.5 Svary

Hlavní nosné svary (montážní) byly dle dokumentace kontrolovány a proto je jejich únosnost rovna únosnosti pásů/stěn.

6.6 Metoda redukovaných napětí – nosná konstrukce

Na konci kapitoly každé zatížitelnosti přehled, který zobrazuje redukci meze kluzu v závislosti na tloušťce materiálu, globální boulení a boulení ve smyku.

6.6.1 Normální zatížitelnost 54,8 t



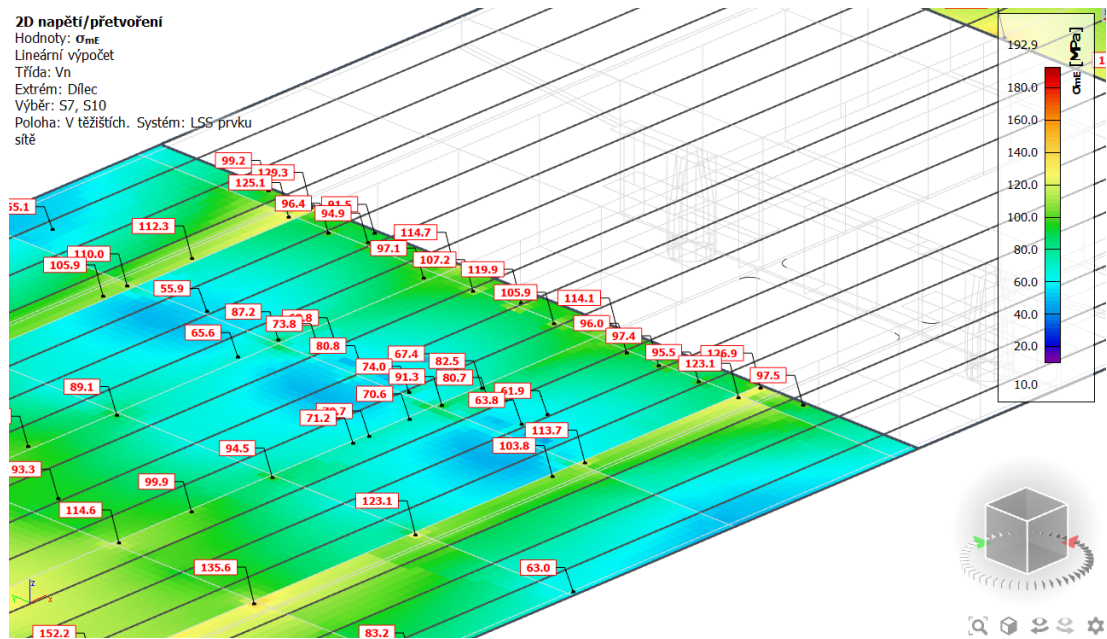
Obr. 122 Číslování posuzovaných řezu na horní a dolní desce a na stěnách

6.6.1.1 Horní deska

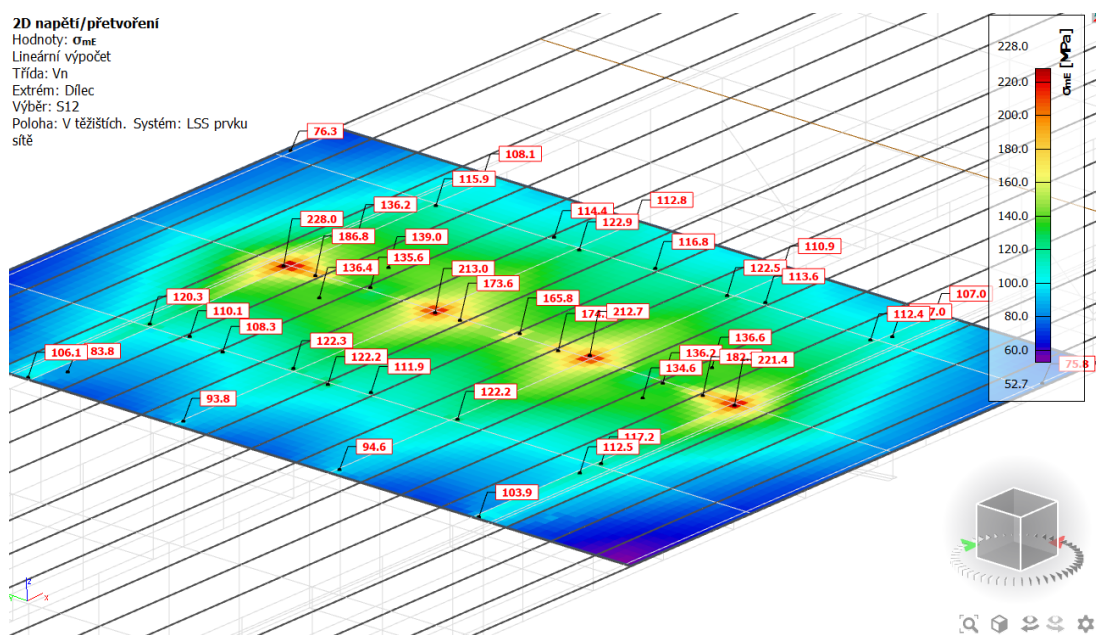
Na horní desce je posuzované membránové napětí – napětí ve střednicové rovině desky. To je z důvodu zanedbání vlivu lokálních účinků ohybu plechu mostovky. Plech mostovky sice o kousek nesplňuje požadavky na zanedbání těchto účinků ortotropní mostovky (ČSN EN 1993-2), ale norma nepočítá s ortotropní mostovkou s betonovou deskou (minimálně 100 mm) a ještě vrstvami vozovky. Protože betonová deska a vrstvy asfaltové vozovky mají celkem 225 mm (a více), což znamená velkou tuhost, i přes nesplnění těchto požadavků se lokální ohyby desky zanedbávají.

Podmínky pro zanedbání ohybových momentů v plechu mostovky (asfaltová vrstva ≥ 70 mm):

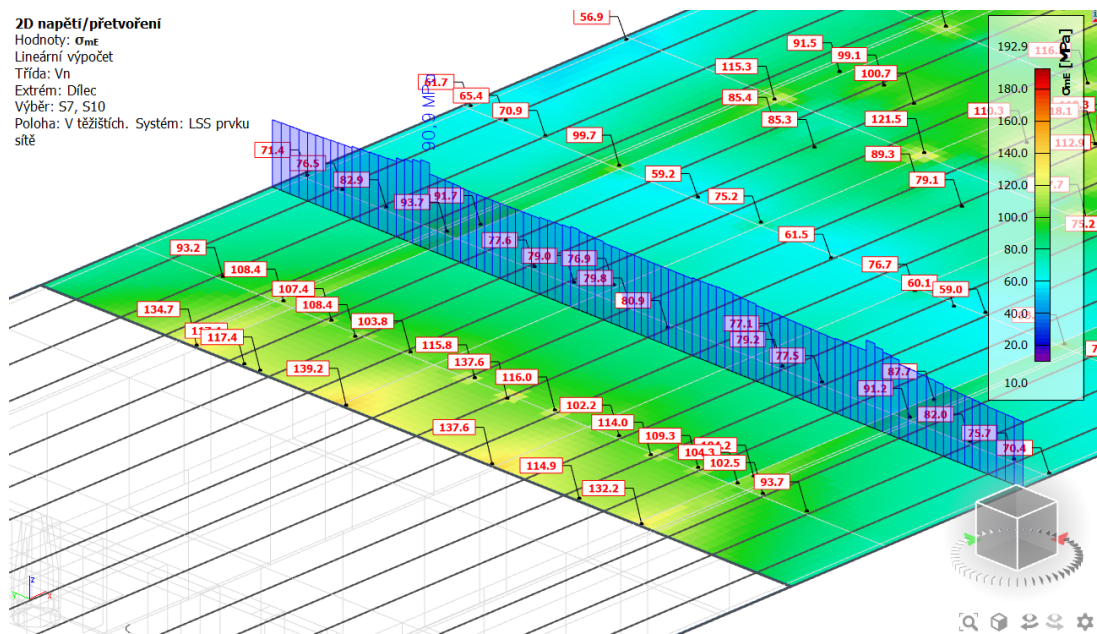
- 1) $t \geq 14$ mm
 $t = 12$ mm > 14 mm \rightarrow **nesplňuje**
- 2) $e/t \leq 25$; $e \leq 300$ mm
 $e_{max} = 357$ mm > 300 mm \rightarrow **nesplňuje**
 $357/12 = 29,8 > 25 \rightarrow$ **nesplňuje**
- 3) $t_{stiff} \geq 6$ mm



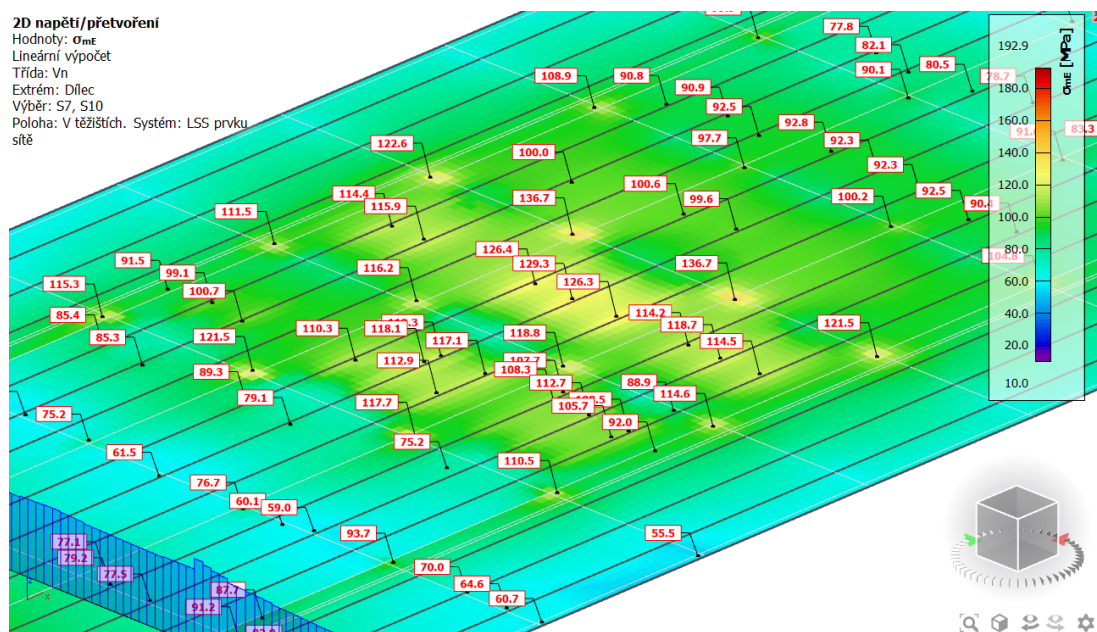
Obr. 125 Vn - řez 2 - napětí v horní desce



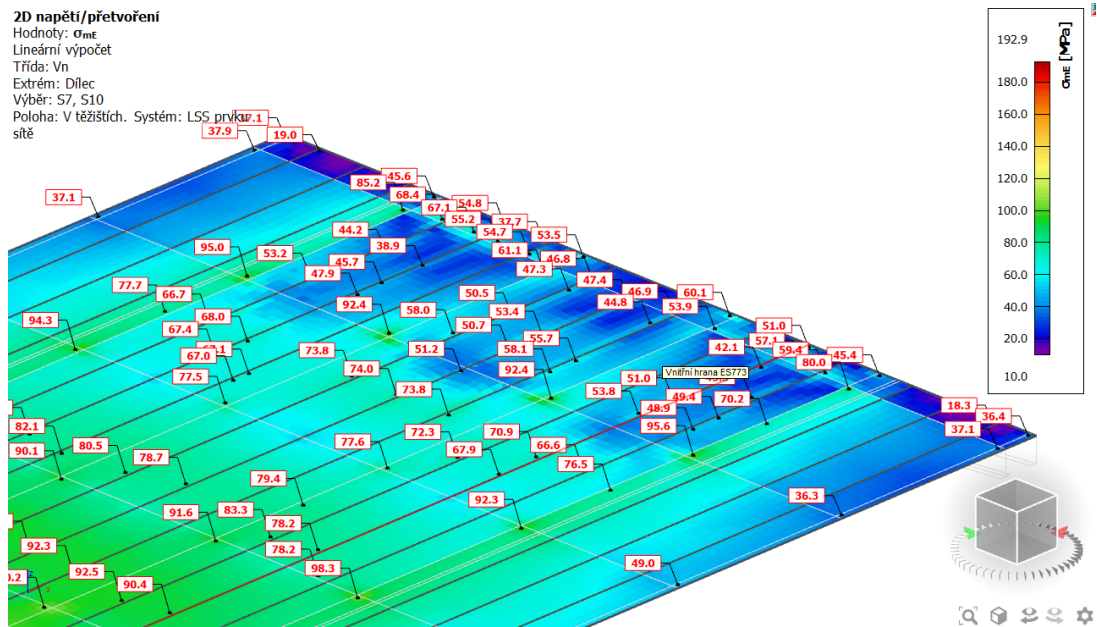
Obr. 126 Vn - řez 3 - napětí v horní desce



Obr. 127 Vn - řez 4a a 4b - napětí v horní desce

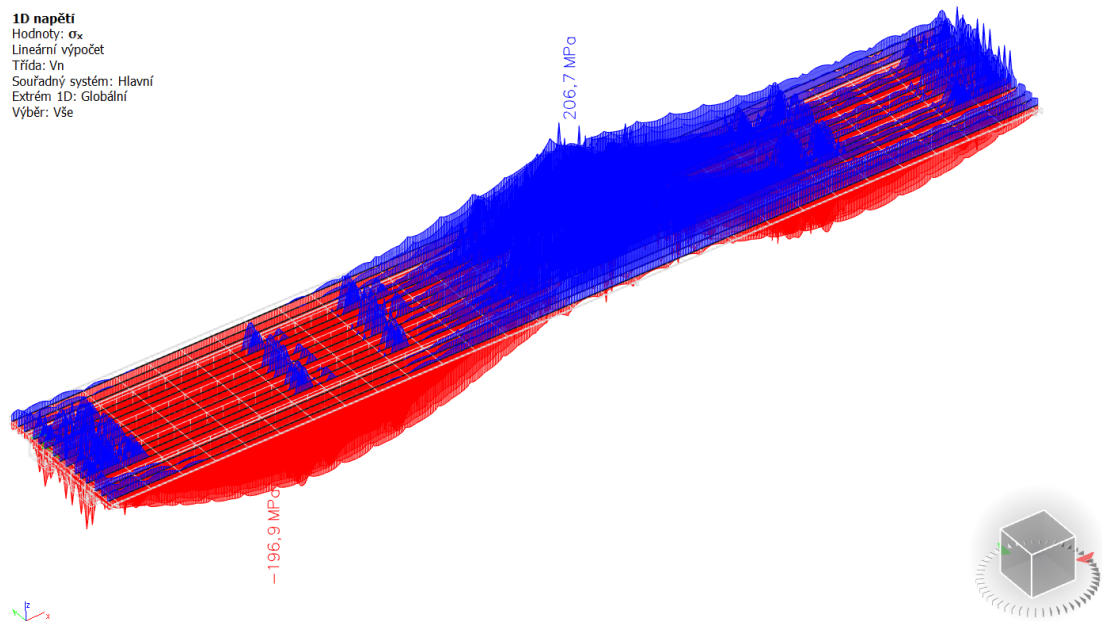


Obr. 128 Vn - řez 5 - napětí v horní desce



Obr. 129 Vn - řez 6 - napětí v horní desce

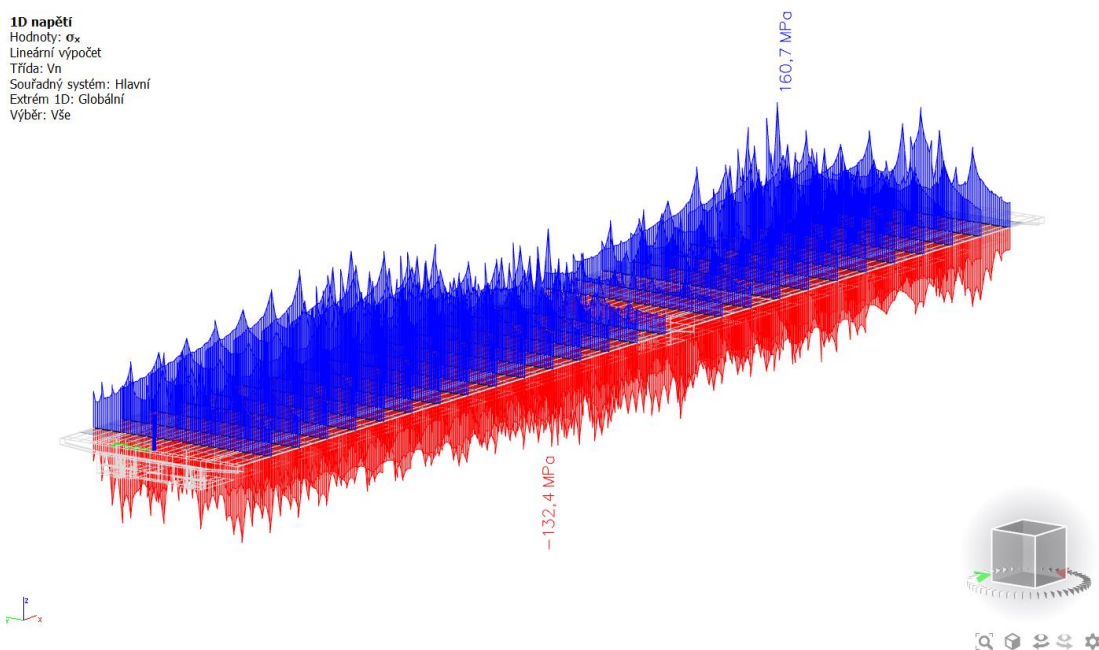
6.6.1.2 Podélné výztuhy horní desky



Obr. 130 Vn - napětí v podélných výztuhách horní desky

6.6.1.3 Příčnický

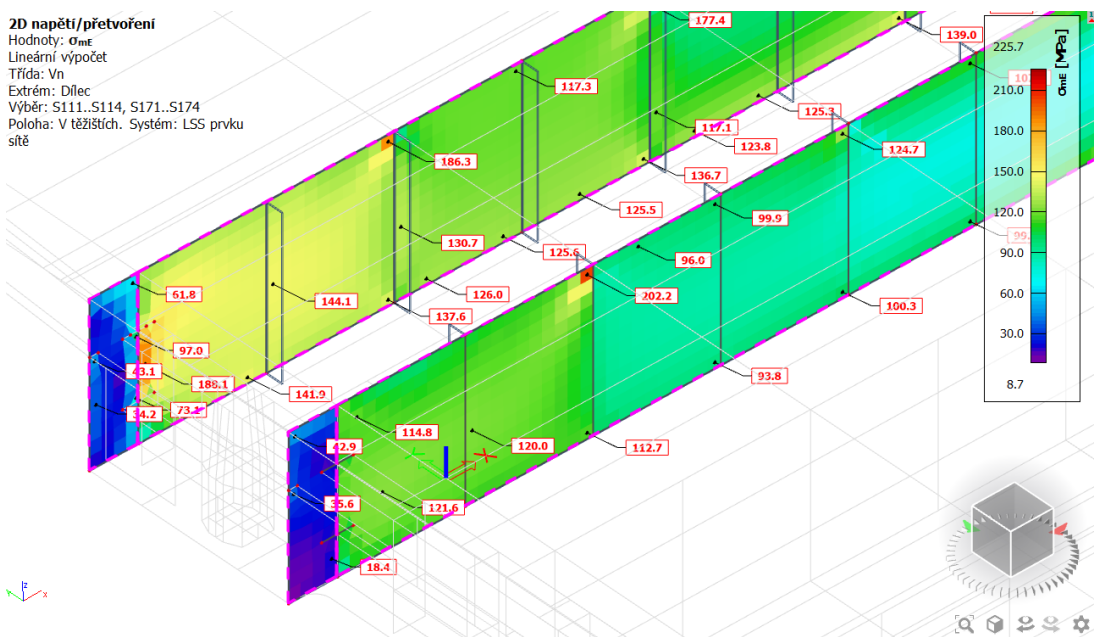
1D napětí
 Hodnoty: σ_x
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém: 1D: Globální
 Výběr: Vše



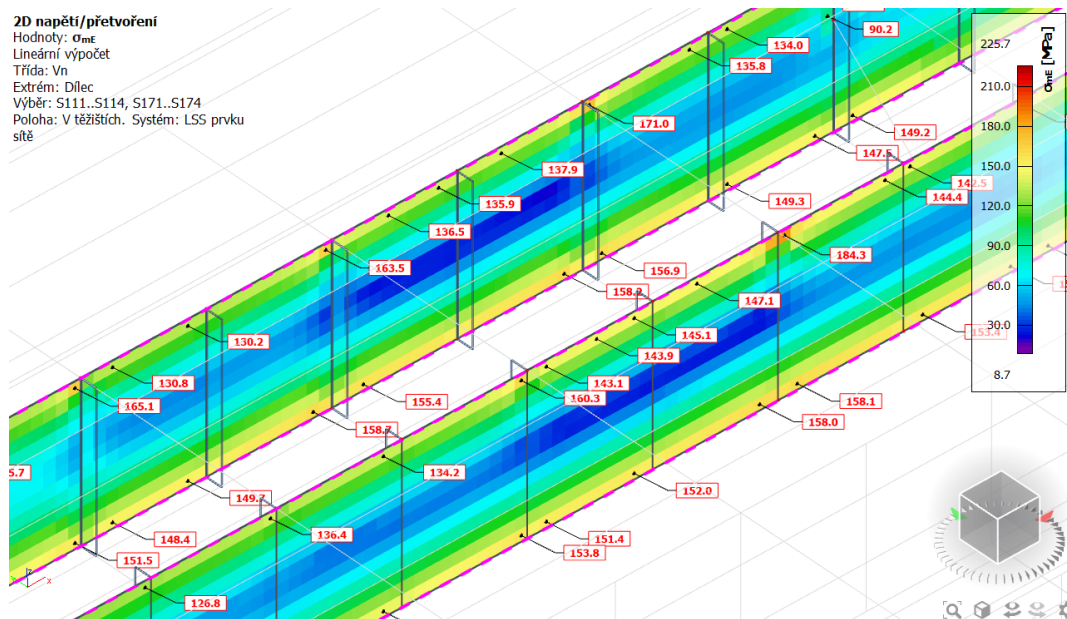
Obr. 131 Vn - napětí v příčnicích

6.6.1.4 Stěny

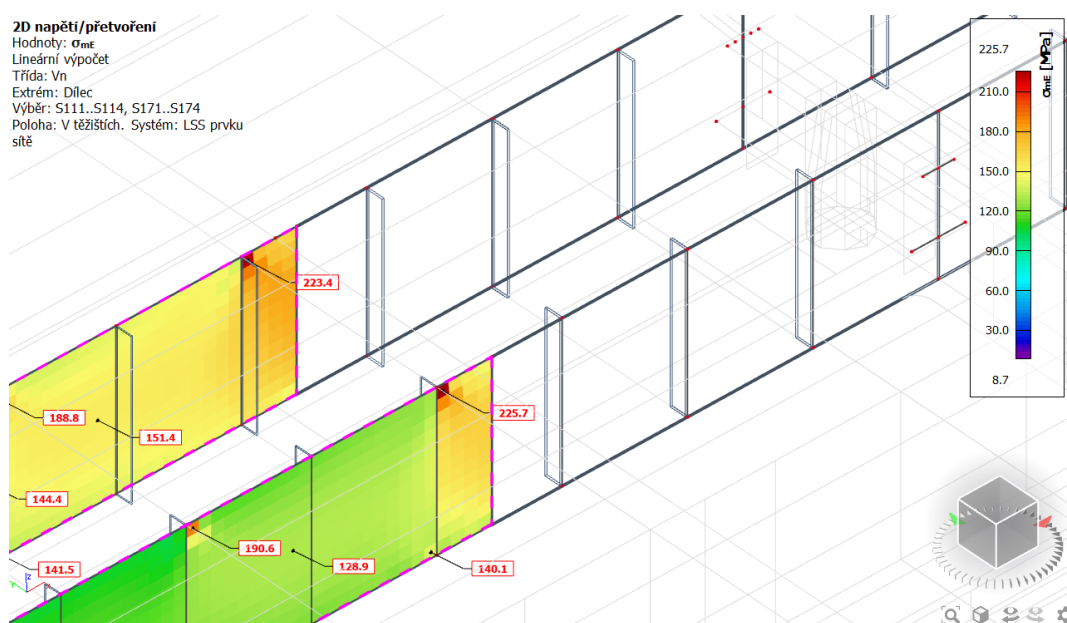
2D napětí/přetvoření
 Hodnoty: σ_{me}
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Extrém: Dílec
 Výběr: S111..S114, S171..S174
 Poloha: V těžších. Systém: LSS prvku
 Síť



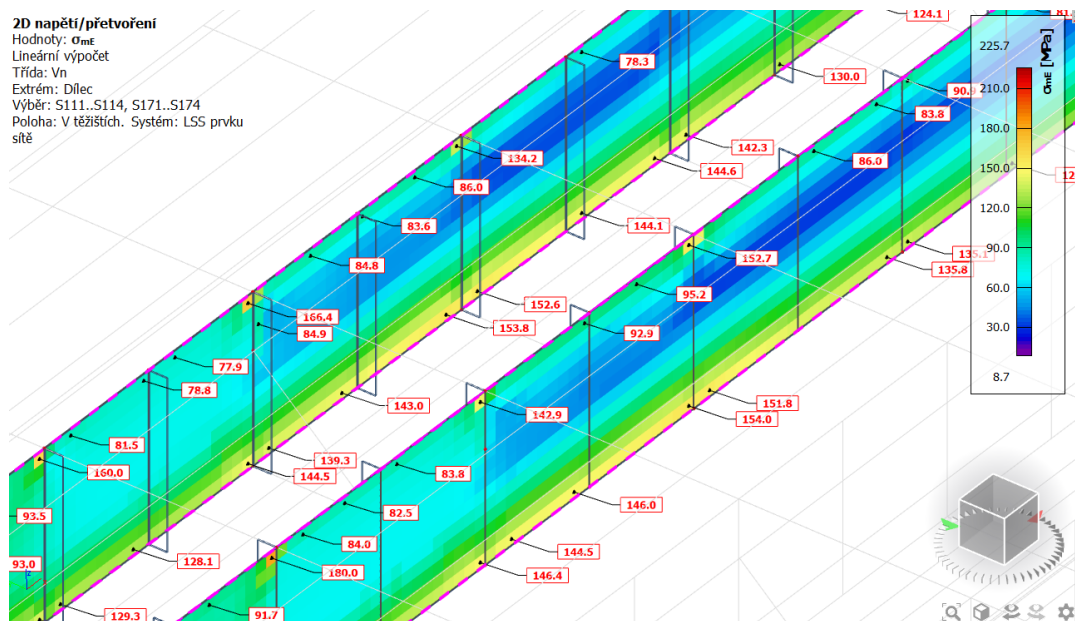
Obr. 132 Vn - řez 0 - napětí ve stěnách



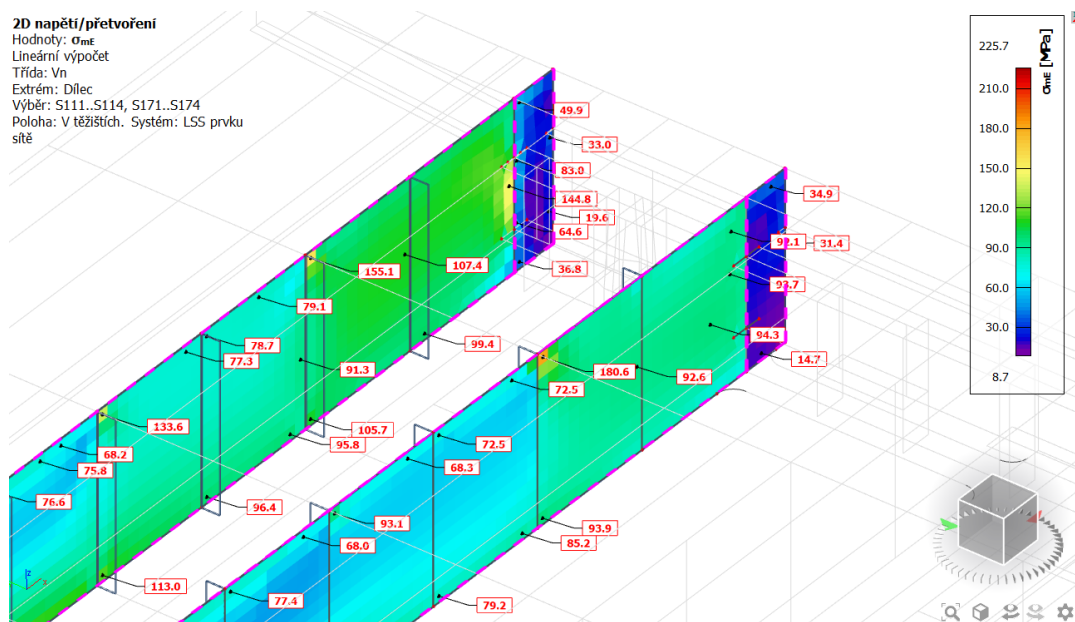
Obr. 133 Vn - řez 1 - napětí ve stěnách



Obr. 134 Vn - řez 2 - napětí ve stěnách

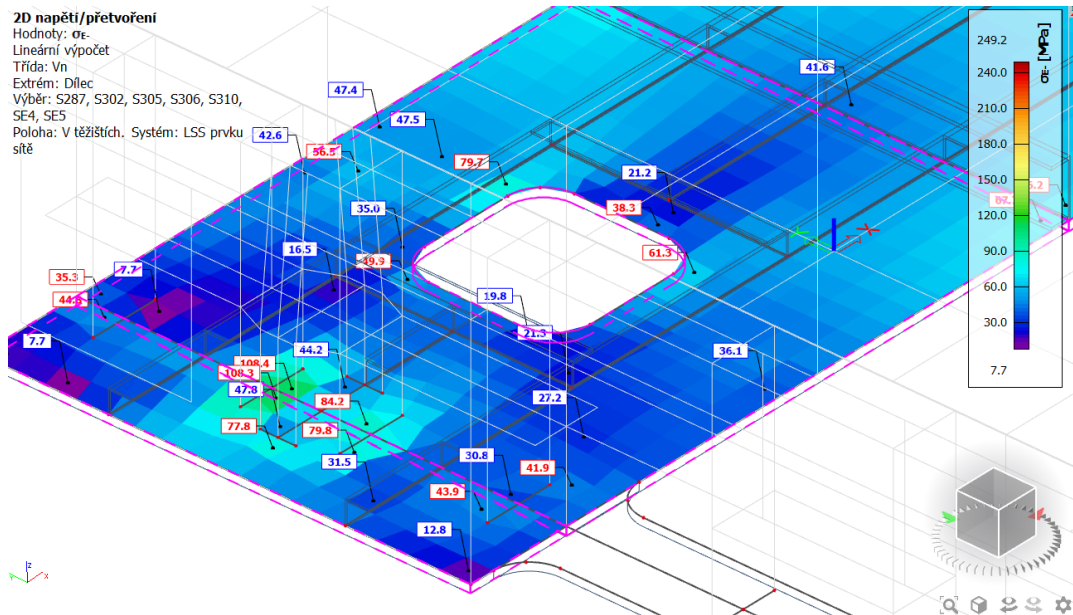


Obr. 137 - řez 5 - napětí ve stěnách Vn

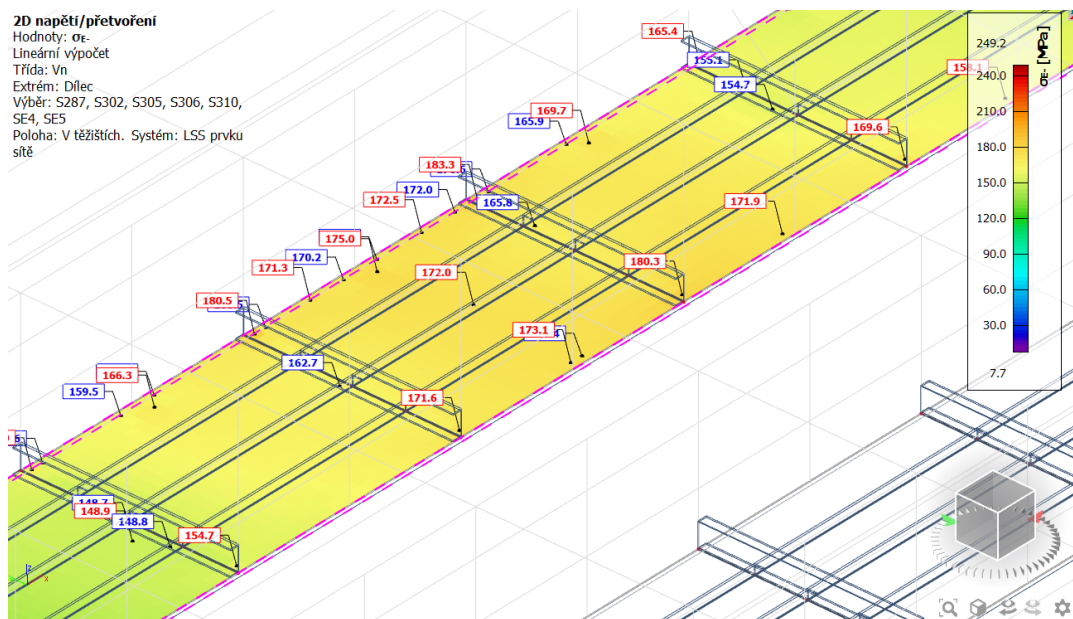


Obr. 138 Vn - řez 6 - napětí ve stěnách

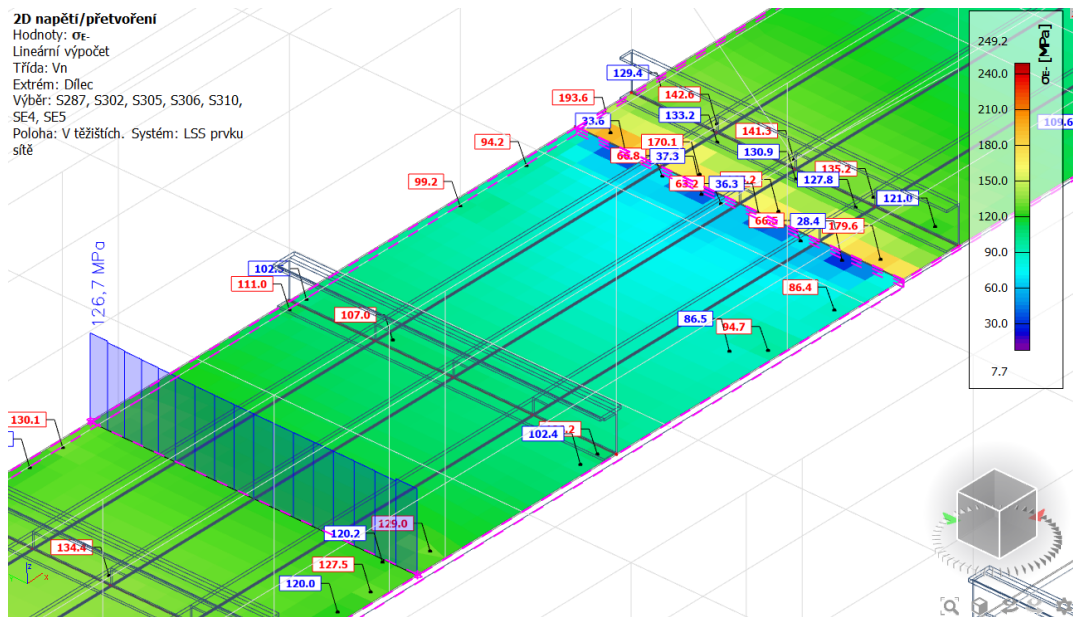
6.6.1.5 Dolní deska



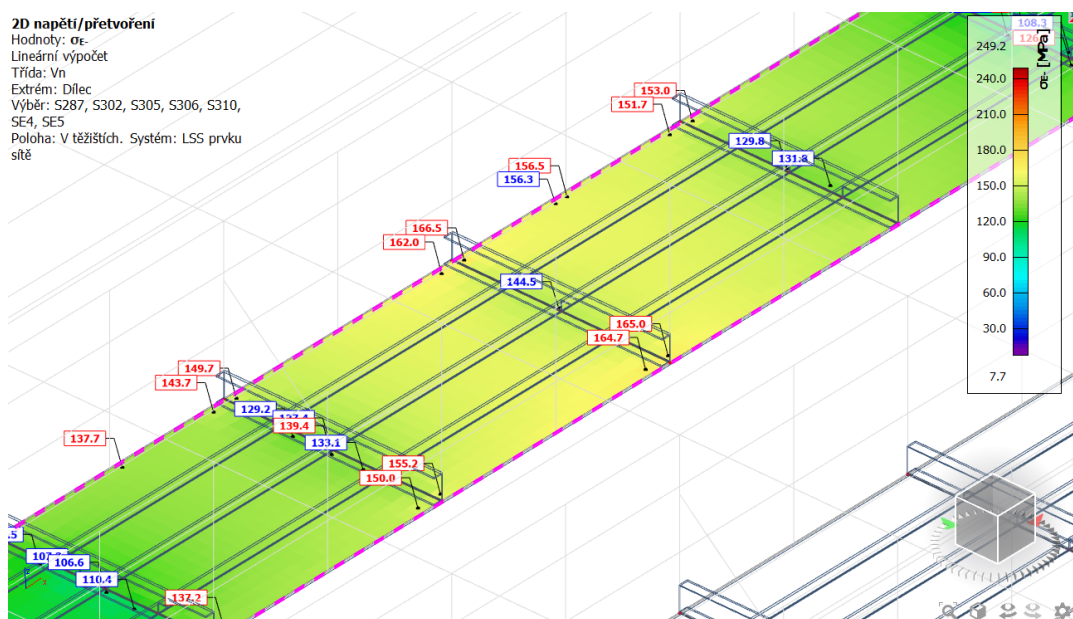
Obr. 139 Vn - řez 0 - napětí v dolní desce



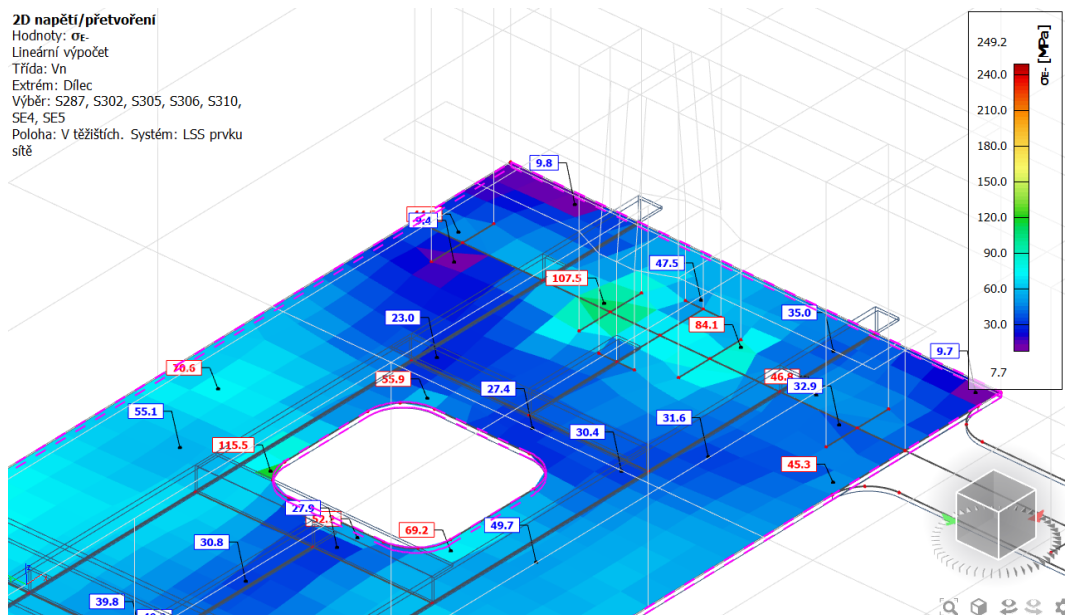
Obr. 140 Vn - řez 1 - napětí v dolní desce



Obr. 143 Vn - řez 4 a 4b - napětí v dolní desce

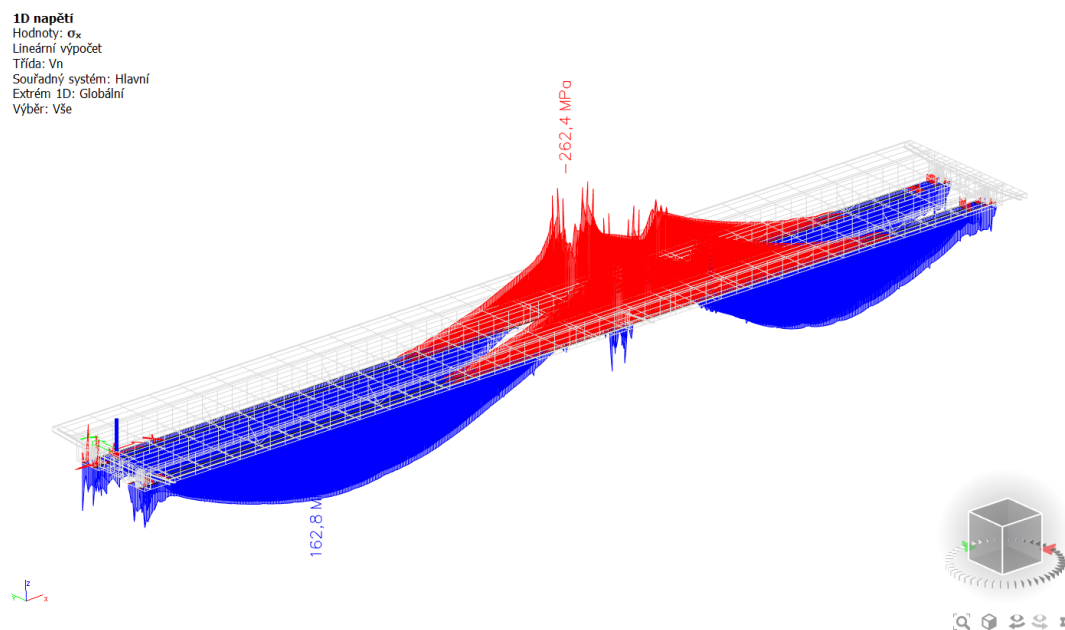


Obr. 144 Vn - řez 5 - napětí v dolní desce



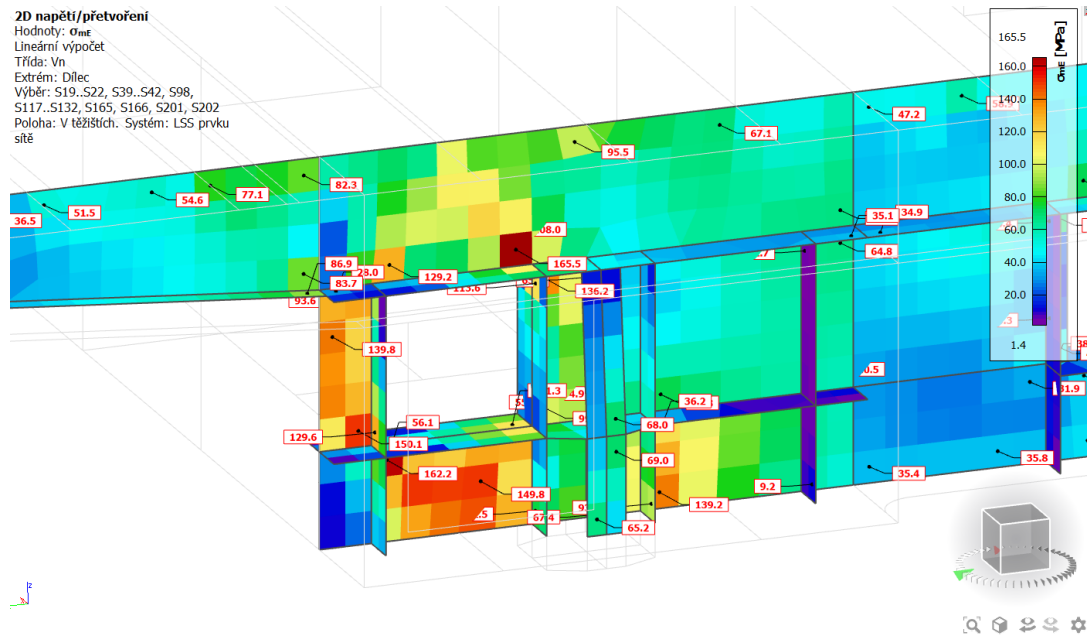
Obr. 145 - řez 6 - napětí v dolní desce Vn

6.6.1.6 Podélné výztuhy dolní desky

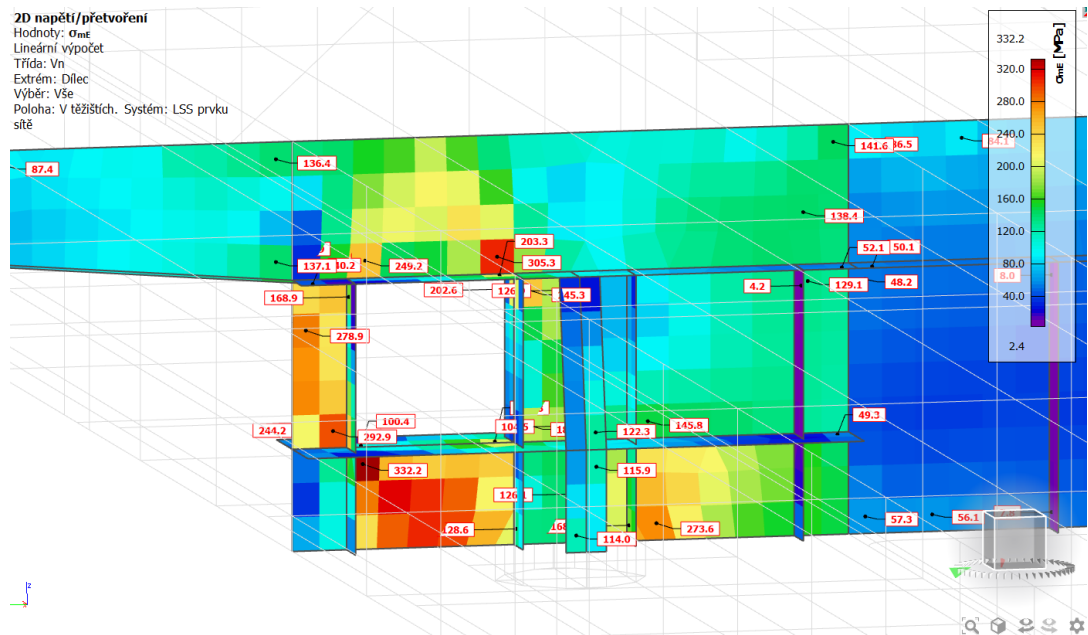


Obr. 146 Vn - napětí v podélných výztuhách dolní desky

6.6.1.7 Nadpodporové příčnický



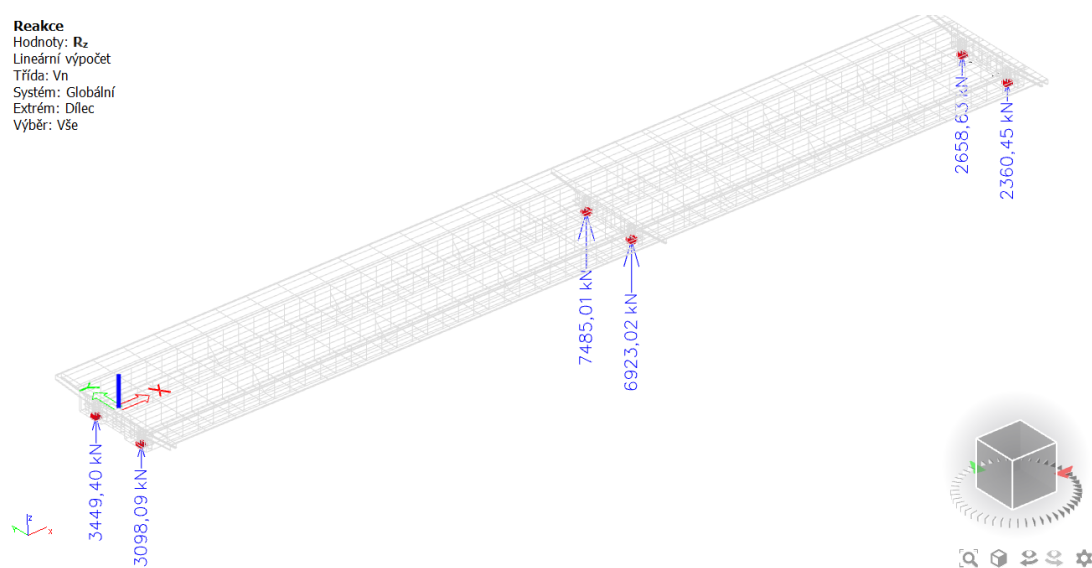
Obr. 147 Vn - P3 - napětí v nadpodporovém příčnický



Obr. 148 Vn - P2 - napětí v nadpodporovém příčnický

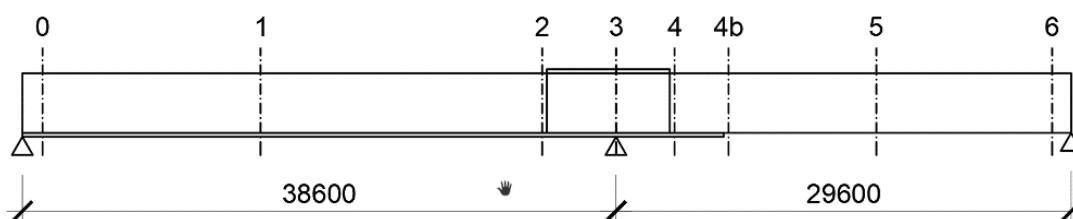
6.6.1.8 Reakce Rz

Reakce
 Hodnoty: Rz
 Lineární výpočet
 Třída: Vn
 Systém: Globální
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše



Obr. 149 Vn - obálka reakcí Rz

6.6.1.9 Shrnutí Vn



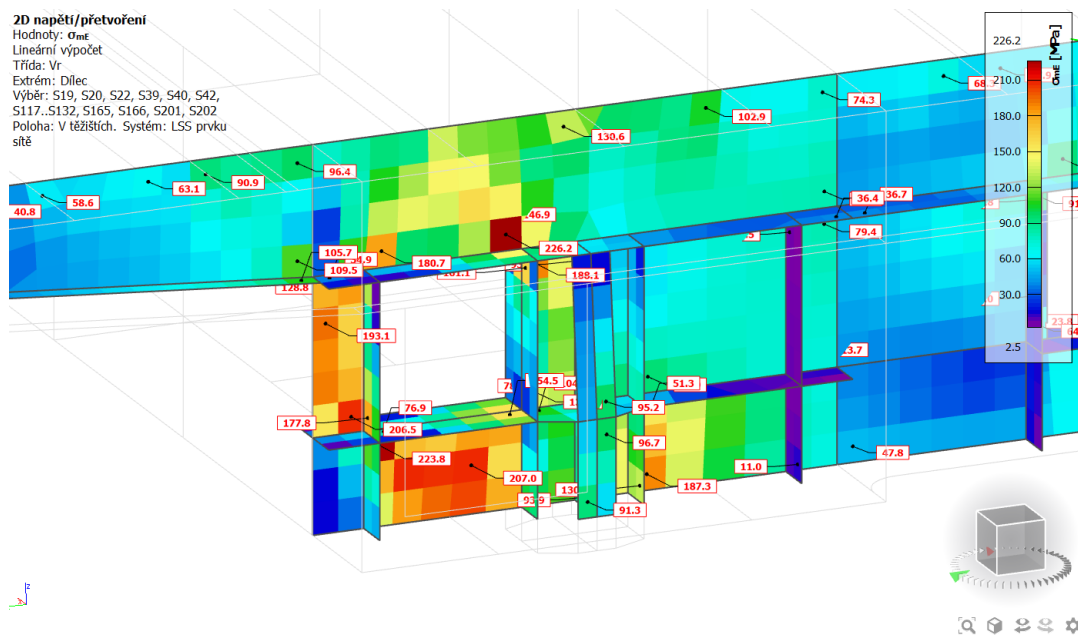
Obr. 150 Číslování posuzovaných řezu

Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - Vn									
Shrnutí součinitelů boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice	kraj	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	střed komory	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	mezi komorami	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Stěna	boulení v tlaku	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	0.81	1.00	1.00
	boulení smyk	0.82	1.00	0.83	1.00	0.81	0.81	1.00	0.81
	celkem	0.82	1.00	0.75	1.00	0.74	0.66	1.00	0.81
Dolní pásnice		1.00	1.00	0.95	0.81	0.91	0.66	1.00	1.00
Redukovaná mez kluzu v závislosti na tloušťce materiálu									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	355	355	355	355	355	355	355
Stěny		355	355	355	345	355	355	355	355
Dolní pásnice		335	335	335	335	335	345	345	345
Redukovaná mez kluzu součinitelem boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	348	355	355	355	355	354	355
Stěny		293	355	267	345	263	234	355	288
Dolní pásnice		335	335	318	272	305	227	345	345
Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - horní/spodní deska, stěny									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		113.6	192.9	129.3	228	139.2	90.9	136.7	95
Stěny		188	184	226	190.2	217	141	154	181
Dolní pásnice		108	180	97	249	126	193	165	108
Posouzení / využití									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		32%	55%	36%	64%	39%	26%	39%	27%
Stěny		64%	52%	85%	55%	82%	60%	43%	63%
Dolní pásnice		32%	54%	30%	92%	41%	85%	48%	31%

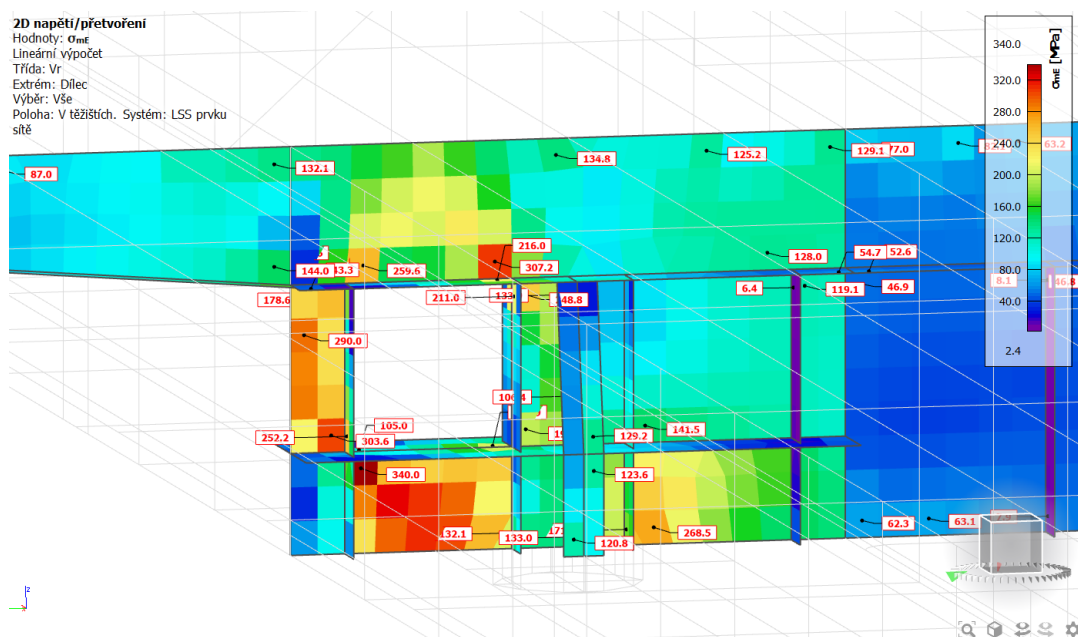
Tab. 45 Shrnutí výsledků normální zatížitelnosti MRN a posouzení

6.6.2 Výhradní zatížitelnost 210 t

6.6.2.1 Nadpodporové příčnky



Obr. 151 Vr - P3 - napětí v nadpodporovém příčnku



Obr. 152 Vr - P2 - napětí v nadpodporovém příčnku

6.6.2.2 Shrnutí Vr

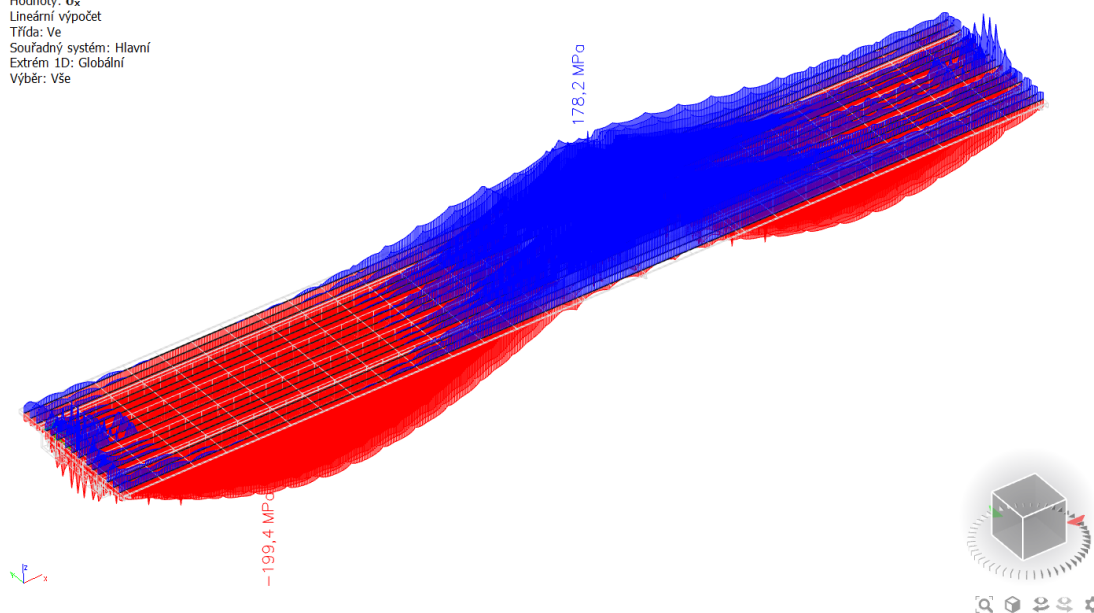
Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - Vr									
Shrnutí součinitelů boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice	kraj	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
	střed komory	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
	mezi komorami	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
Stěna	boulení v tlaku	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	0.81	1.00	1.00
	boulení smyk	0.82	1.00	0.83	1.00	0.81	0.81	1.00	0.81
	celkem	0.82	1.00	0.75	1.00	0.74	0.66	1.00	0.81
Dolní pásnice		1.00	1.00	0.95	0.81	0.92	0.67	1.00	1.00
Redukovaná mez kluzu v závislosti na tloušťce materiálu									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	355	355	355	355	355	355	355
Stěny		355	355	355	345	355	355	355	355
Dolní pásnice		335	335	335	335	335	345	345	345
Redukovaná mez kluzu součinitelem boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	346	355	355	355	355	350	355
Stěny		293	355	267	345	263	234	355	288
Dolní pásnice		335	335	318	273	307	230	345	345
Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - horní/spodní deska, stěny									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		145	214	138	223	125	101	165	125
Stěny		264	191	237	180	201	172	200	226
Dolní pásnice		149	200	95	245	119	186	209	165
Posouzení / využití									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		41%	62%	39%	63%	35%	28%	47%	35%
Stěny		90%	54%	89%	52%	76%	74%	56%	78%
Dolní pásnice		44%	60%	30%	90%	39%	81%	61%	48%

Tab. 46 Shrnutí výsledků výhradní zatížitelnosti MRN a posouzení

6.6.3 Výjimečná zatížitelnost 397 t

6.6.3.1 Podélné výztuhy horní desky

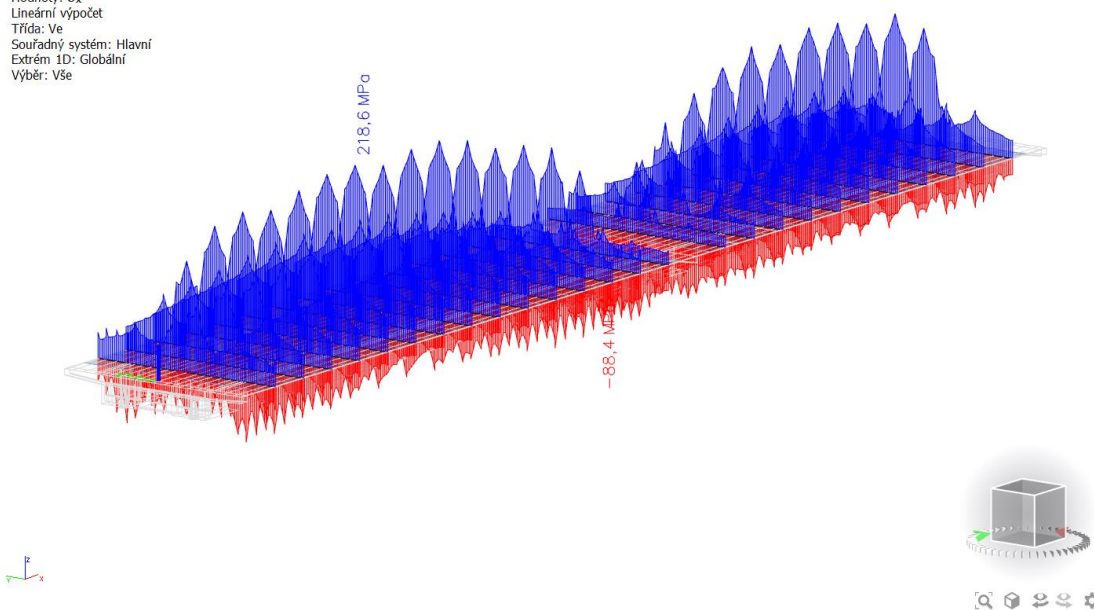
1D napětí
Hodnoty: σ_x
Lineární výpočet
Třída: Ve
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše



Obr. 153 Ve - napětí v podélných výztuhách horní desky

6.6.3.2 Příčnický

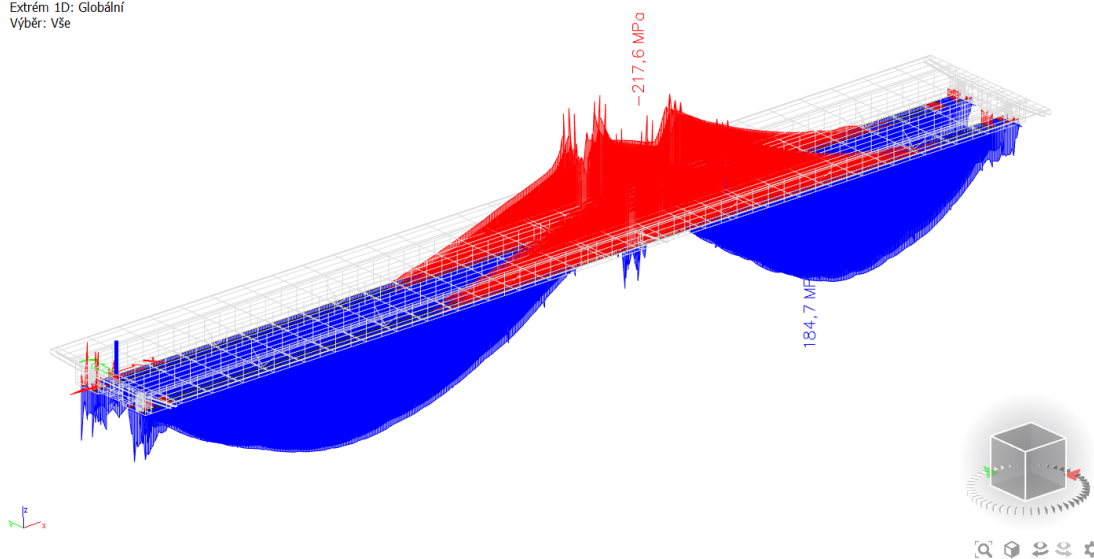
1D napětí
Hodnoty: σ_x
Lineární výpočet
Třída: Ve
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše



Obr. 154 Ve - napětí v příčnicích

6.6.3.3 Podélné výztuhy dolní desky

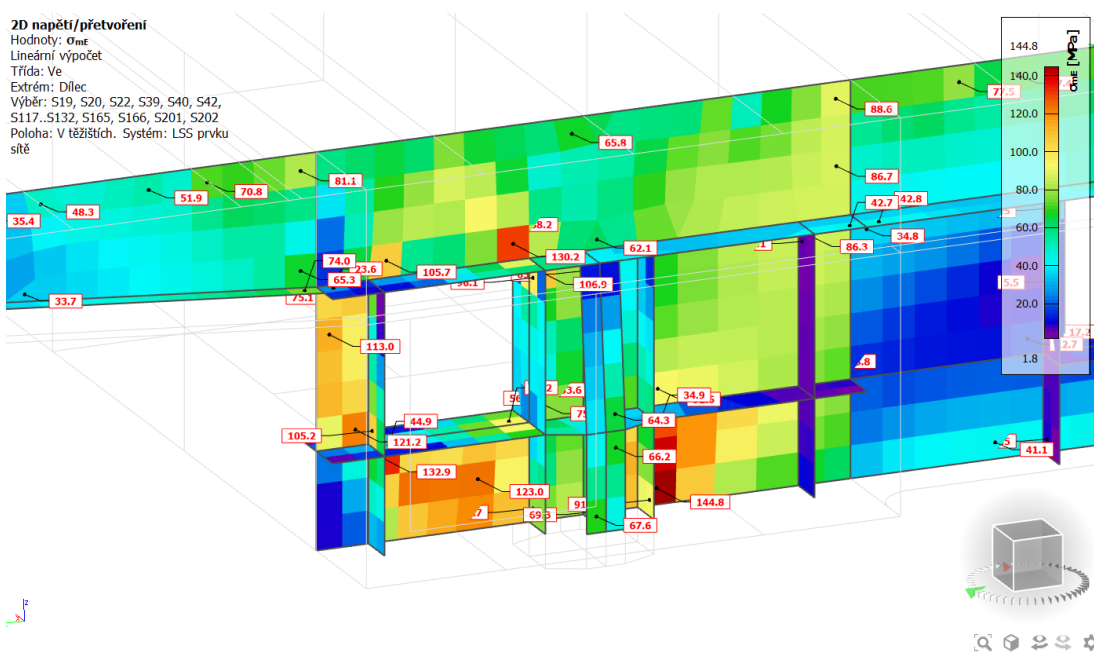
1D napětí
 Hodnoty: σ_x
 Lineární výpočet
 Třída: Ve
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše



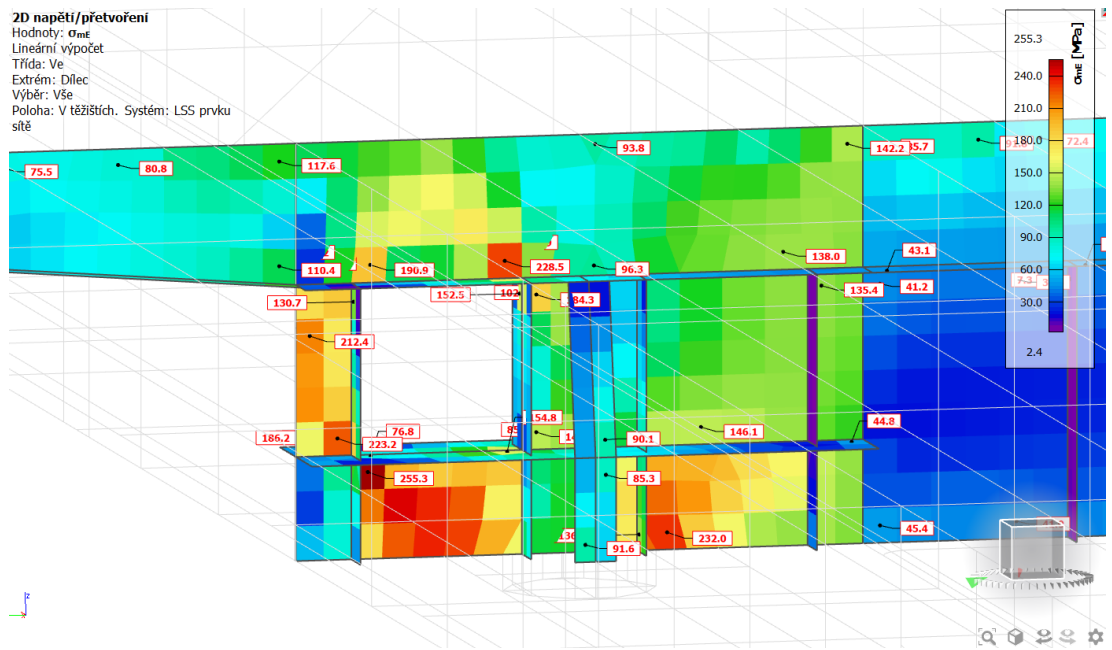
Obr. 155 Ve - napětí v podélných výztuhách spodní desky

6.6.3.4 Nadpodporové příčnice

2D napětí/přetvoření
 Hodnoty: σ_{mE}
 Lineární výpočet
 Třída: Ve
 Extrém: Dílec
 Výběr: S19, S20, S22, S39, S40, S42, S117, S132, S165, S166, S201, S202
 Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku sítě



Obr. 156 Ve - P3 - napětí v nadpodporovém příčniku

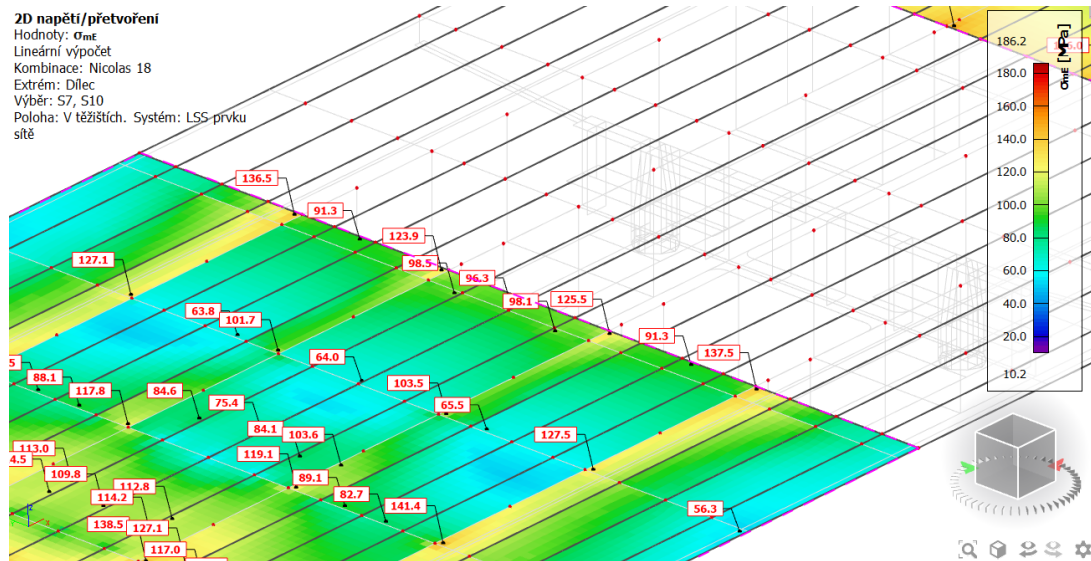


Obr. 157 Ve - P2 - napětí v nadpodporovém příčniku

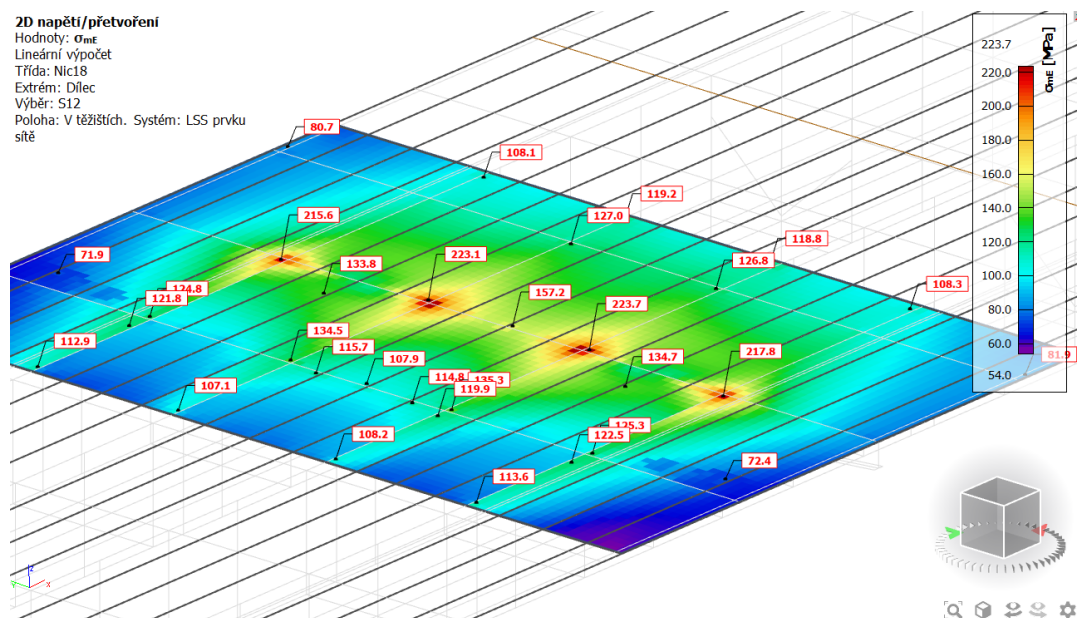
6.6.3.5 Shrnutí Ve

Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - Ve									
Shrnutí součinitelů boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice	kraj	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	střed komory	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	mezi komorami	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
Stěna	boulení v tlaku	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	0.81	1.00	1.00
	boulení smyk	0.82	1.00	0.83	1.00	0.81	0.81	1.00	0.81
	celkem	0.82	1.00	0.75	1.00	0.74	0.66	1.00	0.81
Dolní pásnice		1.00	1.00	0.95	0.84	0.91	0.63	1.00	1.00
Redukovaná mez kluzu v závislosti na tloušťce materiálu									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	355	355	355	355	355	355	355
Stěny		355	355	355	345	355	355	355	355
Dolní pásnice		335	335	335	335	335	345	345	345
Redukovaná mez kluzu součinitelem boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	348	355	355	355	355	353	355
Stěny		293	355	267	345	263	234	355	288
Dolní pásnice		335	335	319	280	305	218	345	345
Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - horní/spodní deska, stěny									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		110	196	130	201	137	99	144	85
Stěny		163	175	193	170	177	151	180	136
Dolní pásnice		95	202	94	213	126	217	200	92
Posouzení / využití									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		31%	56%	37%	57%	38%	28%	41%	24%
Stěny		56%	49%	72%	49%	67%	64%	51%	47%
Dolní pásnice		28%	60%	30%	76%	41%	100%	58%	27%

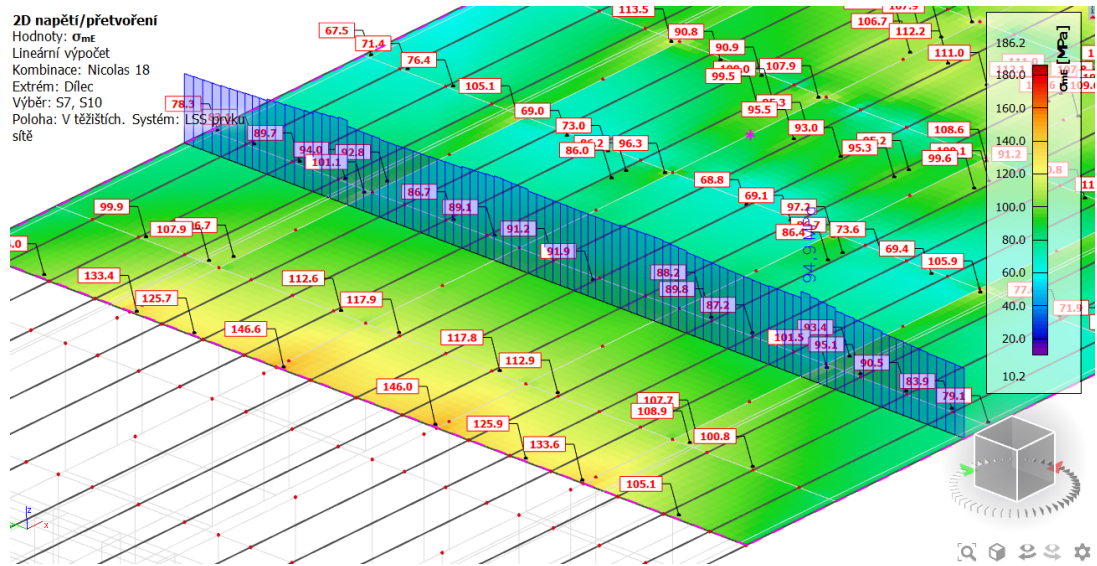
Tab. 47 Shrnutí výsledků výjimečné zatížitelnosti MRN a posouzení



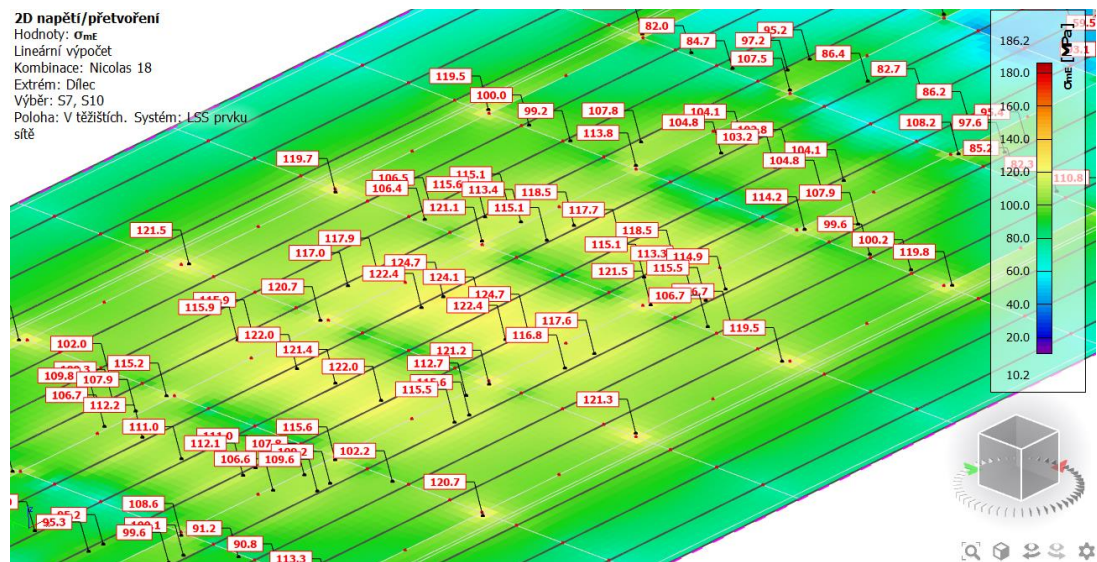
Obr. 160 Nicolas 18 - řez 2 - napětí v horní desce



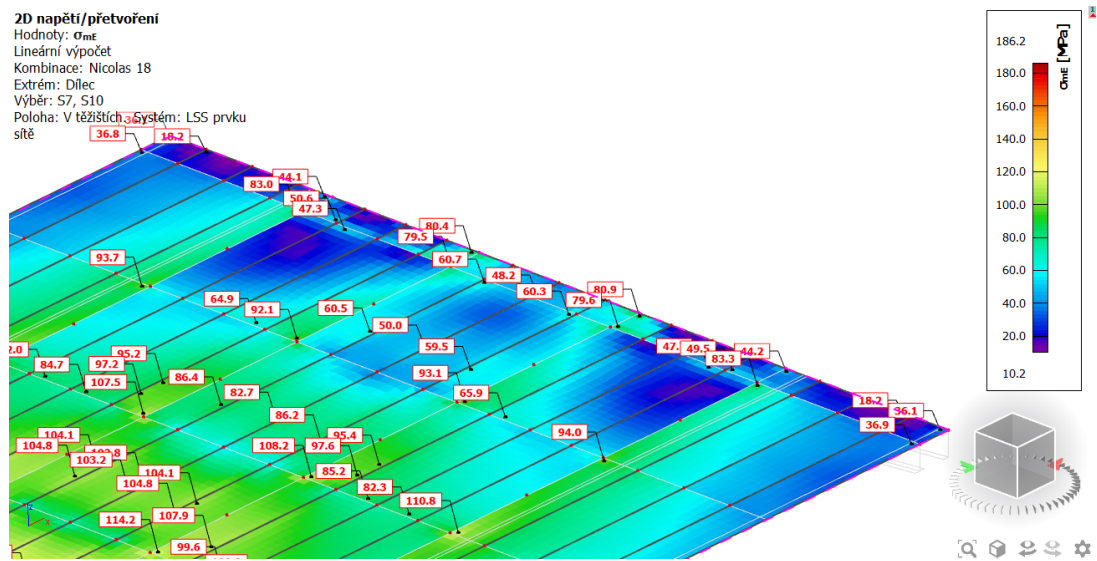
Obr. 161 Nicolas 18 - řez 3 - napětí v horní desce



Obr. 162 Nicolas 18 - řez 4 a 4b - napětí v horní desce

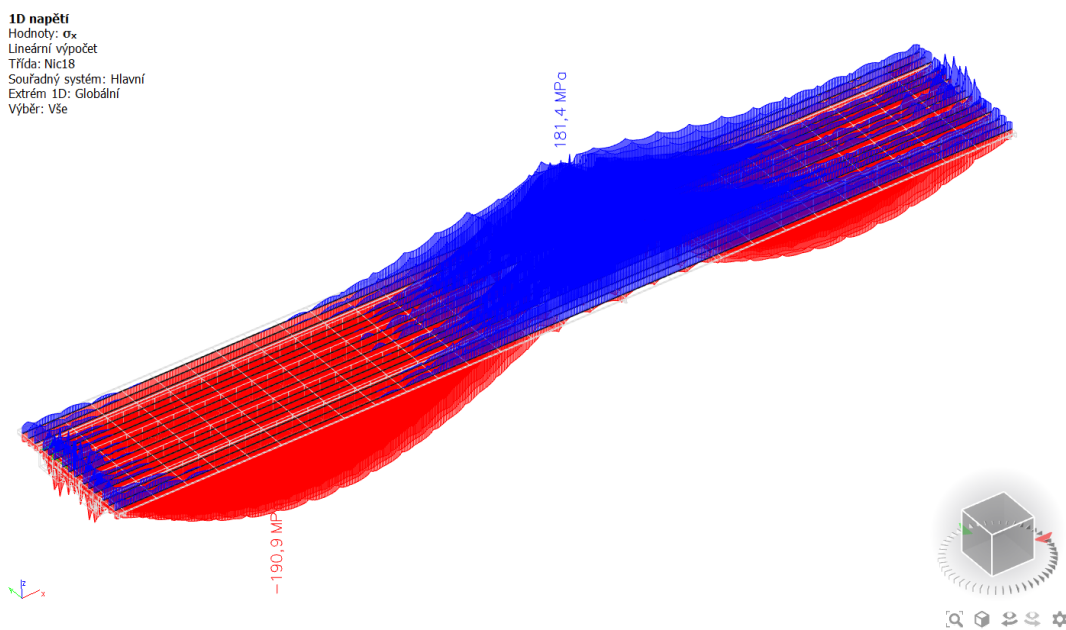


Obr. 163 Nicolas 18 - řez 5 - napětí v horní desce



Obr. 164 Nicolas 18 - řez 6 - napětí v horní desce

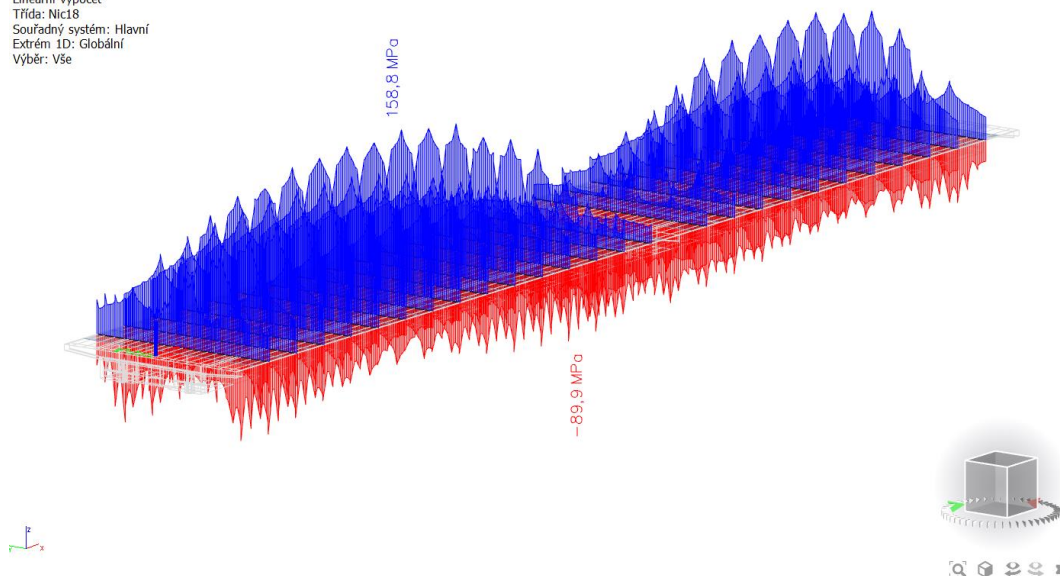
6.6.4.2 Podélné výtuhy horní desky



Obr. 165 Nicolas 18 - napětí v podélných výtuhách horní desky

6.6.4.3 Příčnický

1D napětí
Hodnoty: σ_x
Lineární výpočet
Třída: Nic18
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše

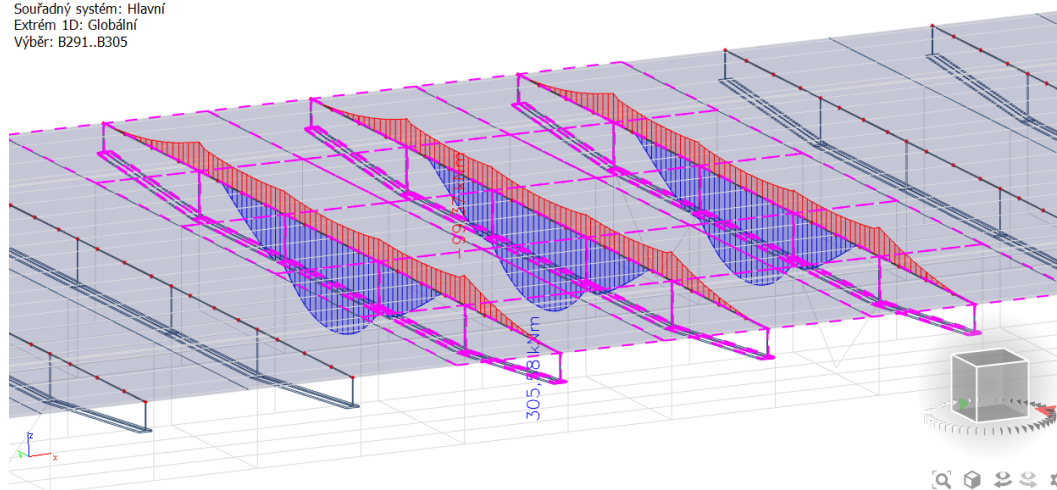


Obr. 166 Nicolas 18 - napětí v příčnicích

6.6.4.3.1 Posouzení příčnicků

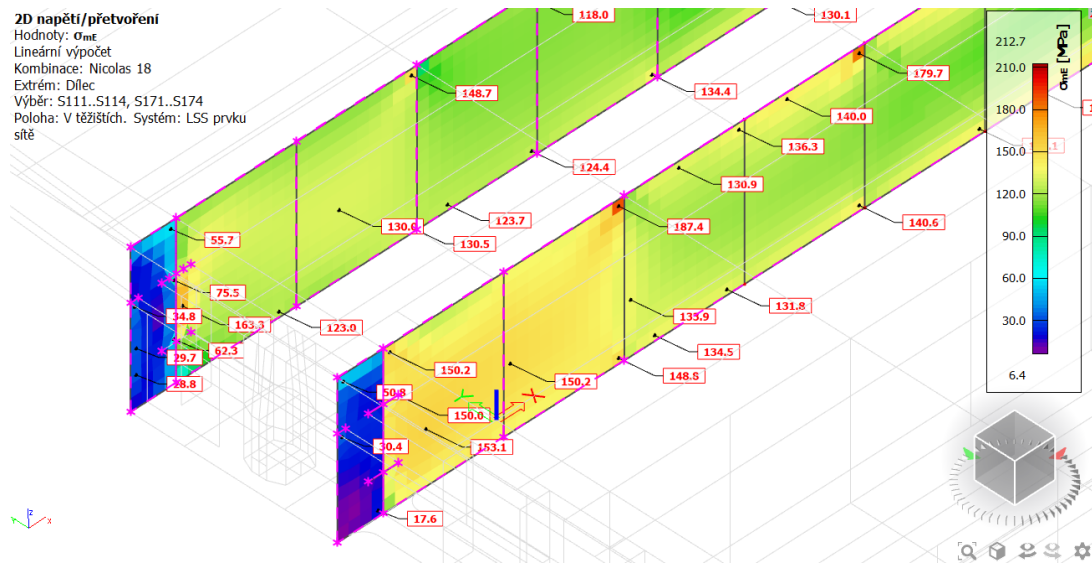
Posouzení stačí podle napětí, protože účinek na příčnický není větší než u předchozích zatížitelností.

1D vnitřní síly
Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Třída: Nic18
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: B291..B305

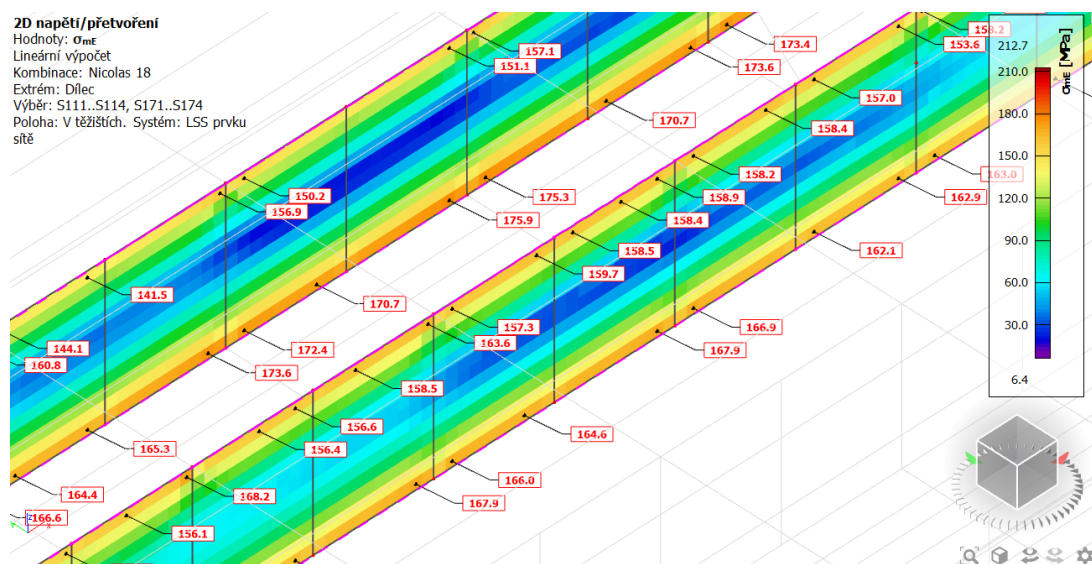


Obr. 167 Nicolas 18 - obálka momentů na nejvíce namáhaných příčnicích

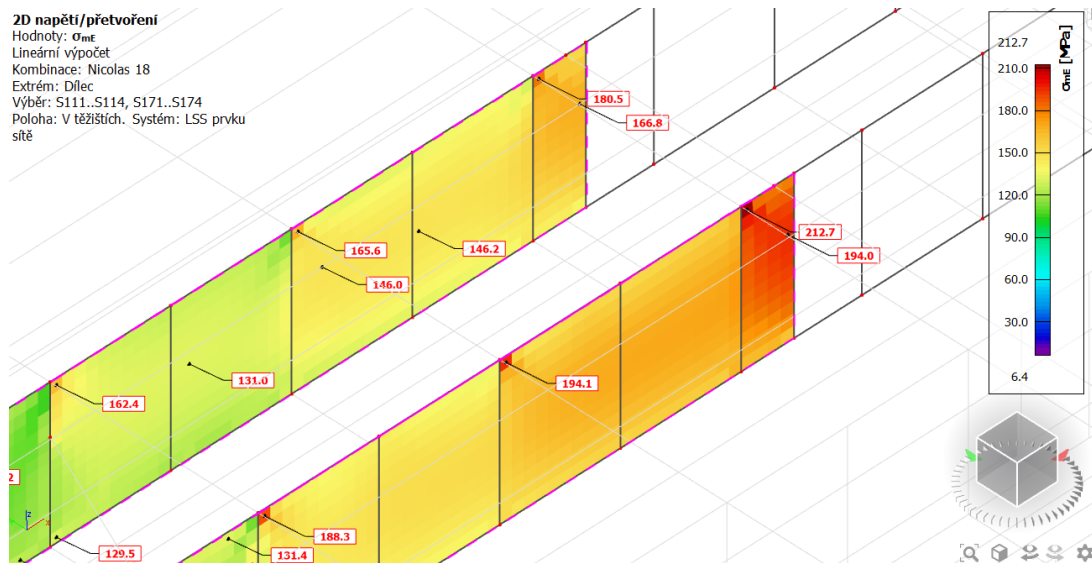
6.6.4.4 Stěny



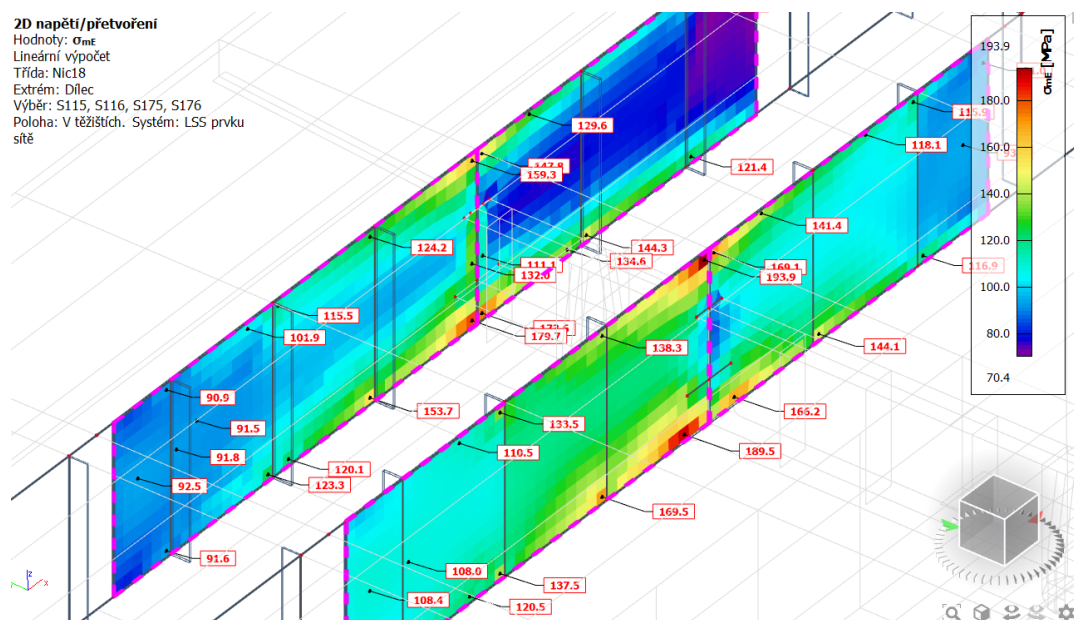
Obr. 168 Nicolas 18 - řez 0 - napětí ve stěnách



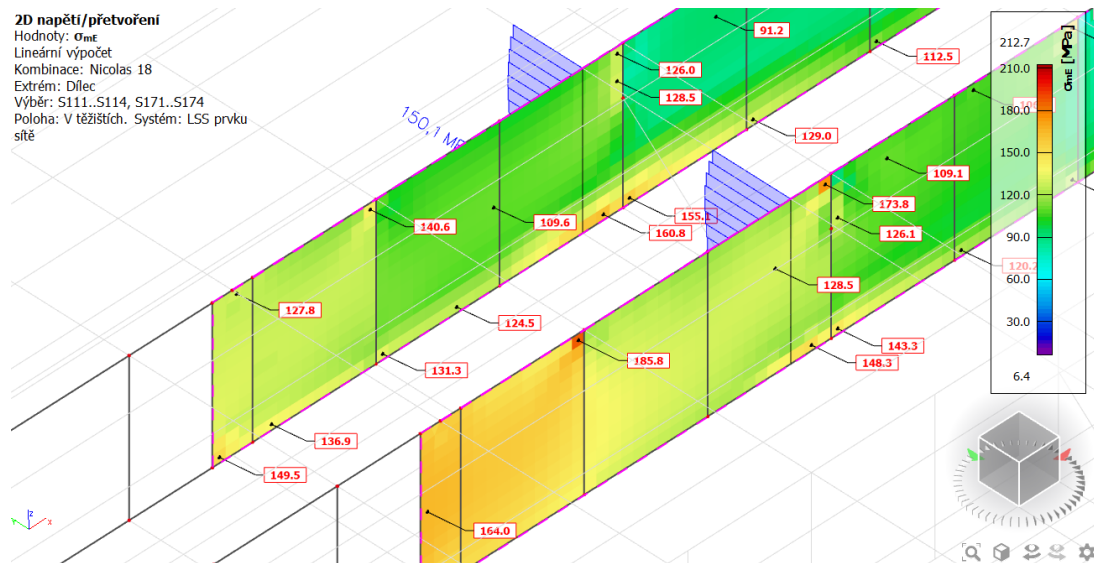
Obr. 169 Nicolas 18 - řez 1 - napětí ve stěnách



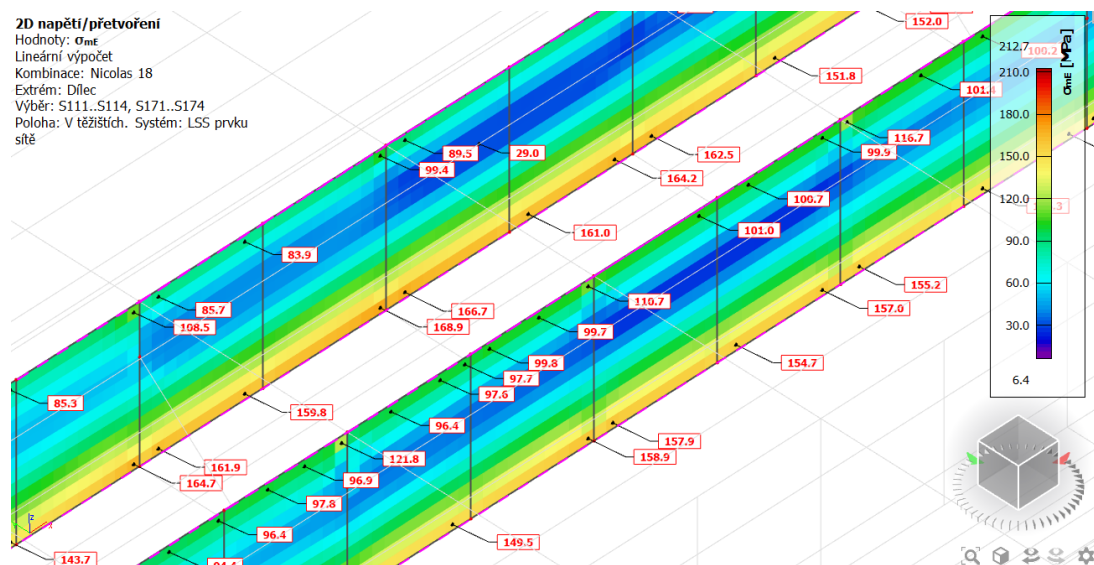
Obr. 170 Nicolas 18 - řez 2 - napětí ve stěnách



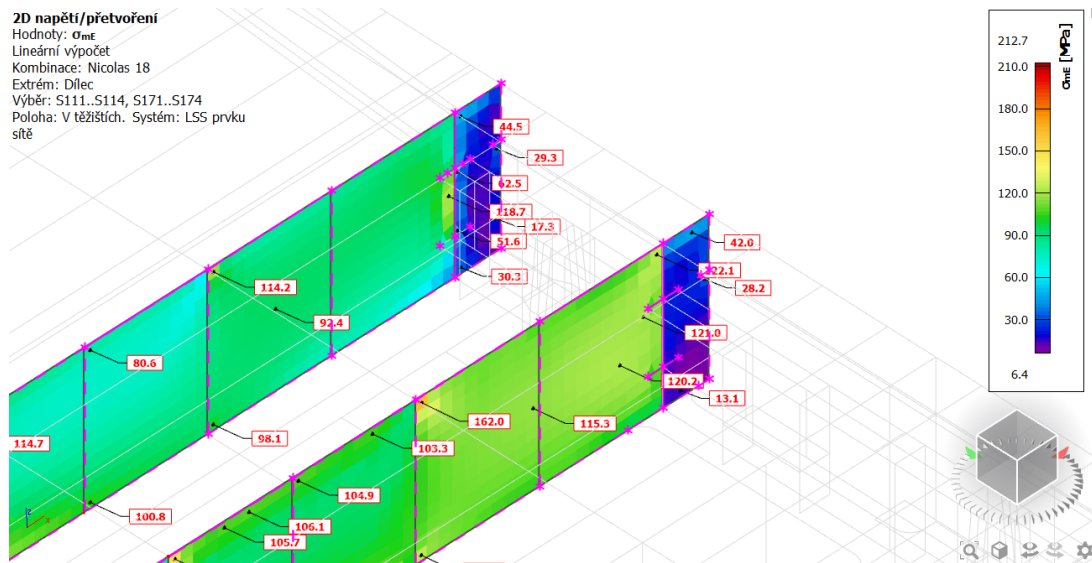
Obr. 171 Nicolas 18 - řez 3 - napětí ve stěnách



Obr. 172 Nicolas 18 - řez 4 a 4b - napětí ve stěnách

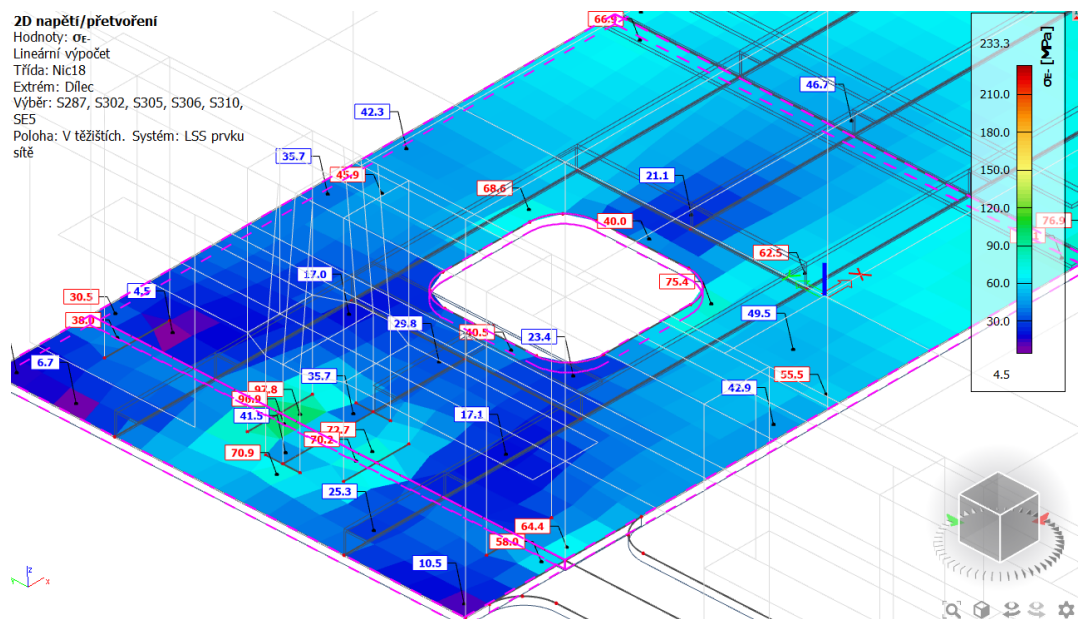


Obr. 173 Nicolas 18 - řez 5 - napětí ve stěnách

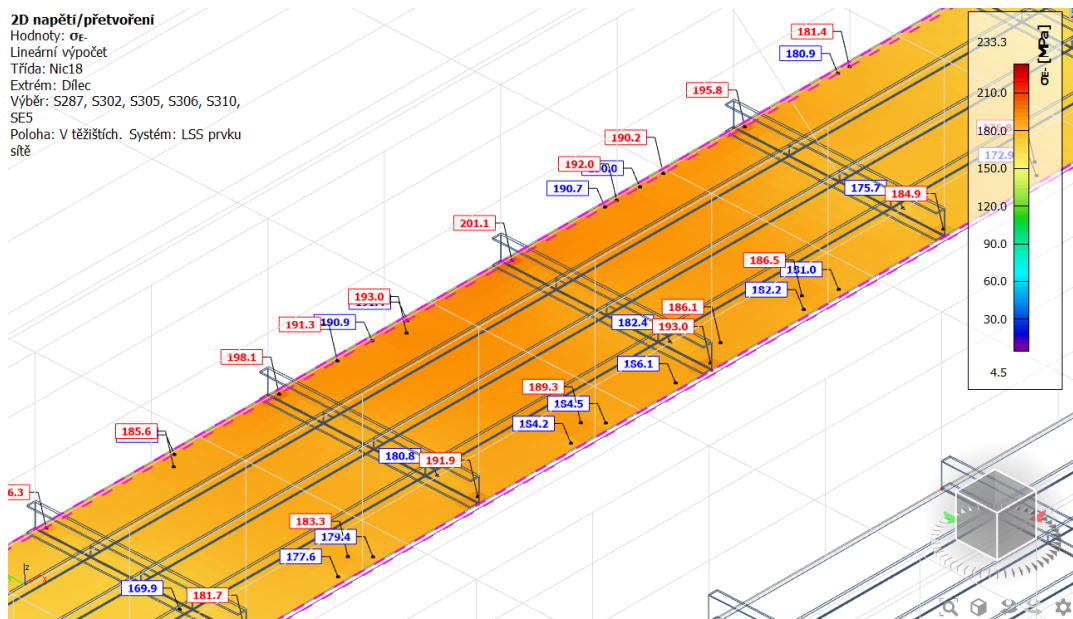


Obr. 174 Nicolas 18 - řez 6 - napětí ve stěnách

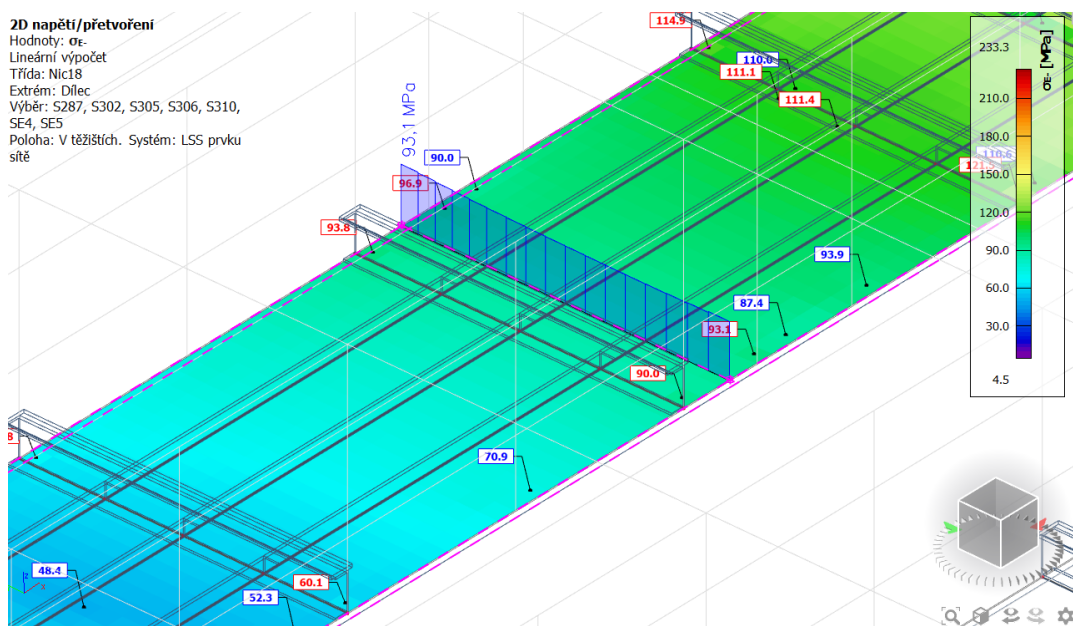
6.6.4.5 Dolní deska



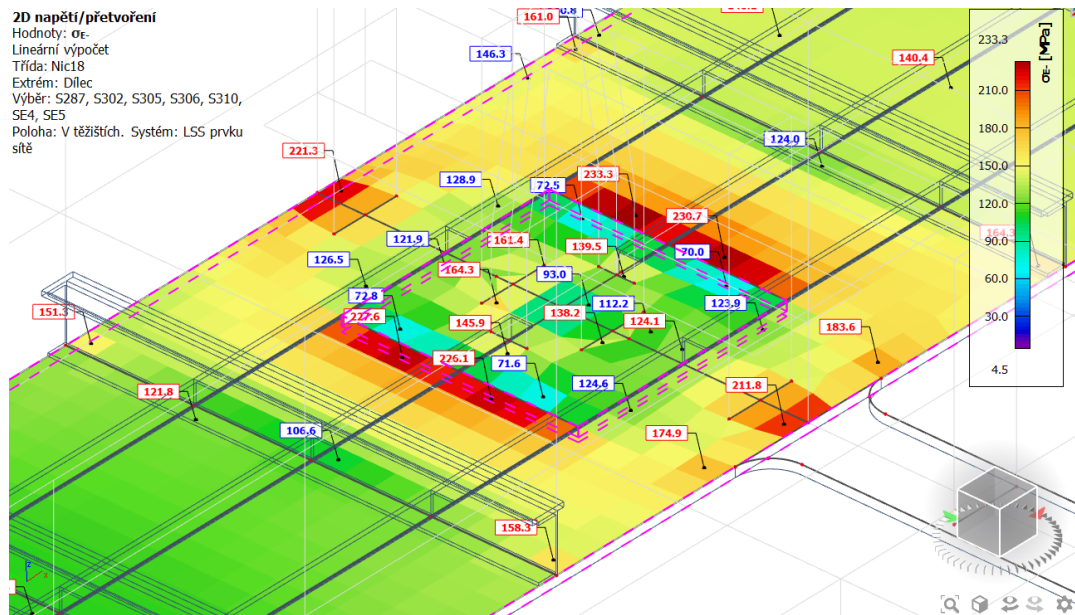
Obr. 175 Nicolas 18 - řez 0 - napětí v dolní desce



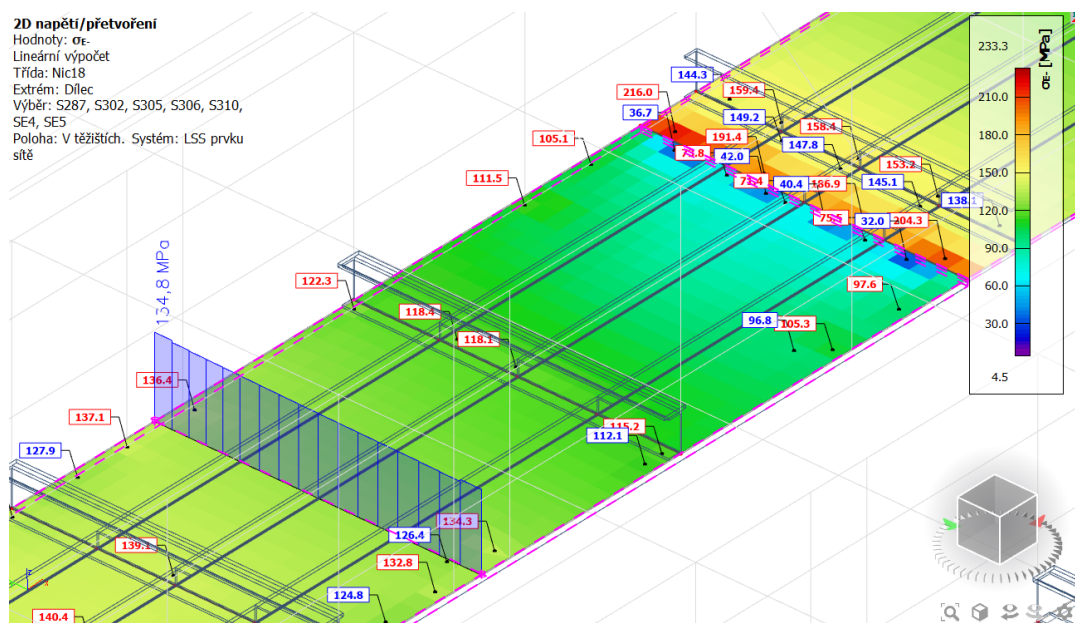
Obr. 176 Nicolas 18 - řez 1 - napětí v dolní desce



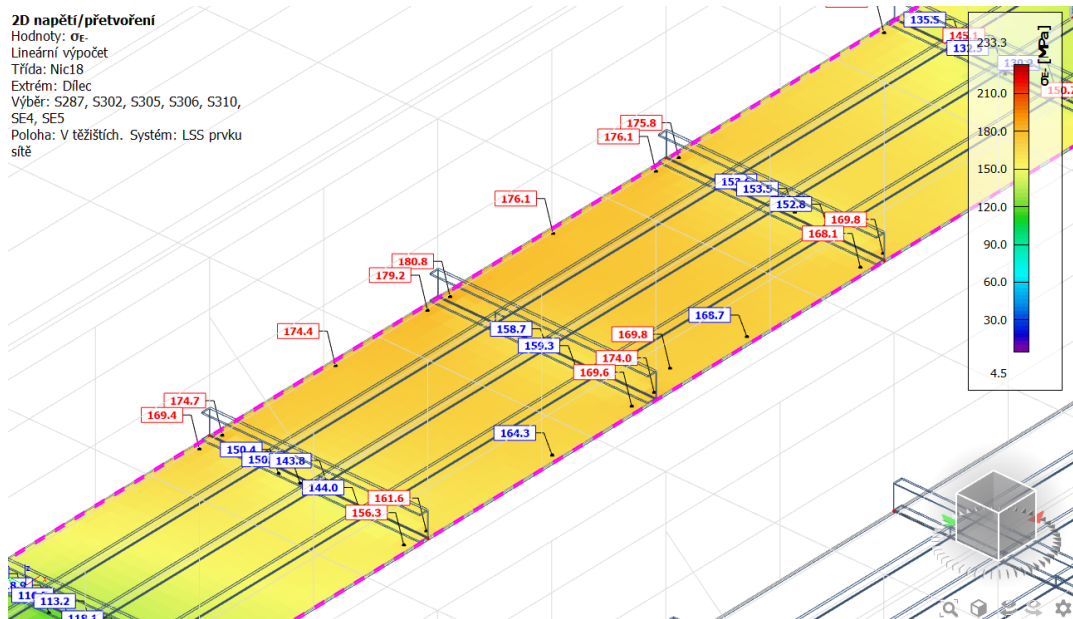
Obr. 177 Nicolas 18 - řez 2 - napětí v dolní desce



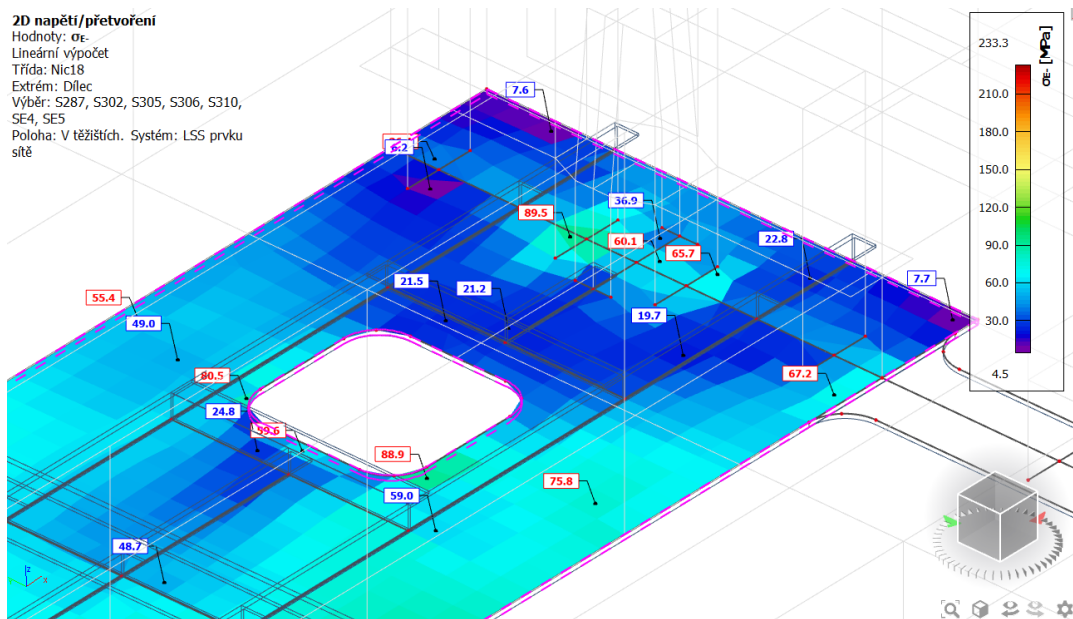
Obr. 178 Nicolas 18 - řez 3 - napětí v dolní desce



Obr. 179 Nicolas 18 - řez 4 a 4b - napětí v dolní desce



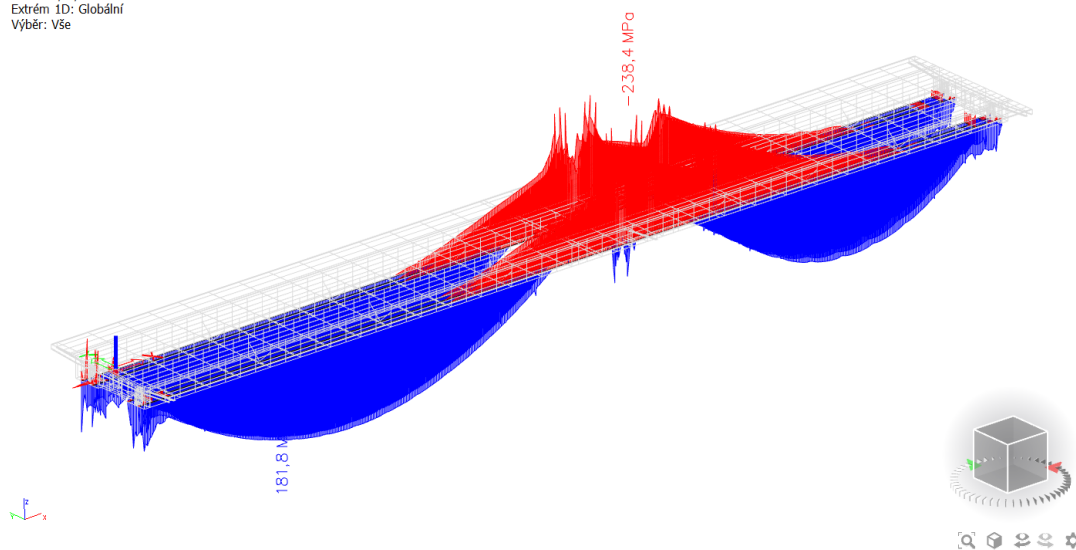
Obr. 180 Nicolas 18 - řez 5 - napětí v dolní desce



Obr. 181 Nicolas 18 - řez 6 - napětí v dolní desce

6.6.4.6 Podélné výztuhy dolní desky

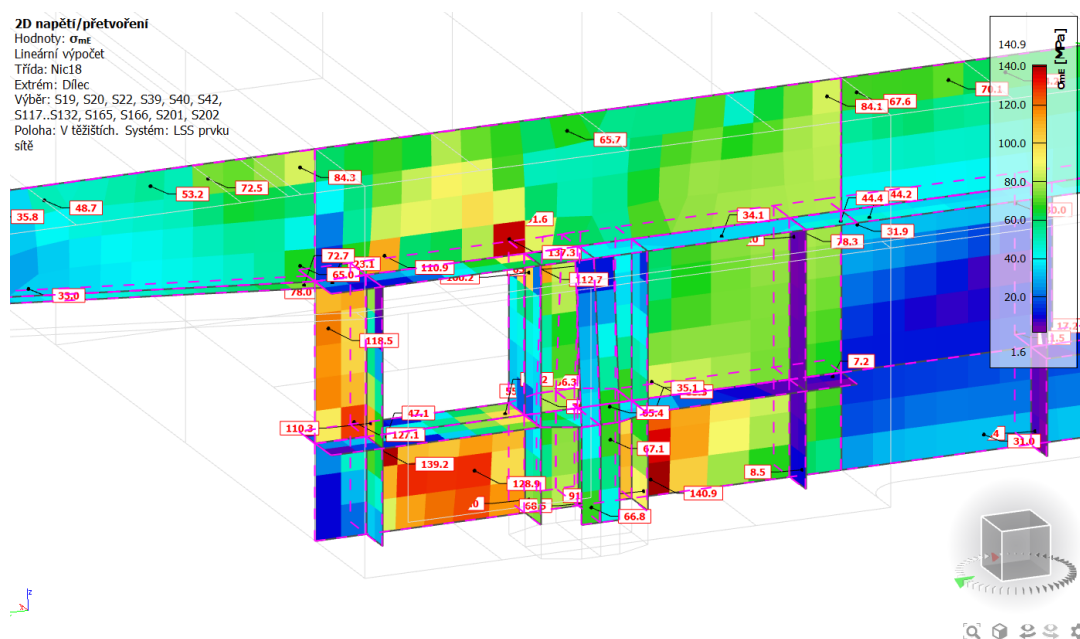
1D napětí
 Hodnoty: σ_x
 Lineární výpočet
 Třída: Nic18
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše



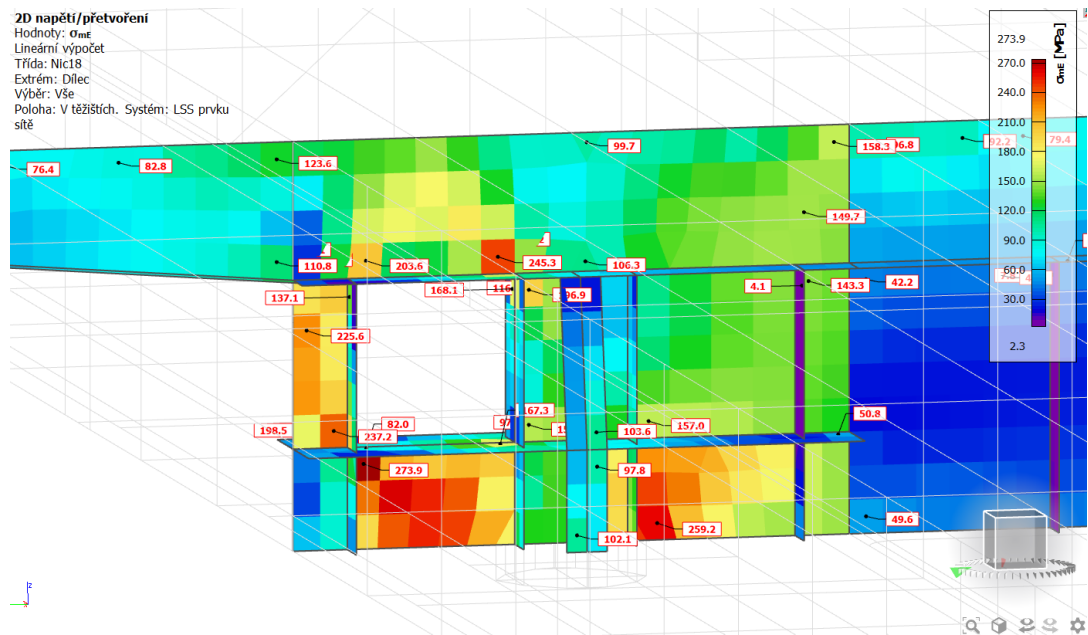
Obr. 182 Nicolas 18 - napětí v podélných výztuhách dolní desky

6.6.4.7 Nadpodporové příčnický

2D napětí/přetvoření
 Hodnoty: σ_{me}
 Lineární výpočet
 Třída: Nic18
 Extrém: Dílec
 Výběr: S19, S20, S22, S39, S40, S42, S117..S132, S165, S166, S201, S202
 Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku síť

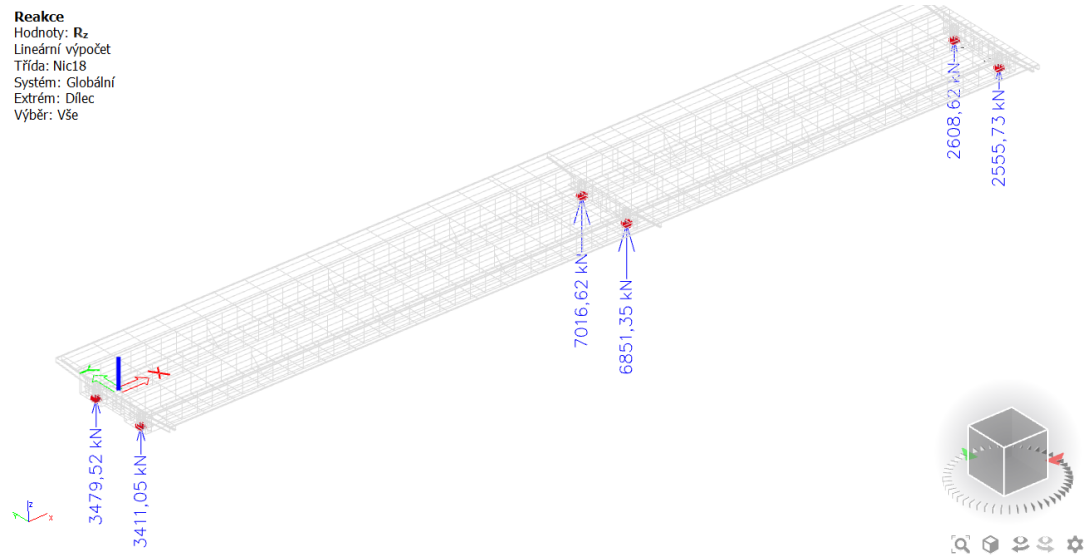


Obr. 183 Nicolas 18 - P3 - napětí v nadpodporovém příčnický



Obr. 184 Nicolas 18 - P2 - napětí v nadpodporovém příčniku

6.6.4.8 Reakce Rz



Obr. 185 Nicolas 18 - obálka reakcí Rz

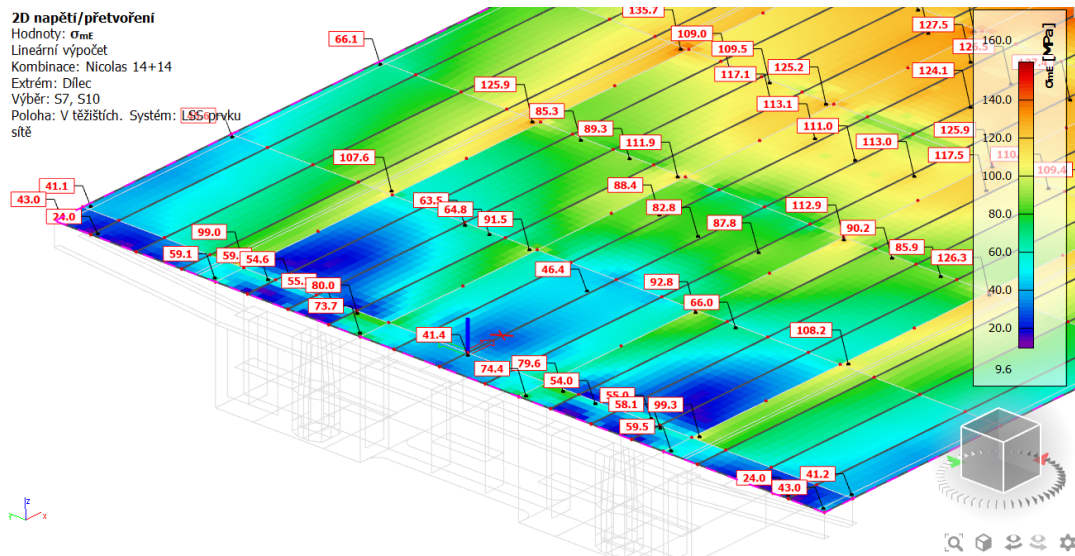
6.6.4.9 Shrnutí Nicolas 18 – 360

Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - Nicolas 18									
Shrnutí součinitelů boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice	kraj	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	střed komory	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	mezi komorami	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Stěna	boulení v tlaku	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	0.81	1.00	1.00
	boulení smyk	0.82	1.00	0.83	1.00	0.81	0.81	1.00	0.81
	celkem	0.82	1.00	0.75	1.00	0.74	0.66	1.00	0.81
Dolní pásnice		1.00	1.00	0.95	0.82	0.90	0.63	1.00	1.00
Redukovaná mez kluzu v závislosti na tloušťce materiálu									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	355	355	355	355	355	355	355
Stěny		355	355	355	345	355	355	355	355
Dolní pásnice		335	335	335	335	335	345	345	345
Redukovaná mez kluzu součinitelem boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	349	355	355	355	355	355	355
Stěny		293	355	267	345	263	234	355	288
Dolní pásnice		335	335	319	275	302	218	345	345
Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - horní/spodní deska, stěny									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		114	186	138	224	147	95	125	85
Stěny		154	176	194	190	164	150	169	120
Dolní pásnice		98	193	93	233	135	216	181	90
Posouzení / využití									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		32%	53%	39%	63%	41%	27%	35%	24%
Stěny		53%	50%	73%	55%	62%	64%	48%	42%
Dolní pásnice		29%	58%	29%	85%	45%	99%	52%	26%

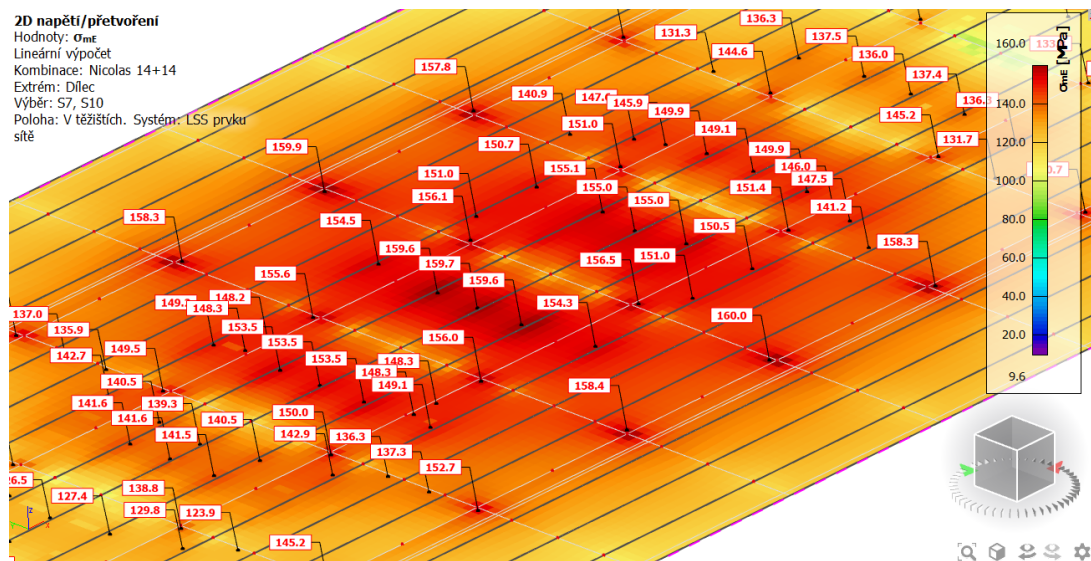
Tab. 48 Shrnutí zatížení Nicolas 18 – 360 MRN a posouzení

6.6.1 Nicolas 14 + 14 – 500

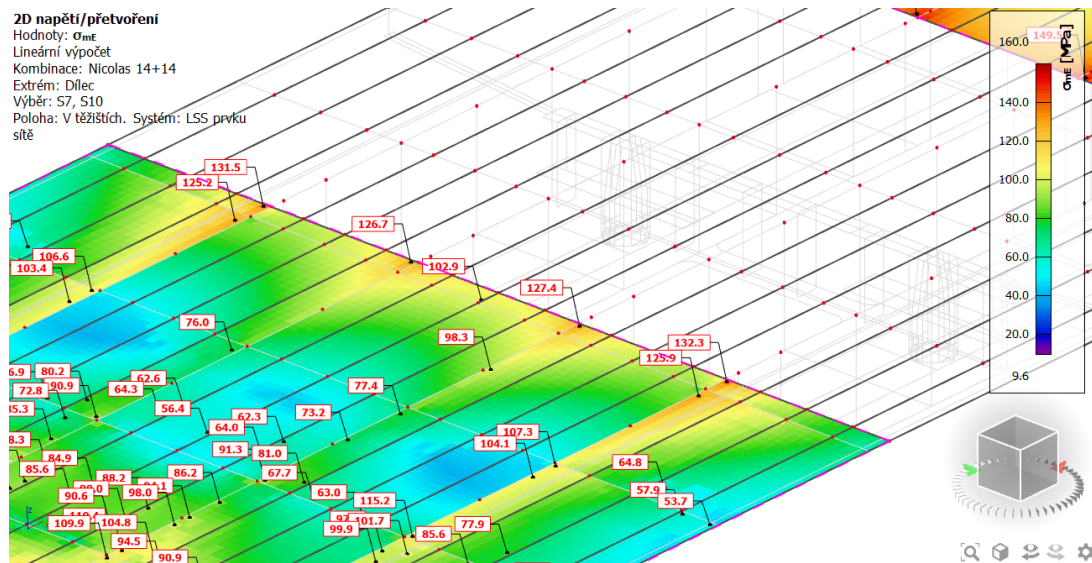
6.6.1.1 Horní deska



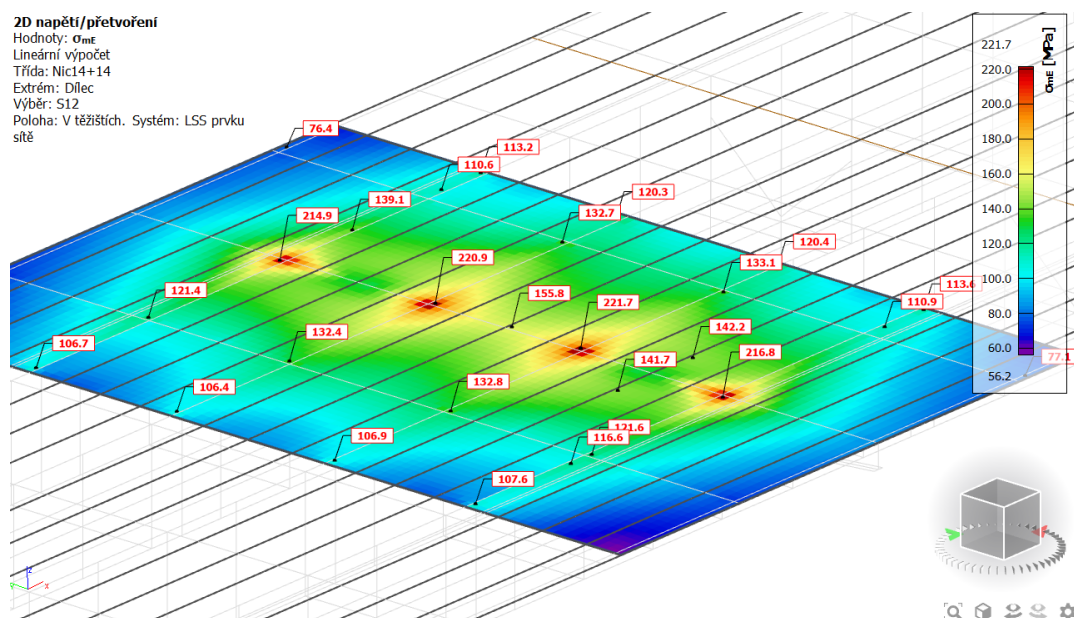
Obr. 186 Nicolas 14+14 - řez 0 - napětí v horní desce



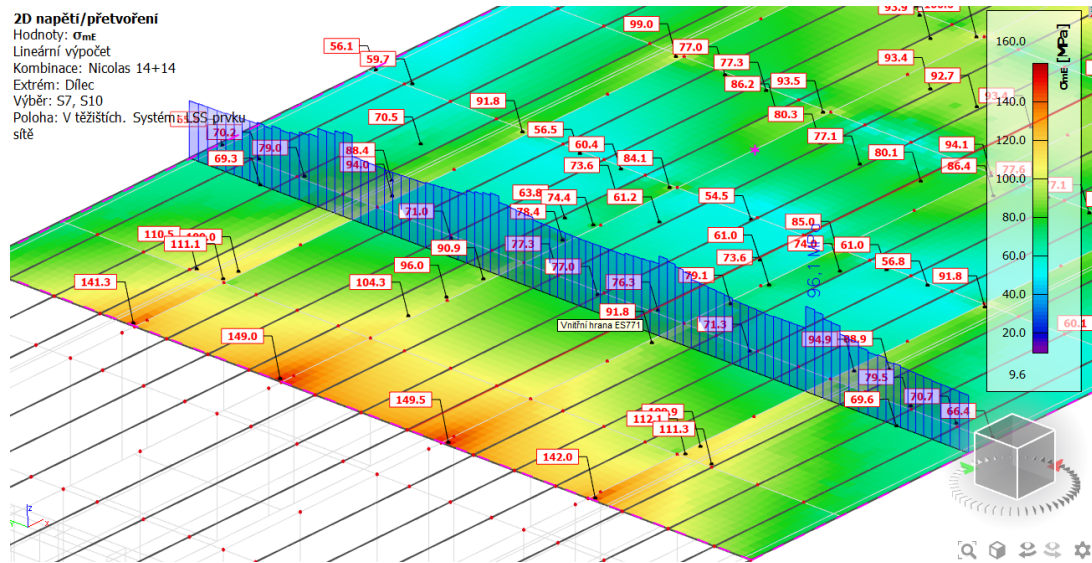
Obr. 187 Nicolas 14+14 - řez 1 - napětí v horní desce



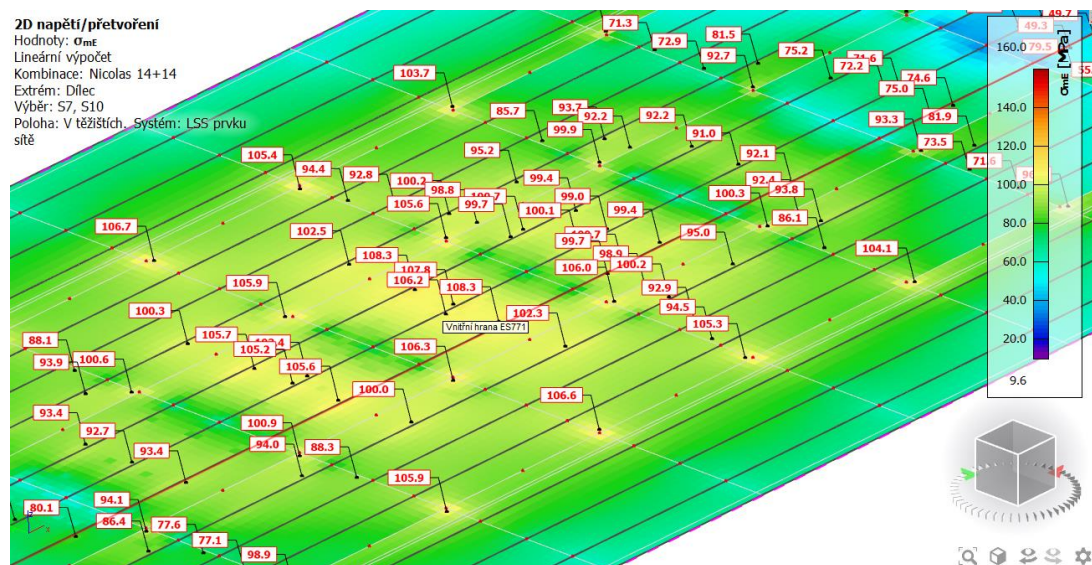
Obr. 188 Nicolas 14+14 - řez 2 - napětí v horní desce



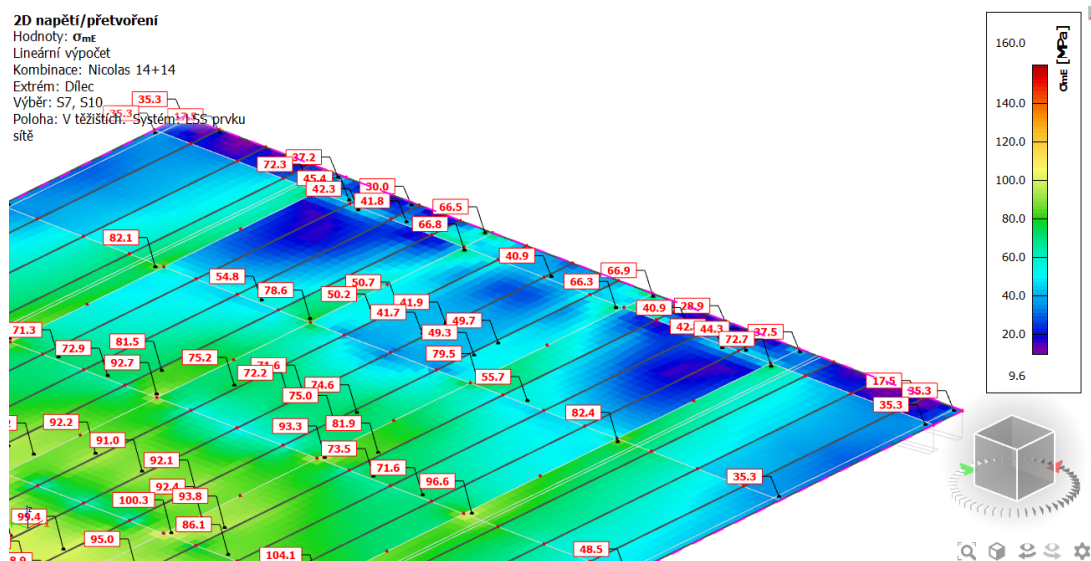
Obr. 189 Nicolas 14+14 - řez 3 - napětí v horní desce



Obr. 190 Nicolas 14+14 - řez 4 a 4b - napětí v horní desce

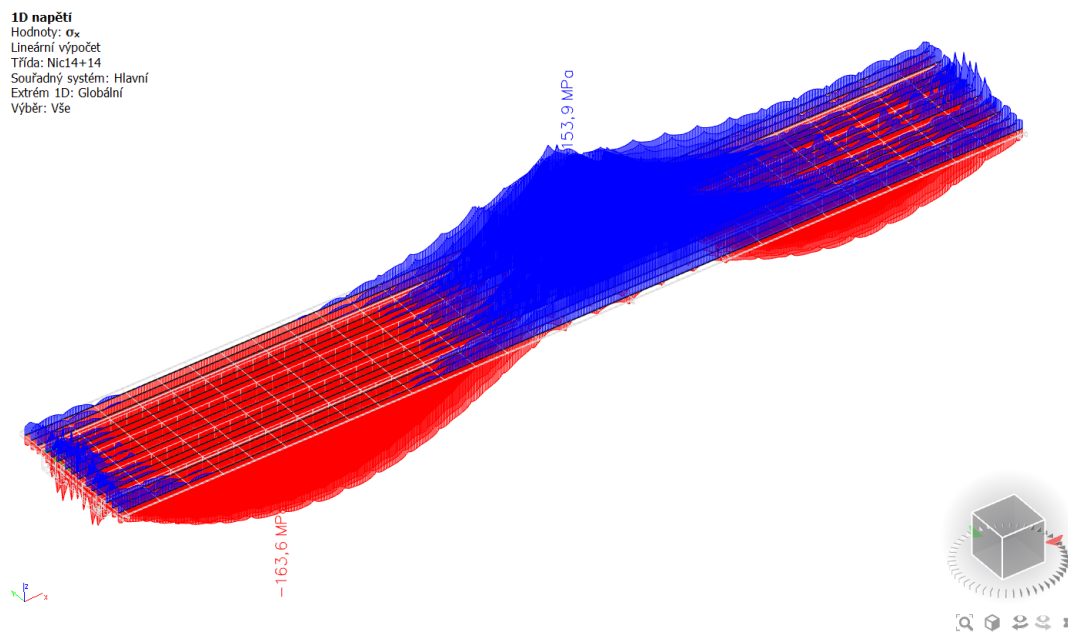


Obr. 191 Nicolas 14+14 - řez 5 - napětí v horní desce



Obr. 192 Nicolas 14+14 - řez 6 - napětí v horní desce

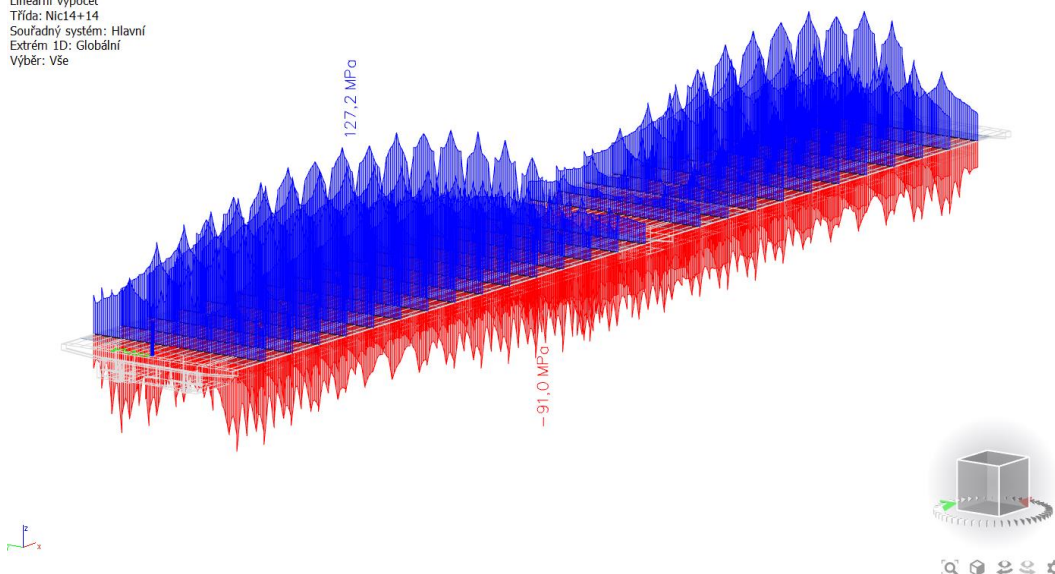
6.6.1.2 Podélné výztuhy horní desky



Obr. 193 Nicolas 14+14 - napětí v podélných výztuhách horní desky

6.6.1.3 Příčnický

1D napětí
 Hodnoty: σ_x
 Lineární výpočet
 Třída: Nic14+14
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše

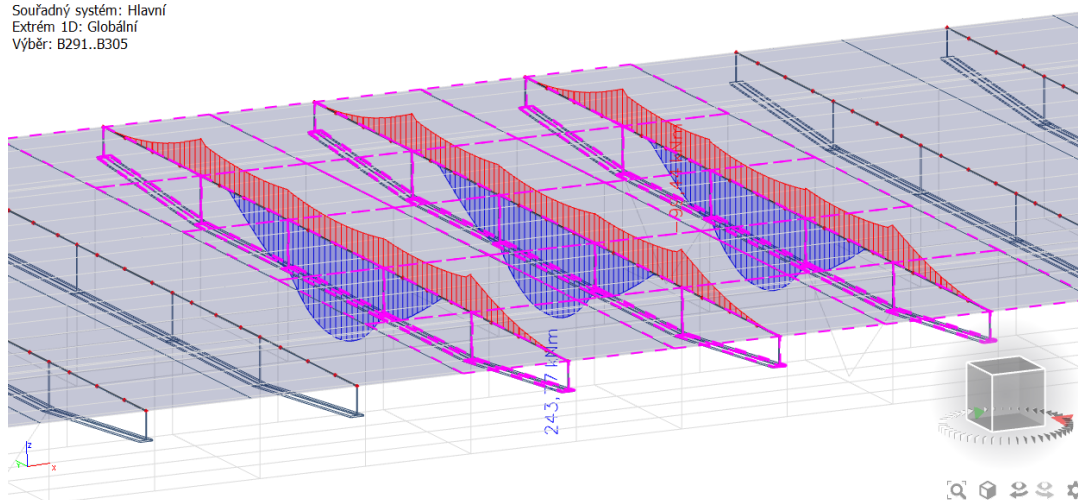


Obr. 194 Nicolas 14+14 - napětí v příčnicích

6.6.1.3.1 Posouzení příčnicků

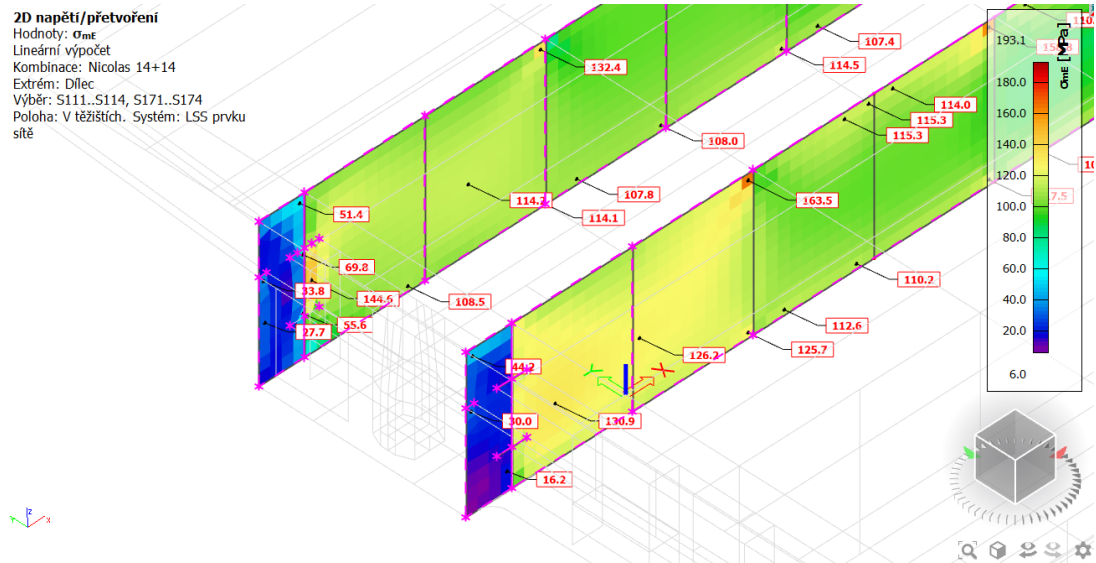
Posouzení stačí podle napětí, protože účinek na příčnický není větší než u předchozích zatížitelností.

1D vnitřní síly
 Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Třída: Nic14+14
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: B291..B305

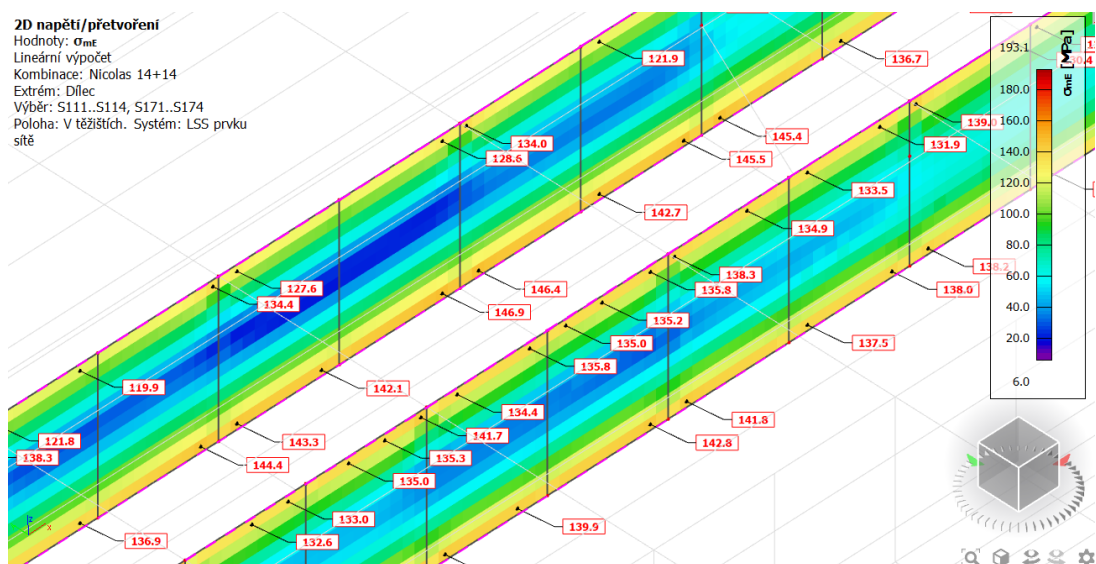


Obr. 195 Nicolas 14+14 - obálka momentů na nejvíce namáhaných příčnicích

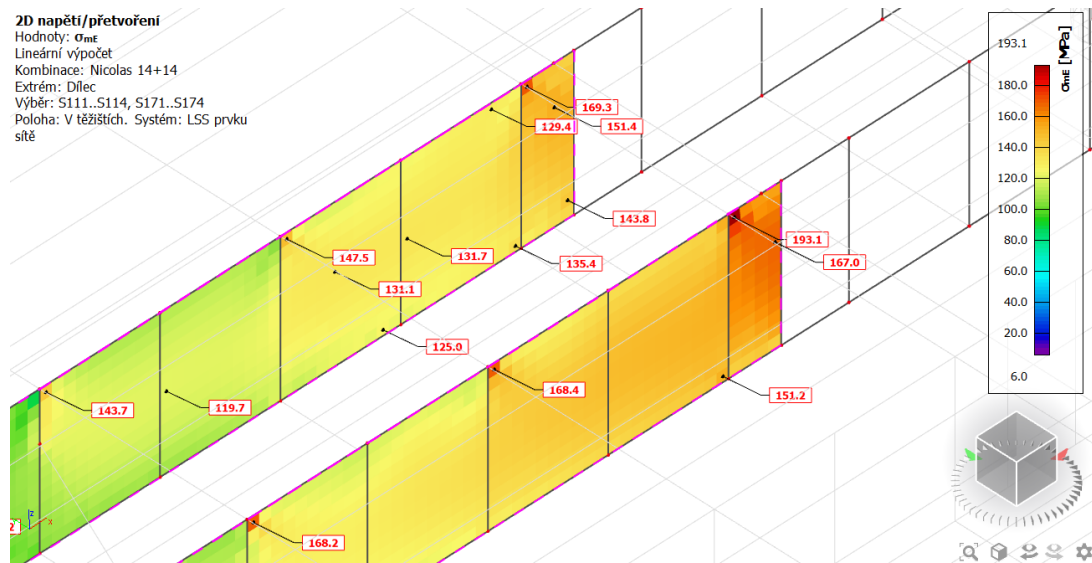
6.6.1.4 Stěny



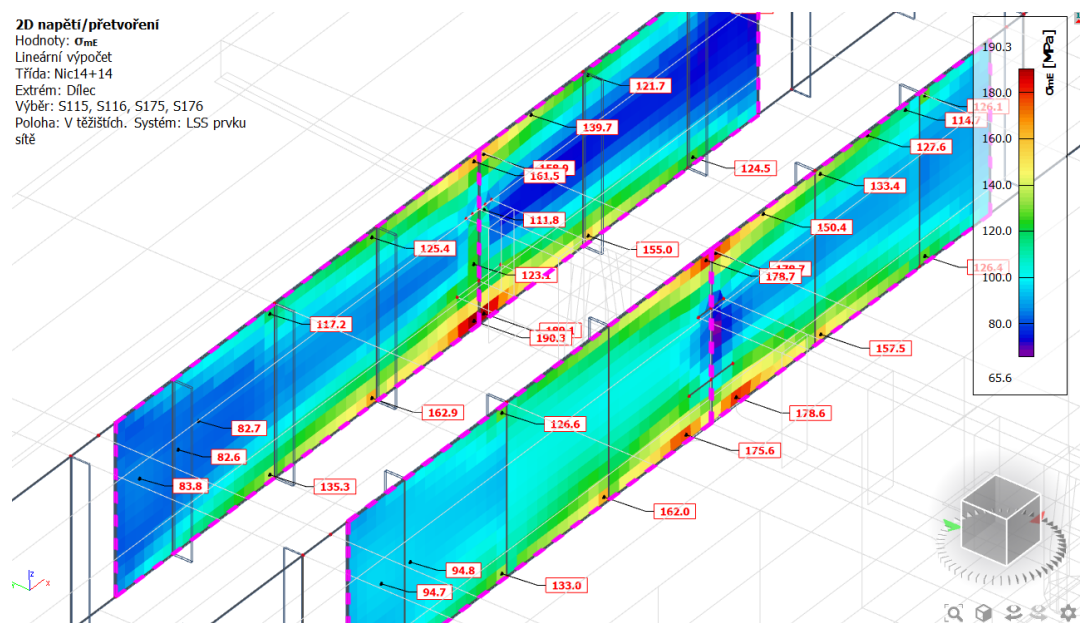
Obr. 196 Nicolas 14+14 - řez 0 - napětí ve stěnách



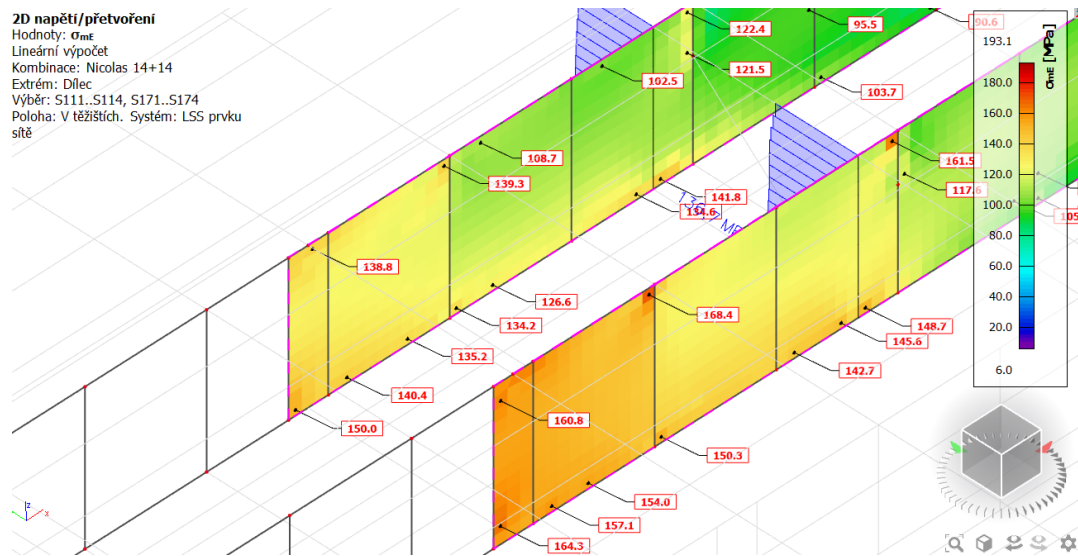
Obr. 197 Nicolas 14+14 - řez 1 - napětí ve stěnách



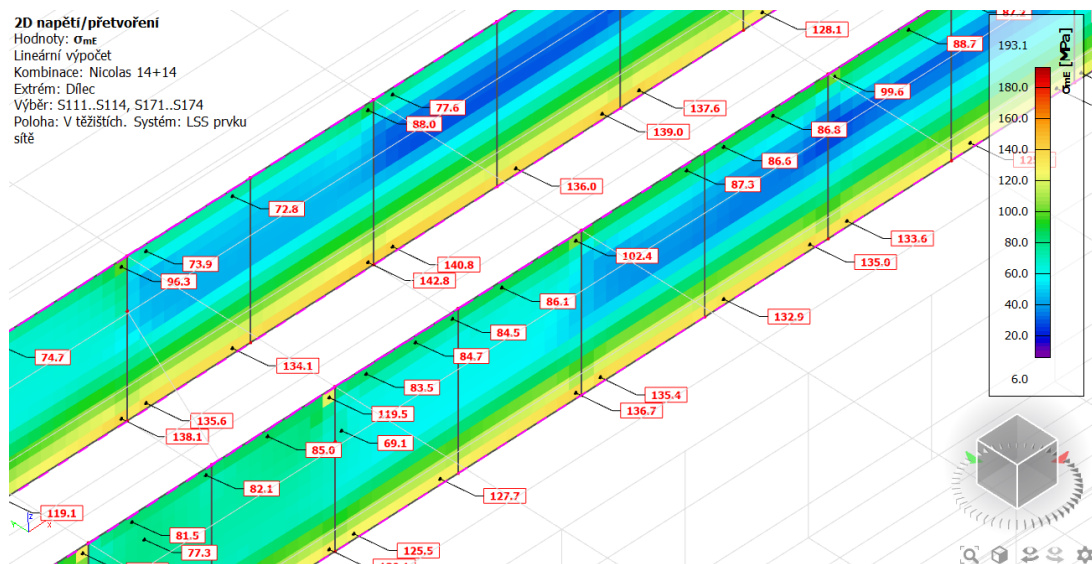
Obr. 198 Nicolas 14+14 - řez 2 - napětí ve stěnách



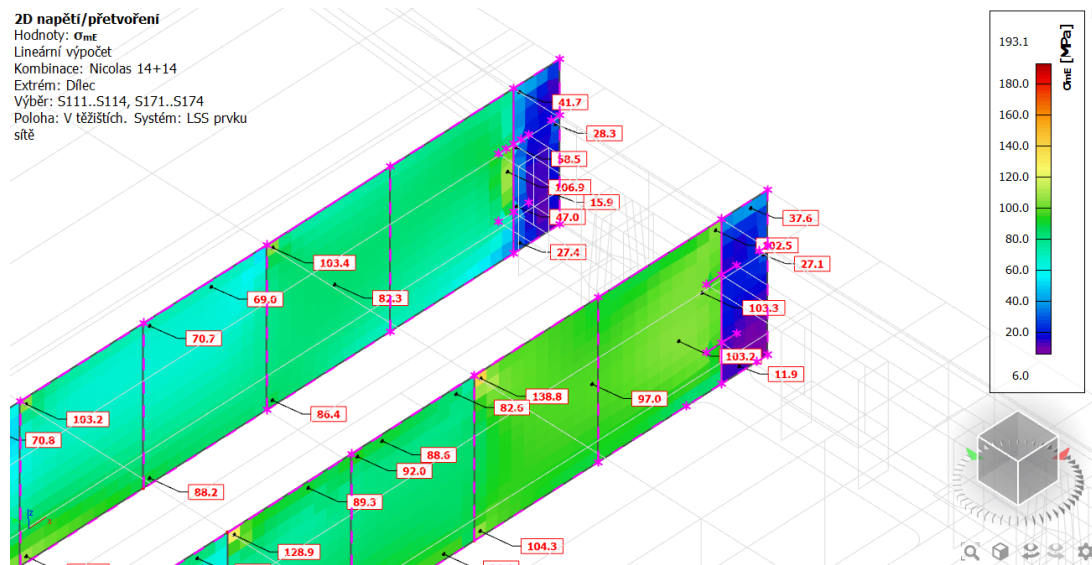
Obr. 199 Nicolas 14+14 - řez 3 - napětí ve stěnách



Obr. 200 Nicolas 14+14 - řez 4 a 4b - napětí ve stěnách

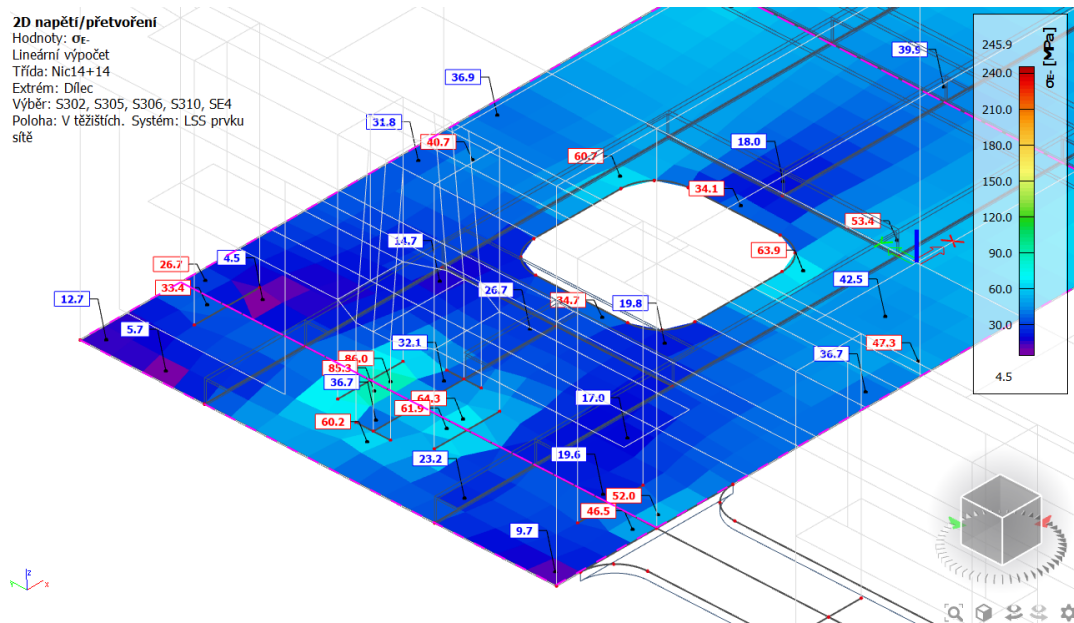


Obr. 201 Nicolas 14+14 - řez 5 - napětí ve stěnách

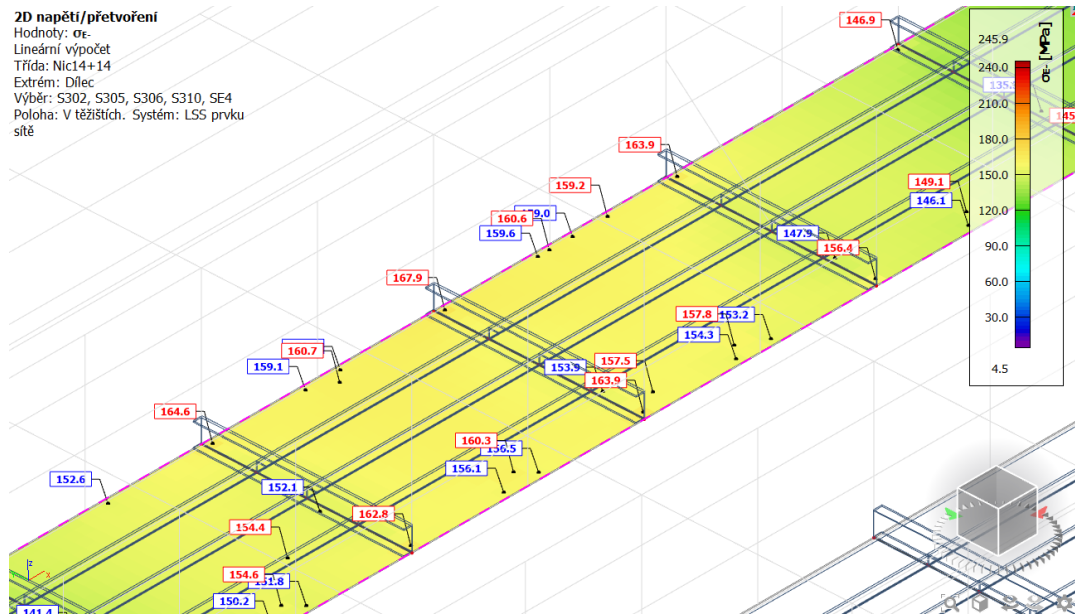


Obr. 202 Nicolas 14+14 - řez 6 - napětí ve stěnách

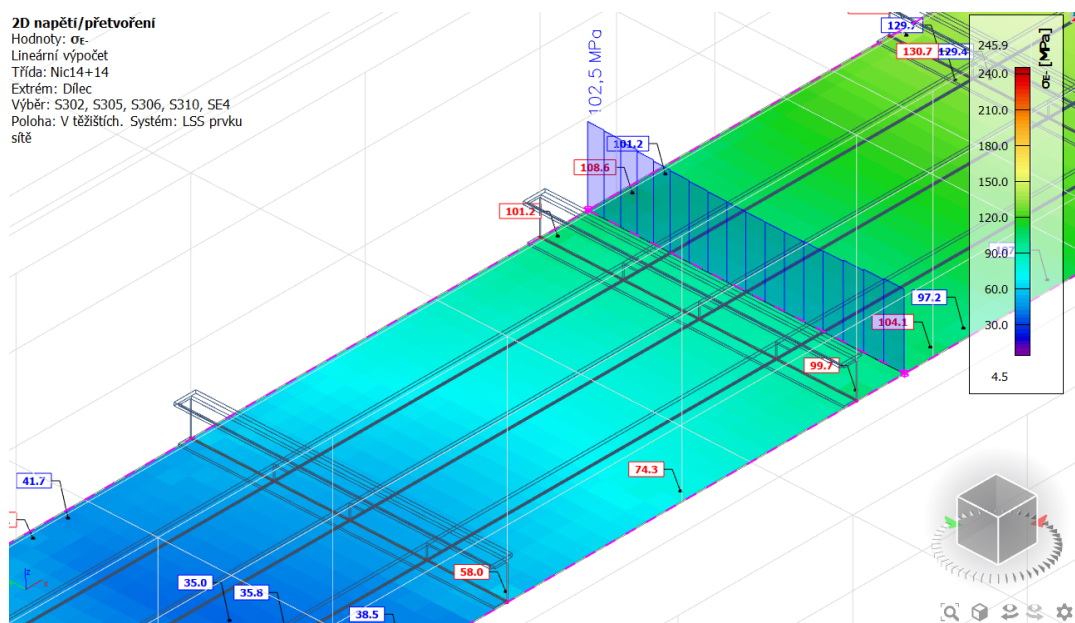
6.6.1.5 Dolní deska



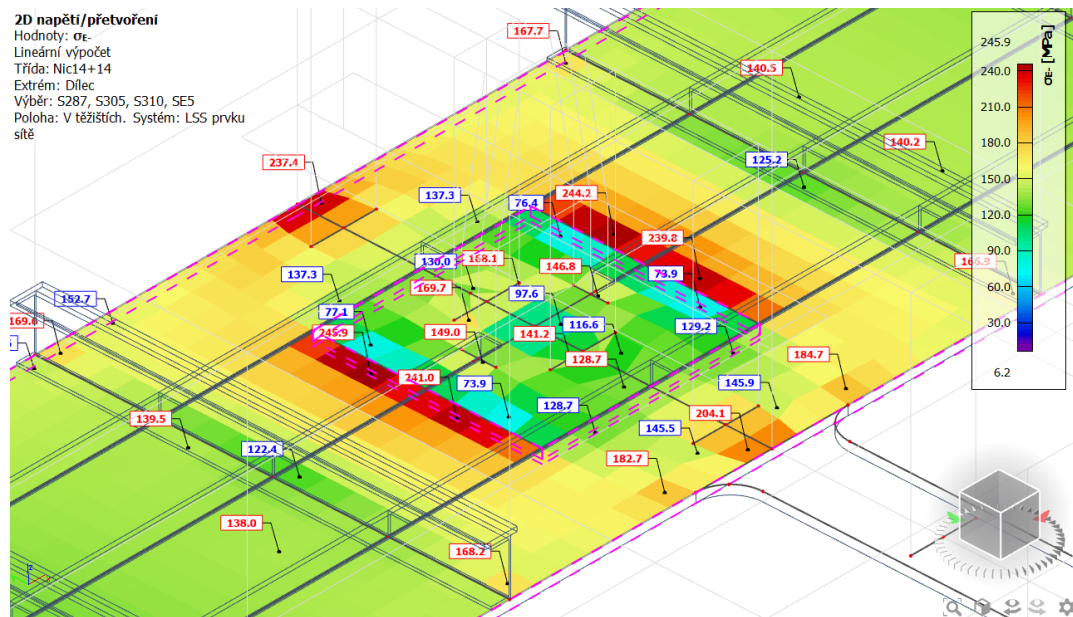
Obr. 203 Nicolas 14+14 - řez 0 - napětí v dolní desce



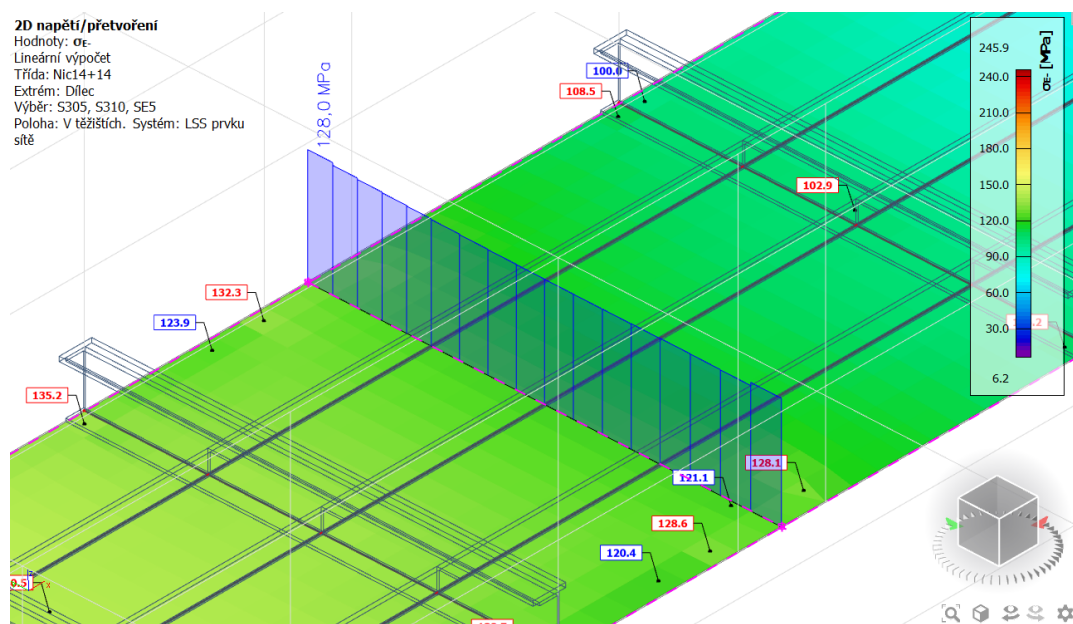
Obr. 204 Nicolas 14+14 - řez 1 - napětí v dolní desce



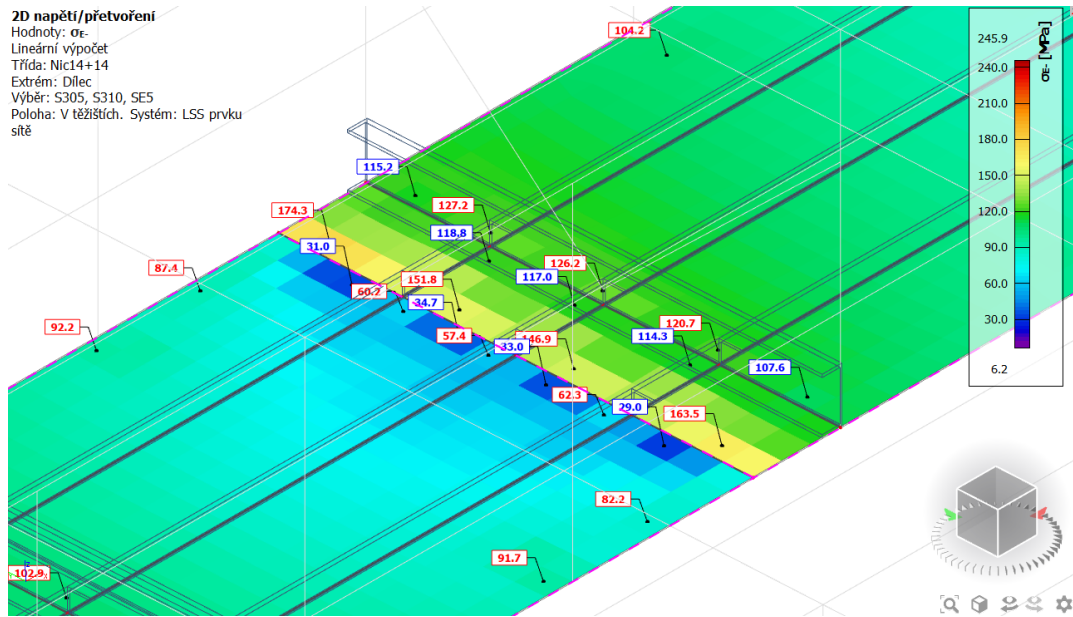
Obr. 205 Nicolas 14+14 - řez 2 - napětí v dolní desce



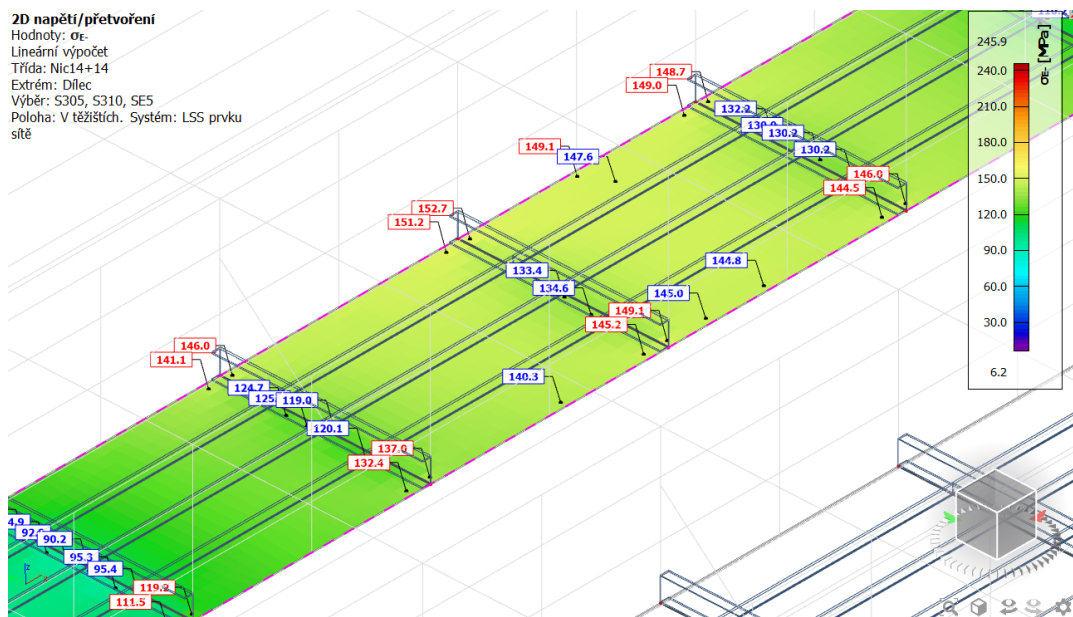
Obr. 206 Nicolas 14+14 - řez 3 - napětí v dolní desce



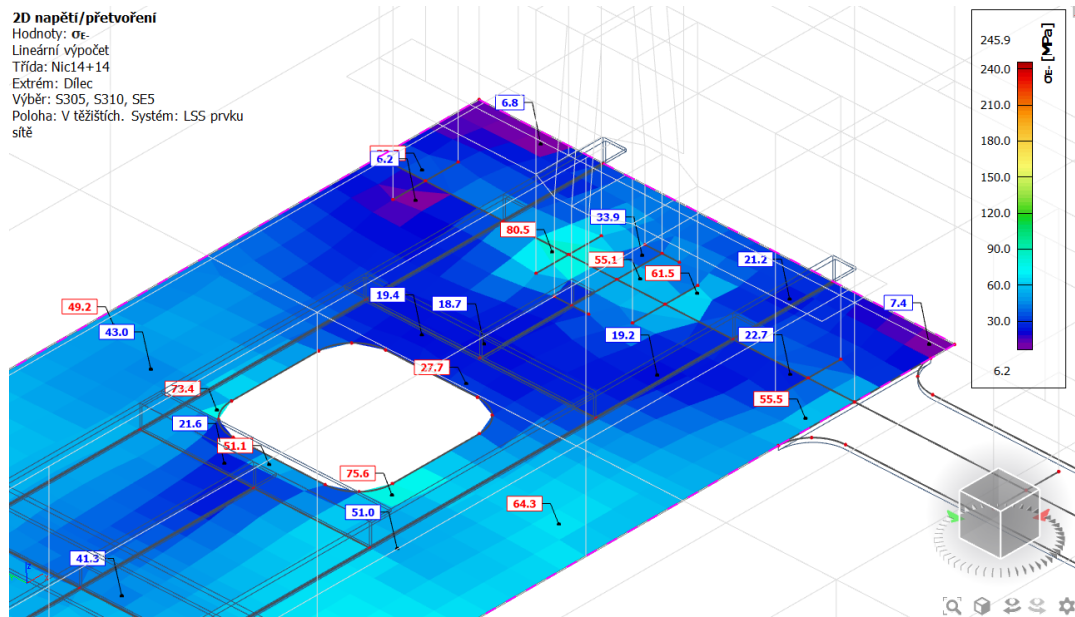
Obr. 207 Nicolas 14+14 - řez 4 - napětí v dolní desce



Obr. 208 Nicolas 14+14 - řez 4b - napětí v dolní desce

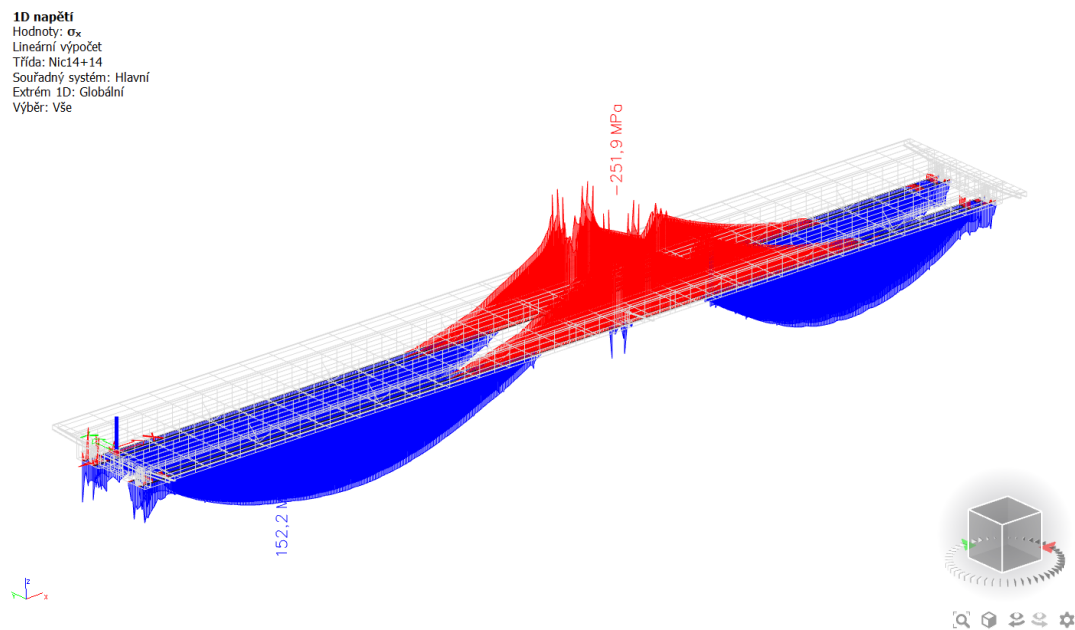


Obr. 209 Nicolas 14+14 - řez 5 - napětí v dolní desce



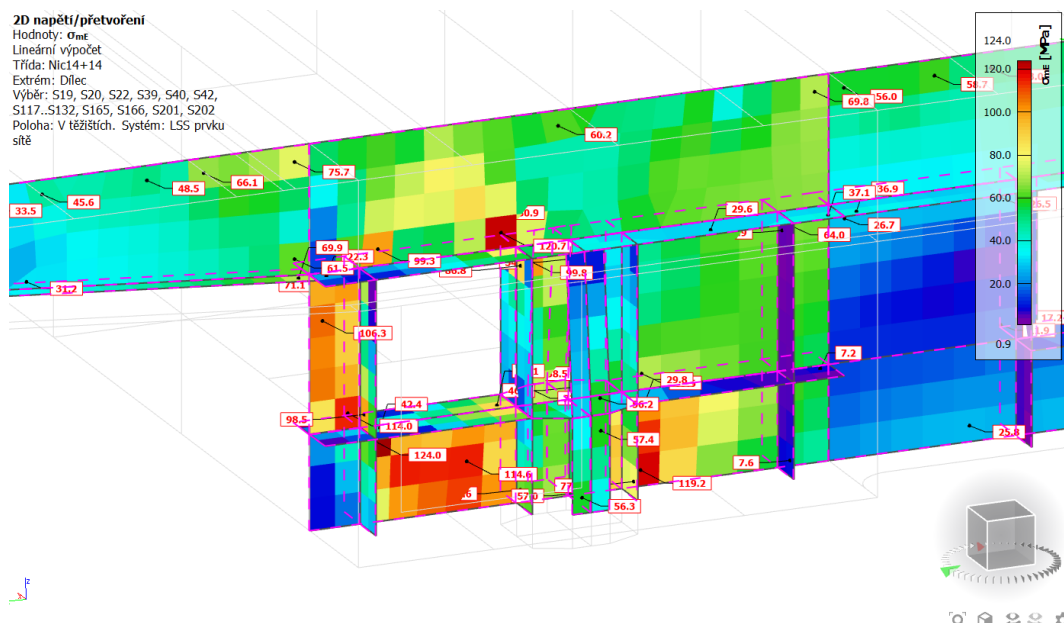
Obr. 210 Nicolas 14+14 - řez 6 - napětí v dolní desce

6.6.1.6 Podélné výtzuhy dolní desky

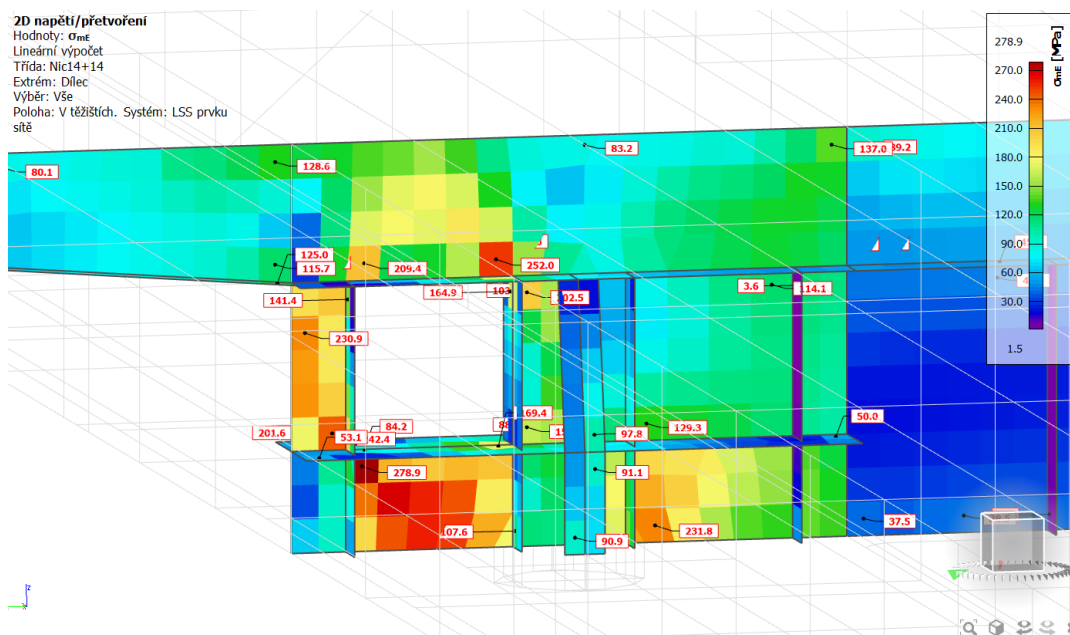


Obr. 211 Nicolas 14+14 - napětí v podélných výtzuřách dolní desky

6.6.1.7 Nadpodporové příčnický



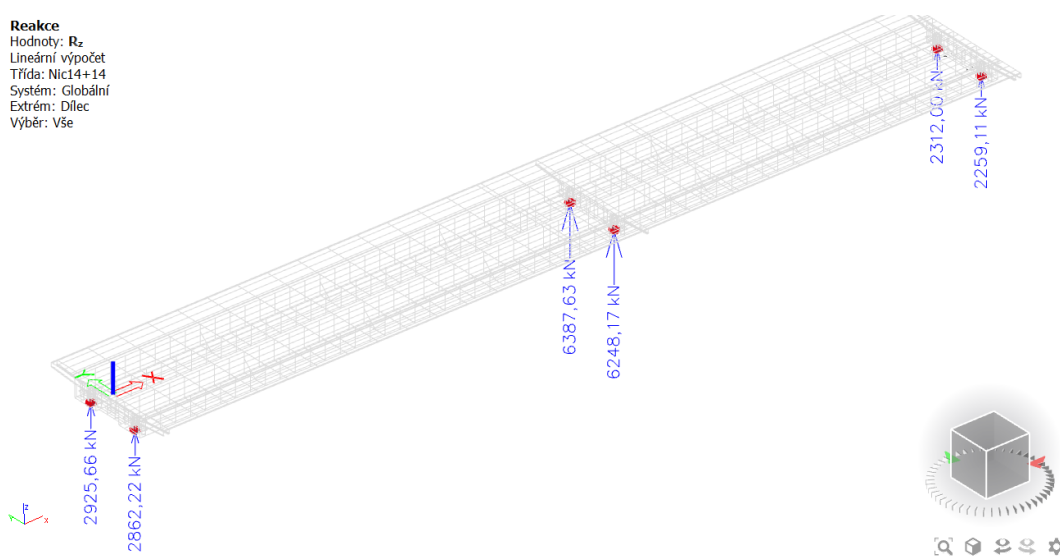
Obr. 212 Nicolas 14+14 - P3 - napětí v nadpodporovém příčnický



Obr. 213 Nicolas 14+14 - P2 - napětí v nadpodporovém příčnický

6.6.1.8 Reakce Rz

Reakce
 Hodnoty: Rz
 Lineární výpočet
 Třída: Nic14+14
 Systém: Globální
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše



Obr. 214 Nicolas 14+14 - obálka reakcí Rz

6.6.1.9 Shrnutí Nicolas 14 + 14 – 500

Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - Nicolas 14+14									
Shrnutí součinitelů boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice	kraj	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00
	střed komory	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00
	mezi komorami	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00
Stěna	boulení v tlaku	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	0.81	1.00	1.00
	boulení smyk	0.82	1.00	0.83	1.00	0.81	0.81	1.00	0.81
	celkem	0.82	1.00	0.75	1.00	0.74	0.66	1.00	0.81
Dolní pásnice		1.00	1.00	0.95	0.81	0.91	0.68	1.00	1.00
Redukovaná mez kluzu v závislosti na tloušťce materiálu									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	355	355	355	355	355	355	355
Stěny		355	355	355	345	355	355	355	355
Dolní pásnice		335	335	335	335	335	345	345	345
Reduková mez kluzu součinitelem boulení									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		355	352	355	355	355	355	357	355
Stěny		293	355	267	345	263	234	355	288
Dolní pásnice		335	335	317	273	305	235	345	345
Rozhodující napětí v rozhodujících vláknech - horní/spodní deska, stěny									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		99	160	133	222	150	96	109	73
Stěny		145	147	167	190	165	137	143	103
Dolní pásnice		86	168	103	246	128	174	153	81
Posouzení / využití									
		Řez							
		0	1	2	3	4	4b	5	6
Horní pásnice		28%	45%	37%	63%	42%	27%	31%	21%
Stěny		50%	41%	63%	55%	63%	59%	40%	36%
Dolní pásnice		26%	50%	32%	90%	42%	74%	44%	23%

Tab. 49 Shrnutí zatížení Nicolas 14 + 14 -500 MRN a posouzení

6.7 Spodní stavba

Zatížitelnost spodní stavby je ověřena pro pilíř P2 a P3. Pilíř P1 přepočítán nebyl, protože od mostu na něj působí menší reakce, od severní rampy reakce srovnatelné s reakcemi od rampy jižní a je nižší než pilíř P3. Proto můžeme s jistotou říci, že zatížitelnost pilíře P1 bude minimálně stejná jako pilíře P3.

Na pilířích byl ověřen lokální tlak pod ložisky, příčné tahy pod ložisky, splnění požadavku minimální vzdálenosti zatížené plochy od okraje betonového průřezu a výztuž proti usmyknutí okraje podpory. Dále je ověřena zatížitelnost dřívků pilířů. U pilíře P3 byly z přepočtu jižní rampy převzaty charakteristické hodnoty reakcí.

Ve výpočtu je uvažován beton C20/25 dle diagnostického průzkumu a betonářská výztuž V10425 a E10216. Charakteristiky betonářské výztuže jsou uvažovány dle normy ČSN 730038 pro existující betonové konstrukce.

6.7.1 Podložiskové oblasti

6.7.1.1 Pilíř P2

[92-1-1], čl. 6.7

únosnost ložiska

vzdálenost osy ložiska od kraje pilíře

podélný rozměr
příčný rozměr

- materiál

- beton

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.9$$

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 12 \text{ MPa}$$

- ocel V 10425

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{0,2k} = 410 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{0,2k}}{\gamma_s} = 357 \text{ MPa}$$

- lokální tlak a příčné tahy pod ložisky P2

$$F_z = 7500 \text{ kN}$$

- geometrie

$$e = 600 \text{ mm}$$

$$d_1 = 880 \text{ mm}$$

$$b_1 = 880 \text{ mm}$$

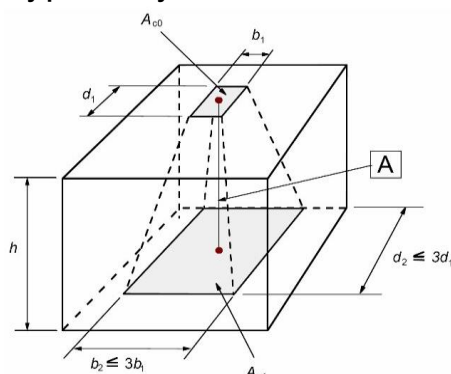
$$A_{c0} = 774400 \text{ mm}^2$$

$$d_2 = 1200 \text{ mm}$$

$$b_2 = 1200 \text{ mm}$$

$$A_{c1} = 1440000 \text{ mm}^2$$

$$h = 320 \text{ mm}$$



$$h \geq (b_2 - b_1)$$

$$320 \text{ mm} > 320 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$h \geq (d_2 - d_1)$$

$$320 \text{ mm} > 320 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$b_2 \leq 3 b_1$$

$$1200 \text{ mm} < 2640 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$d_2 \leq 3 d_1$$

$$1200 \text{ mm} < 2640 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

- lokální tlak

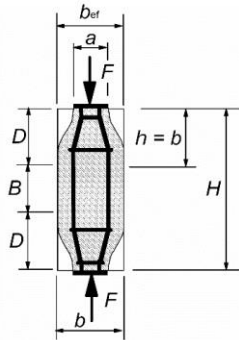
$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

$$12672 \text{ kN} < 27878 \text{ kN}$$

$$F_{Rdu} = 12672 \text{ kN} > F_z = 7500 \text{ kN}$$

OK

[92-1-1], čl. 6.5.3

 $b_{ef} = b$

a) částečná nespojitost

- příčné tahové síly

- výztuž ve vrstvě 320 mm od horního povrchu:

směr výztuže rovnoběžně s osou mostu:

2	x	6	ks	∅	14	mm	=	1847	mm ²
2	x	11	ks	∅	16	mm	=	4423	mm ²
0	x	0	ks	∅	0	mm	=	0	mm ²
0	x	0	ks	∅	0	mm	=	0	mm ²
								A_{s1}	= 6271 mm²

směr výztuže kolmo k ose mostu:

2	x	5	ks	∅	14	mm	=	1539	mm ²
2	x	6	ks	∅	20	mm	=	3770	mm ²
0	x	0	ks	∅	0	mm	=	0	mm ²
0	x	0	ks	∅	0	mm	=	0	mm ²
								A_{s2}	= 5309 mm²

- příčná tahová síla

$$T = \frac{(b - a)}{4b} F = 500 \text{ kN}$$

- únosnost výztuže v příčném tahu

$$F_{s1} = A_{s1} f_{yd} = 2236 \text{ kN} > T = 500 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

$$F_{s2} = A_{s2} f_{yd} = 1893 \text{ kN} > T = 500 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

[92-2], př. J.104.1 (102)

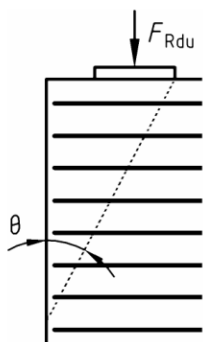
- vzdálenost zatížené plochy od okraje průřezu

$$\ell_{loz} = e - d_1 / 2 = 160 \text{ mm}$$

$$\ell_{min} = d_1 / 6 = 146.7 \text{ mm}$$

$$\ell_{loz} = 160 \text{ mm} > \ell_{min} = 146.7 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

[92-2], př. J.104.1 (105)



- výztuž proti usmyknutí okraje

$$\Phi = 30.0^\circ$$

- výška potřebného rozmístění výztuže

$$h = \frac{\ell_{\text{lož}} + d_1}{\tan \Phi} = 1801 \text{ mm}$$

- výztuž ve vrstvě 1801 mm od horního povrchu:

směr výztuže rovnoběžně s osou mostu:

2	x	11	ks	∅	14	mm	=	3387	mm ²	
3	x	11	ks	∅	16	mm	=	6635	mm ²	
3	x	6	ks	∅	16	mm	=	3619	mm ²	
1	x	5	ks	∅	10	mm	=	393	mm ²	
								A_{r1}	= 14033	mm²

směr výztuže kolmo k ose mostu:

2	x	9	ks	∅	14	mm	=	2771	mm ²	
7	x	6	ks	∅	20	mm	=	13195	mm ²	
0	x	6	ks	∅	16	mm	=	0	mm ²	
0	x	5	ks	∅	10	mm	=	0	mm ²	
								A_{r2}	= 15966	mm²

- splnění podmínky

$$A_{r1} f_{yd} = 5003 \text{ kN} > F_{Rdu} / 2 = 3750 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

$$A_{r2} f_{yd} = 5692 \text{ kN} > F_{Rdu} / 2 = 3750 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

6.7.1.2 Pilíř P3

[92-1-1], čl. 6.7

únosnost ložiska
vzdálenost osy ložiska od kraje pilíře
podélný rozměr
příčný rozměr

• lokální tlak a příčné tahy pod ložisky P2

$F_z = 5000$ kN

o geometrie

$e = 500$ mm

$d_1 = 650$ mm

$b_1 = 650$ mm

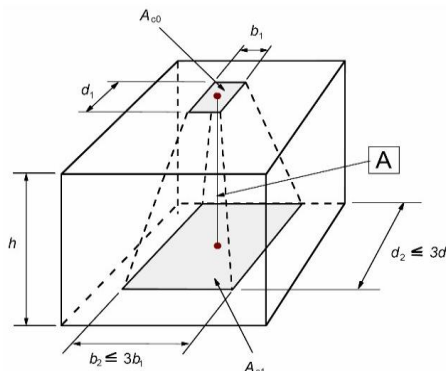
$A_{c0} = 331831$ mm²

$d_2 = 1000$ mm

$b_2 = 1000$ mm

$A_{c1} = 1000000$ mm²

$h = 350$ mm



$h \geq (b_2 - b_1)$	$350 \text{ mm} > 350 \text{ mm}$	OK
$h \geq (d_2 - d_1)$	$350 \text{ mm} > 350 \text{ mm}$	OK
$b_2 \leq 3 b_1$	$1000 \text{ mm} < 1950 \text{ mm}$	OK
$d_2 \leq 3 d_1$	$1000 \text{ mm} < 1950 \text{ mm}$	OK

• lokální tlak

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

6913 kN < 11946 kN

$F_{Rdu} = 6913$ kN > $F_z = 5000$ kN OK

• příčné tahové síly

o výztuž ve vrstvě 350 mm od horního povrchu:

směr výztuže rovnoběžně s osou mostu:

2 x 6 ks	∅ 14 mm	=	1847 mm ²
2 x 11 ks	∅ 16 mm	=	4423 mm ²
0 x 0 ks	∅ 0 mm	=	0 mm ²
0 x 0 ks	∅ 0 mm	=	0 mm ²
			A_{s1} = 6271 mm²

směr výztuže kolmo k ose mostu:

2 x 4 ks	∅ 14 mm	=	1232 mm ²
2 x 4 ks	∅ 20 mm	=	2513 mm ²
0 x 0 ks	∅ 0 mm	=	0 mm ²
0 x 0 ks	∅ 0 mm	=	0 mm ²
			A_{s2} = 3745 mm²

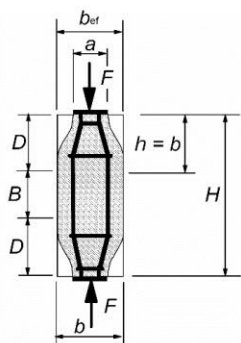
o příčná tahová síla

$$T = \frac{(b - a)}{4 b} F = 437.5 \text{ kN}$$

o únosnost výztuže v příčném tahu

$F_{s1} = A_{s1} f_{yd} = 2236$ kN > $T = 437.5$ kN OK
 $F_{s2} = A_{s2} f_{yd} = 1335$ kN > $T = 437.5$ kN OK

[92-1-1], čl. 6.5.3



$b_{ef} = b$

a) částečná nespojitost

[92-2], př. J.104.1 (102)

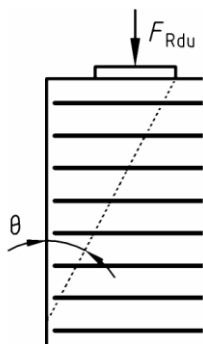
- vzdálenost zatížené plochy od okraje průřezu

$$\ell_{\text{lož}} = e - d_1 / 2 = 175 \text{ mm}$$

$$\ell_{\text{min}} = d_1 / 6 = 108.3 \text{ mm}$$

$$\ell_{\text{lož}} = 175 \text{ mm} > \ell_{\text{min}} = 108.3 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

[92-2], př. J.104.1 (105)



- výztuž proti usmyknutí okraje

$$\Phi = 30.0^\circ$$

- výška potřebného rozmístění výztuže

$$h = \frac{\ell_{\text{lož}} + d_1}{\tan \Phi} = 1429 \text{ mm}$$

- výztuž ve vrstvě 1429 mm od horního povrchu:

směr výztuže rovnoběžně s osou mostu:

2 x 11 ks	∅ 14 mm	=	3387 mm ²
3 x 11 ks	∅ 16 mm	=	6635 mm ²
3 x 5 ks	∅ 10 mm	=	1178 mm ²
0 x 0 ks	∅ 0 mm	=	0 mm ²
A_{r1}			= 11200 mm²

směr výztuže kolmo k ose mostu:

2 x 9 ks	∅ 14 mm	=	2771 mm ²
3 x 4 ks	∅ 20 mm	=	3770 mm ²
2 x 3 ks	∅ 16 mm	=	1206 mm ²
0 x 5 ks	∅ 10 mm	=	0 mm ²
A_{r2}			= 7747 mm²

- splnění podmínky

$$A_{r1} f_{yd} = 3993 \text{ kN} > F_{Rdu} / 2 = 2500 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

$$A_{r2} f_{yd} = 2762 \text{ kN} > F_{Rdu} / 2 = 2500 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

6.7.2 Dřívky pilířů

Z modelu jižní rampy byly převzaty reakce od charakteristických hodnot zatížení. Tyto reakce a reakce z hlavního mostu jsou přepočítány s uvážením excentricit uložení na pilíře vůči osám pilířů. Posudek betonových průřezů je proveden v programu IDEA StatiCa, ve kterém jsou také vytvořeny kombinace pro MSÚ i MSP. Pro normální zatížitelnost je uveden detailní výstup z programu a pro ostatní vždy jen tabulka výsledného posouzení.

[ČSN en 1337-2]

• **tření v ložisku**

- o kontaktní napětí

$$F_z = 5000 \text{ kN}$$

$$d = 600 \text{ mm}$$

$$A = 282743 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = 17.68 \text{ MPa}$$

- o součinitel tření

$$\sigma \quad 10 \quad 20$$

$$\mu \quad 0.06 \quad 0.04$$

$$\mu_{\max} = 0.045$$

ZS	Jižní nájezd P3						Most, P3						Most, P2					
	Levá			Pravá			Levá			Pravá			Levá			Pravá		
	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	
Stálé zatížení	355	16	0	306	14		1005	45	0	1005	45		2746	72	0	2746	72	
Teplota rovn.	0	0	-24	0	0		5	0	-4	3	0		11	0	-9	5	0	
Teplota nerovn.	26	1	-20	35	2		45	2	-2	44	2		103	5	0	103	5	
Vítr	5	0	-53	-5	0		32	1	-68	-32	-1		70	3	-160	-70	3	
Chodníky	47	2	0	-17	-1		137	6	0	-50	-2		306	6	0	-55	2	
Vn odstř/brzdné	180	8		111	5		270	12	-1	186	8		510	12	-14	185	8	
Vr odstř/brzdné	2	0	-19	-2	0		1	0	-1	1	0		1	33	-1	1	33	
Vr	719	32		26	1		846	38	3	34	2		940	46	-1	21	2	
Ve	22	1	-182	-20	-1		3	0	-5	3	0		1	78	-1	1	72	
Nicolas 18	297	13	0	295	13		406	18	-1	402	18		499	18	-3	122	18	
Nicolas 14+14	653	29	0	648	29		1580	71	0	1566	70		2583	71	0	1371	70	
Nicolas 14+14	600	27	0	590	27		1190	54	-1	1179	53		2142	54	0	878	53	

Tab. 50 Charakteristické hodnoty reakcí

Charakteristické hodnoty zatížení na hlavu pilířů																
Excentricity uložení ložisek					$y = 2.165 \text{ m}$	$x_n = 0.6 \text{ m}$					$x_m = 0.4 \text{ m}$					
Stálé zatížení																
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2						
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá			
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx		
355	16	0	306	14	1005	45	0	1005	45	2746	72	0	2746	72		
Zatížení na pilíř celkem					Zatížení na pilíř											
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My		
-2671	-120	0	-108	407						-5492	-144	0	0	0		
Teplota + vítr																
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2						
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá			
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx		
31	1	-96	30	1	82	4	-74	15	1	184	8	-169	38	7		
Zatížení na pilíř celkem					Zatížení na pilíř											
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My		
-158	-7	170	-147	2						-221	-15	169	-316	0		
Normální zatížitelnost																
Dynamický součinitel					1.3	Dynamický součinitel					1.3	Vn				
Násobek jednotkového					4.2	Násobek jednotkového					4.2	56.0				
					Vn = 56.0 t						Vn = 56.0 t					
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2						
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá			
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx		
1041	47	-104	576	26	1617	73	-11	971	44	3096	253	-82	961	228		
Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř						
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My		
-1617	-73	104	-1008	-970	-2588	-116	11	-1398	-1553	-4057	-481	82	-4623	0		
Výhradní zatížitelnost																
Dynamický součinitel					1.4	Dynamický součinitel					1.4	Vn				
Násobek jednotkového					2.5	Násobek jednotkového					2.1	210.0				
					Vn = 250.0 t						Vn = 210.0 t					
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2						
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá			
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx		
2639	119	-636	3	0	3109	140	-7	80	4	3073	371	-6	10	218		
Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř						
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My		
-2643	-119	636	-5706	-1586	-3188	-143	7	-6558	-1913	-3082	-589	6	-6631	0		

Tab. 51 Zatížení pilířů – včetně násobku dané zatížitelnosti a dynamického součinitele

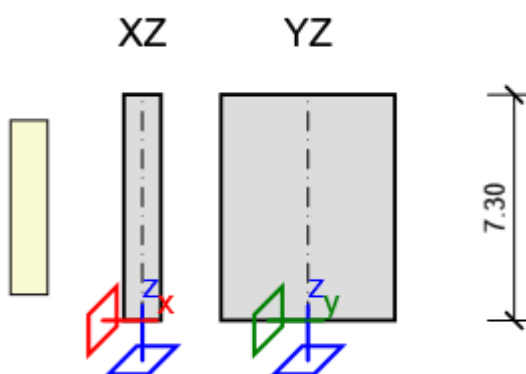
Výjimečná zatížitelnost															
Dynamický součinitel		1.05										Dynamický součinitel		1.05 Vn	
Násobek jednotkového		5.0		Vn = 500.0 t								Násobek jednotkového		5.0 500.0	
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2					
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá		
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	
1558	70	0	1550	70	2132	96	-5	2111	95	2620	96	-13	641	95	
Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	
-3108	-140	0	-18	-1865	-4242	-191	5	-45	-2545	-3260	-191	13	-4285	0	
Nicolas 18															
Dynamický součinitel		1.05													
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2					
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá		
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	
686	31	0	680	31	1659	75	0	1644	74	2712	75	0	1440	74	
Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	
-1366	-61	0	-12	-820	-3303	-149	0	-32	-1982	-4152	-149	0	-2755	0	
Nicolas 14+14															
Dynamický součinitel		1.05													
Jižní nájezd, P3					Most, P3					Most, P2					
Levá			Pravá		Levá			Pravá		Levá			Pravá		
Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	
630	28	0	619	28	1250	56	-1	1238	56	2249	56	0	922	56	
Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					Zatížení na pilíř					
V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	V	Hx	Hy	Mx	My	
-1249	-56	0	-22	-749	-2487	-112	1	-25	-1492	-3171	-112	0	-2873	0	

Tab. 52 Zatížení pilířů – včetně násobku dané zatížitelnosti a dynamického součinitele

6.7.2.1 Pilíř P2

6.7.2.1.1 Normální zatížitelnost

2 Data sloupu



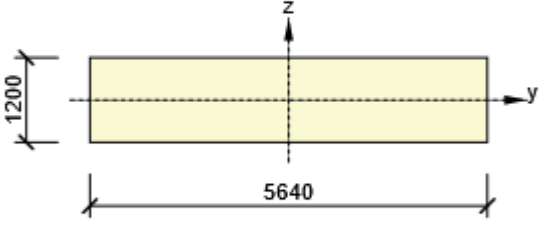
Délka	7.30 m
Průřez	Obdélník 1200, 5640
Materiál	C20/25
Podpora v hlavě	
Směr X	Volný
Směr Y	Volný
Podpora v patě	
Směr X	Pevná
Směr Y	Pevná

3 Materiály

Název	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]
C20/25	20.0	28.0	2.2	29962.0	0.20	2500
	$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4},$ Exponent - n: 2.00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0.20), Typ diagramu: Parabolický					

4 Průřezy

Obdélník 1200, 5640

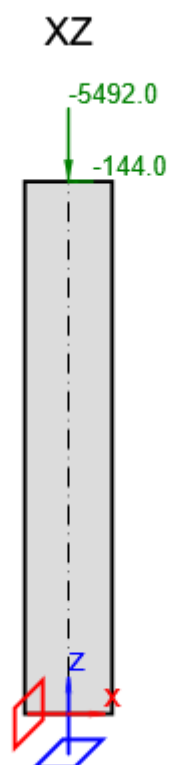
Symbol	Hodnota	Jednotka	
Materiál	C20/25		
A	6768000	[mm ²]	
S_y	0	[mm ³]	
S_z	0	[mm ³]	
I_y	812160000000	[mm ⁴]	
I_z	1794061440000 0	[mm ⁴]	
C_{gy}	0	[mm]	
C_{gz}	0	[mm]	
i_y	346	[mm]	
i_z	1628	[mm]	

5 Zatěžovací stavy

Typ	Jméno
Vlastní tíha g_0	G0
Stálé zatížení g_1	G1
Proměnné zatížení q_{LT}	TEP+VITR
Proměnné zatížení $q_{ST A}$	DOPR-M

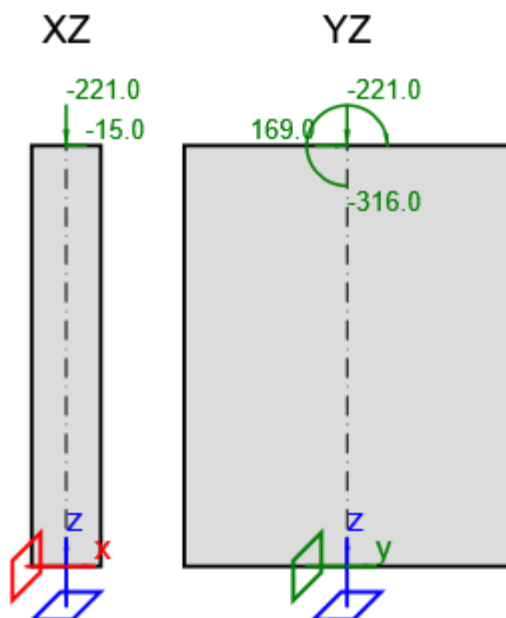
6 Zatížení

Zatěžovací stav : G1, Stálé zatížení g_1



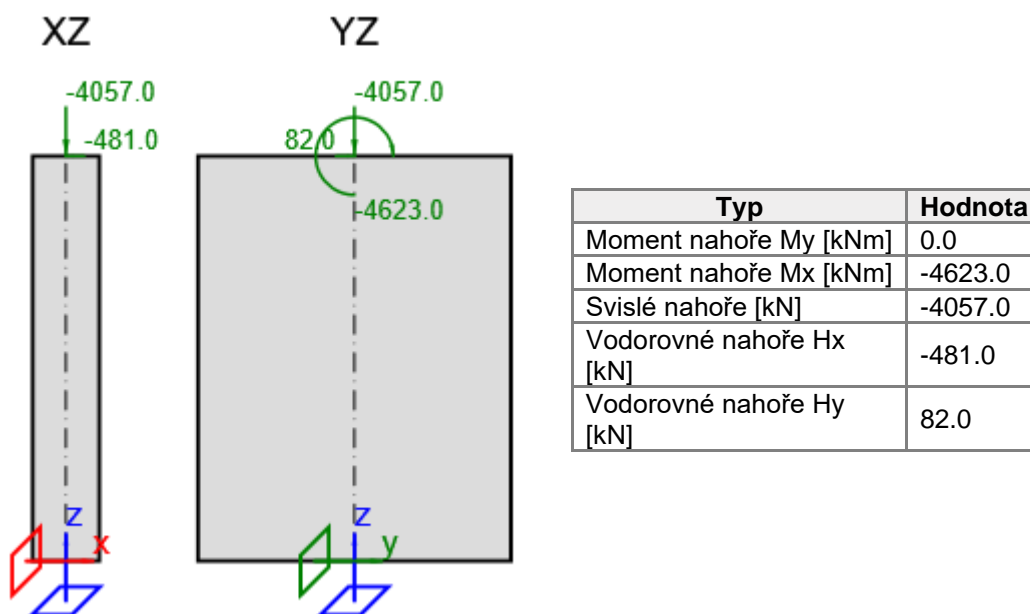
Typ	Hodnota
Moment nahoře My [kNm]	0.0
Moment nahoře Mx [kNm]	0.0
Svislé nahoře [kN]	-5492.0
Vodorovné nahoře Hx [kN]	-144.0
Vodorovné nahoře Hy [kN]	0.0

Zatěžovací stav : TEP+VITR, Proměnné zatížení qLT

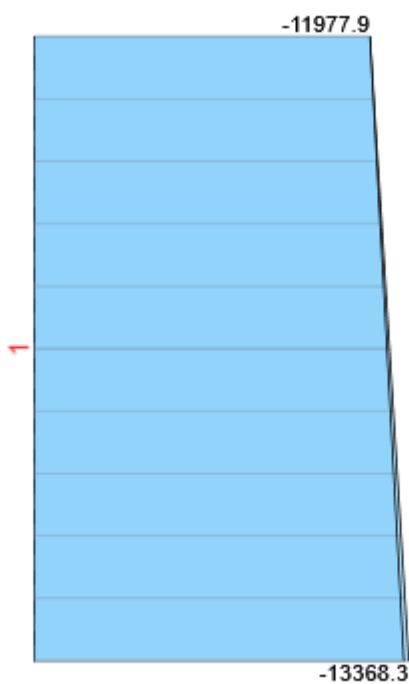


Typ	Hodnota
Moment nahoře My [kNm]	0.0
Moment nahoře Mx [kNm]	-316.0
Svislé nahoře [kN]	-221.0
Vodorovné nahoře Hx [kN]	-15.0
Vodorovné nahoře Hy [kN]	169.0

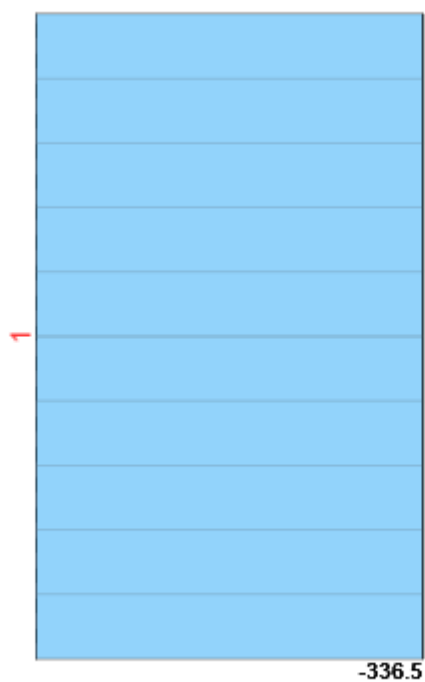
Zatěžovací stav : DOPR-M, Proměnné zatížení qST A



7 Výsledky



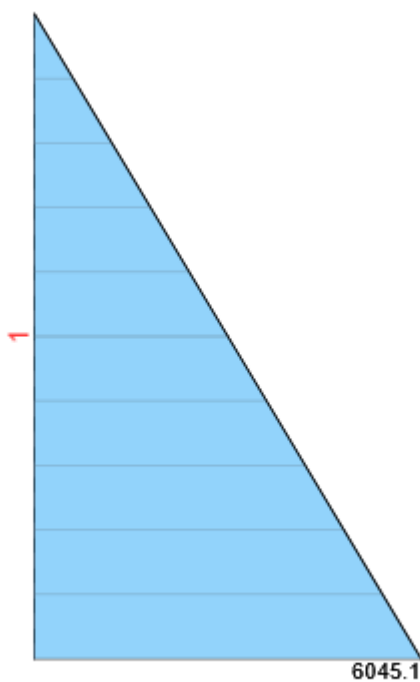
Všechny kombinace, N [kN], Síly k těžišti



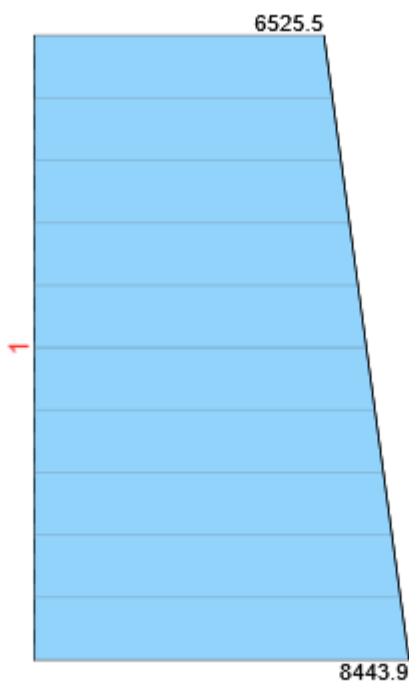
Všechny kombinace, V_y [kN], Síly k těžišti



Všechny kombinace, V_z [kN], Síly k těžišti



Všechny kombinace, M_y [kNm], Síly k těžišti



Všechny kombinace, M_z [kNm], Síly k těžišti

Vnitřní síly, Extrém na prvku, Síly k těžišti

Prvek	Kombinace	Pozice [m]	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
1	ULSF(5)	0.00	-13368.3	-262.8	-828.1	0.0	6045.1	8443.9

1	ULSF(3)	7.30	-5492.0	0.0	-144.0	0.0	0.0	0.0
1	ULSF(9)	0.00	-11142.9	-336.5	-653.5	0.0	4770.6	7611.4
1	ULSF(1)	0.00	-9050.0	0.0	-194.4	0.0	1419.1	0.0
1	ULSF(4)	0.00	-13189.6	-262.8	-828.1	0.0	6045.1	8443.9
1	ULSF(3)	0.00	-7127.8	0.0	-144.0	0.0	1051.2	0.0
1	ULSF(4)	7.30	-11977.9	-262.8	-828.1	0.0	0.0	6525.5

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M
ULSF(3)	1.35*G0 + G1
ULSF(9)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M
ULSF(1)	1.35*G0 + 1.35*G1
ULSF(4)	G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M

Deformace, Extrém na prvku,

Prvek	Kombinace	Pozice [m]	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	f _i _x [mrad]	f _i _y [mrad]	f _i _z [mrad]
1	SLSC(11)	7.30	-0.4	0.3	3.4	0.0	-0.7	0.1
1	SLSC(17)	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
SLSC(11)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-M
SLSC(17)	G0 + G1 + DOPR-M

Reakce

Uzel	Kombinace	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	ULSF(9)	653.5	-336.5	11142.9	4770.6	0.0
1	ULSF(5)	828.1	-262.8	13368.3	6045.1	0.0

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
ULSF(9)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M

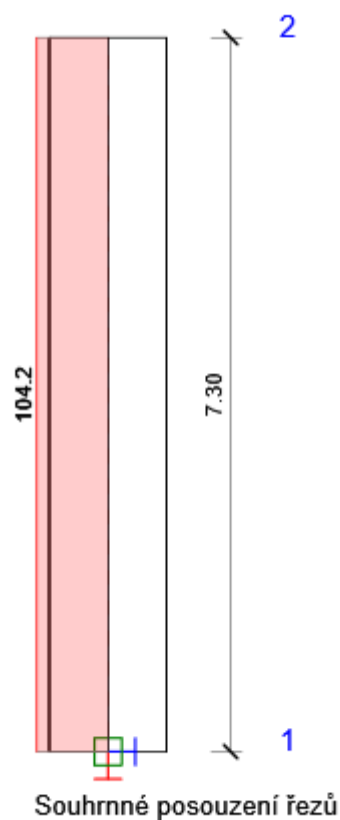
8 Posouzení betonu

Souhrn posudků řezů

Kombinace	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(4)	-13189.6	7761.0	8733.7	-828.1	60.8	OK
Smyk						
ULSF(2)	-12379.5	7497.2	8718.2	-806.9	26.1	OK
Interakce						
ULSF(2)	-12379.5	7497.2	8718.2	-806.9	76.5	OK

Omezení napětí						
SLSC(11)	-10893.3	4628.2	6151.4	-634.0	68.1	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(16)	-6814.2	1106.0	774.9	-151.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(5)	-13368.3	7784.3	8737.6	-828.1	104.2	Nevyhovuje

Posudek řezu



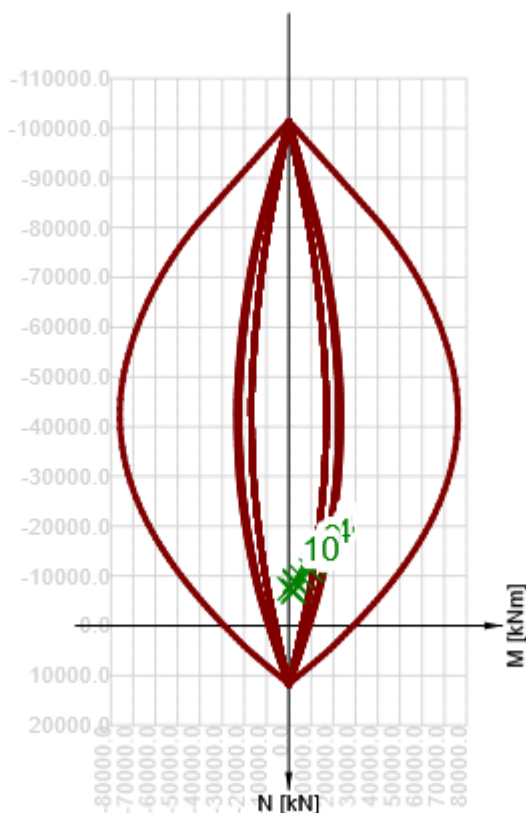
x začátek [m]	x konec [m]	Vyztužení	Rozhodující typ posudku	Hodnota [%]	Posudek
0.00	7.30	A-A	Konstrukční zásady	104.2	Nevyhovuje

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posudek řezu pro zónu: A-A (0.00 m - 7.30 m)

Rozhodující typ posudku	Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Konstrukční zásady	ULSF(5)	-13368.3	7784.3	8737.6	-828.1	0.0	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek	
Únosnost N-M-M								
ULSF(4)	-13189.6	7761.0	8733.7	-828.1	0.0	60.8	OK	

Smyk							
ULSF(2)	-12379.5	7497.2	8718.2	-806.9	0.0	26.1	OK
Interakce							
ULSF(2)	-12379.5	7497.2	8718.2	-806.9	0.0	76.5	OK
Omezení napětí							
SLSC(11)	-10893.3	4628.2	6151.4	-634.0	0.0	68.1	OK
Šířka trhliny							
SLSQ(16)	-6814.2	1106.0	774.9	-151.5	0.0	0.0	OK
Konstrukční zásady							
ULSF(5)	-13368.3	7784.3	8737.6	-828.1	0.0	104.2	Nevyhovuje



	Extrém	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	ULSF(4)	-13189.6	7761.0	8733.7
2	ULSF(5)	-13368.3	7784.3	8737.6
3	ULSF(2)	-12379.5	7497.2	8718.2
4	ULSF(9)	-11142.9	6205.0	7866.5
5	ULSF(1)	-9050.0	2698.7	0.0
6	ULSF(8)	-8625.9	2638.7	0.0
7	ULSF(3)	-7127.8	2059.0	0.0
8	ULSF(6)	-6703.7	1999.0	0.0
9	ULSF(9)	-9931.2	0.0	5409.9
10	ULSF(1)	-7414.2	244.5	0.0

Únosnost N-M-M

Ned/Nrd1/Nrd2[kN]	Medy/Mrd1y/Mrd2y[kNm]	Medz/Mrd1z/Mrd2z[kNm]	Hodnota	Posudek
-------------------	-----------------------	-----------------------	---------	---------

			[%]	
-13189.6/ - 21683.8/ 5491.4	7761.0/ 12759.2/ - 3231.3	8733.7/ 14358.2/ - 3636.2	60.8	OK

Smyk

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
848.6	3248.4	13261.8	530.3	3248.4	26.1	OK

Interakce

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota		Posudek
					V+T [%]	V+T+M [%]	
-12379.5	7497.2	8718.2	848.6	0.0	26.1	76.5	OK

Omezení napětí

Typ posudku	Část průřezu	Bod		σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
		X [mm]	Y [mm]				
7.2(2)-Char Krátkodobé	Vlákno betonu	2820	600	-8.2	-12.0	68.1	OK
7.2(2)-Char Dlouhodobé	Vlákno betonu	2820	600	-6.8	-12.0	57.0	OK

Šířka trhliny

Kombinace	Typ	w [mm]	w _{mez} [mm]	Hodnota [%]	Posudek
Kvazi	Krátkodobé	0.000	0.300	0.0	OK
Kvazi	Dlouhodobé	0.000	0.300	0.0	OK

Konstrukční zásady

Typ	Hodnota _{vyp.}	Hodnota _{mez}	Hodnota [%]	Posudek
Maximální vzdálenost třmínků (9.5.3 (3)) [mm]	250	240	104.2	Nevyhovuje

Kritické kombinace vybrané pro posouzení řezů

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
ULSF(1)	1.35*G0 + 1.35*G1
ULSF(2)	G0 + G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M
ULSF(3)	1.35*G0 + G1
ULSF(4)	G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M
ULSF(6)	G0 + G1
ULSF(8)	G0 + 1.35*G1
ULSF(9)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M
SLSC(11)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-M
SLSQ(16)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR

Data dimezačních dílců

Typ prvku	Sloup
Stupeň vlivu prostředí	XC4, XD2, XF4
Relativní vlhkost	65 %
Součinitel dotvarování	Vypočtený
Význam nosného prvku	Velký

Imperfekce, 2. řád

Délka	7.30 m
Účinná délka	Podle podpor

Uložení tlačeného prvku

Směr	y^\perp	z^\perp
Konec	Volný	Volný
Počátek	Pevný	Pevný

Geometrické imperfekce

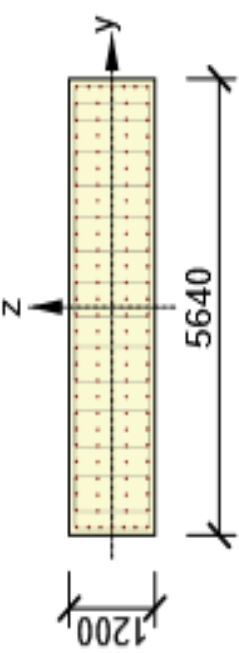
Použít pro MSÚ	Zapnuto
Použít pro MSP	Vypnuto
Uvažovaný účinek	Osamělý prvek

Účinky druhého řádu

Ztužený prvek y^\perp	Vypnuto
Ztužený prvek z^\perp	Vypnuto
Použitá metoda	Jmenovitá křivost
c_{y^\perp}	9.87
c_{z^\perp}	9.87

Zóny vyztužení

Vyztužený průřez	Vyztužení
------------------	-----------

	<p>Výztuž:</p> <ul style="list-style-type: none"> 26ϕ20 (8168mm²) (10425), z = 500 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = 497 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = 327 mm 26ϕ16 (5228mm²) (10425), z = 200 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = 163 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = 0 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = -163 mm 26ϕ16 (5228mm²) (10425), z = -200 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = -327 mm 2ϕ20 (628mm²) (10425), z = -497 mm 26ϕ20 (8168mm²) (10425), z = -500 mm <p>Třmínky:</p> <ul style="list-style-type: none"> ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení ϕ10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení
---	---

Materiál výztuže

Název	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]
10216	206.0	222.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.08, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 1e-4$, Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví				
10425	410.0	432.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.08, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 1e-4$, Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví				

6.7.2.1.2 Výhradní zatížitelnost

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(4)	-11873.4	8648.4	10670.6	-973.9	77.7	OK
Smyk						
ULSF(2)	-11063.3	8385.8	10654.2	-952.7	35.3	OK
Interakce						
ULSF(2)	-11063.3	8385.8	10654.2	-952.7	93.4	OK
Omezení napětí						
SLSC(13)	-9918.3	5416.6	7604.6	-742.0	96.4	OK
Sířka trhliny						
SLSQ(19)	-6814.2	1106.0	774.9	-151.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(9)	-12369.4	7481.1	8424.2	-804.3	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(4)	G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M					
ULSF(2)	G0 + G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M					
SLSC(13)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-M					
SLSQ(19)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					
ULSF(9)	1.35*G0 + 1.35*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M					

6.7.2.1.3 Výjimečná zatížitelnost

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(5)	-12292.4	4725.8	7612.0	-436.6	33.9	OK
Smyk						
ULSF(10)	-10335.9	3910.5	7019.5	-359.9	15.4	OK
Interakce						
ULSF(4)	-12113.7	4703.4	7607.6	-436.6	25.4	OK
Omezení napětí						
SLSC(13)	-10096.3	2511.2	5309.7	-344.0	33.6	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(19)	-6814.2	1106.0	774.9	-151.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(9)	-12549.6	4517.0	8132.3	-401.3	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M					
ULSF(10)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M					
ULSF(4)	G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M					
SLSC(13)	G0 + G1 + 0.8*TEP+VITR + DOPR-M					
SLSQ(19)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					
ULSF(9)	1.35*G0 + 1.35*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M					

6.7.2.1.4 Ověření speciálního podvozku Nicolas 18 – 360

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(5)	-13496.6	4490.7	5434.5	-379.9	30.6	OK
Smyk						
ULSF(10)	-11239.1	3727.5	5390.6	-317.4	13.8	OK
Interakce						
ULSF(5)	-13496.6	4490.7	5434.5	-379.9	21.3	OK
Omezení napětí						
SLSC(14)	-10988.3	2204.6	3684.8	-302.0	30.8	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(21)	-6814.2	1106.0	774.9	-151.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(5)	-13496.6	4490.7	5434.5	-379.9	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M					
ULSF(10)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M					
SLSC(14)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-M					
SLSQ(21)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					

6.7.2.1.5 Ověření speciálního podvozku Nicolas 14 + 14 - 500

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(5)	-12172.2	3937.4	5572.4	-329.9	27.4	OK
Smyk						
ULSF(9)	-10245.8	3315.8	5491.3	-279.9	13.6	OK
Interakce						
ULSF(5)	-12172.2	3937.4	5572.4	-329.9	19.1	OK
Omezení napětí						
SLSC(14)	-10007.3	1934.5	3802.8	-265.0	28.2	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(20)	-6814.2	1106.0	774.9	-151.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(10)	-12459.5	3931.6	4599.2	-321.3	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-M					
ULSF(9)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M					
SLSC(14)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-M					
SLSQ(20)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					
ULSF(10)	1.35*G0 + 1.35*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.01*DOPR-M					

6.7.2.2 Pilíř P3

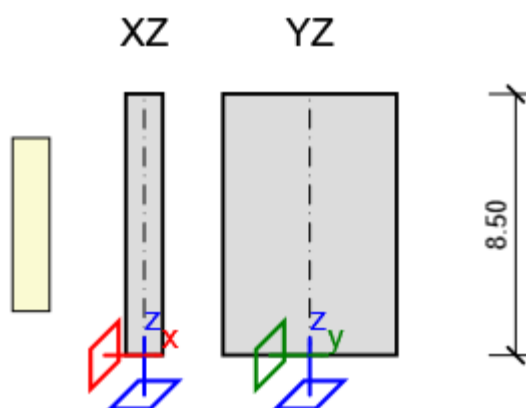
6.7.2.2.1 Normální zatížitelnost

1 Data projektu

Název projektu	
----------------	--

Číslo projektu	
Národní norma	EN 1992-1-1:2004/AC:2010-11
Národní příloha	Česká
Datum	25/11/2019

2 Data sloupu



Délka	8.50 m
Průřez	Obdélník 1200, 5640
Materiál	C20/25
Podpora v hlavě	
Směr X	Volný
Směr Y	Volný
Podpora v patě	
Směr X	Pevná
Směr Y	Pevná

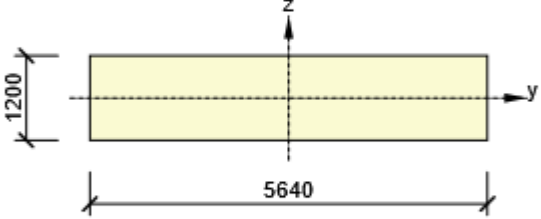
3 Materiály

Název	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]
C20/25	20.0	28.0	2.2	29962.0	0.20	2500
$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4}$, Exponent - n: 2.00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0.20), Typ diagramu: Parabolický						

4 Průřezy

Obdélník 1200, 5640

Symbol	Hodnota	Jednotka
Materiál	C20/25	
A	6768000	[mm ²]
S _y	0	[mm ³]
S _z	0	[mm ³]
I _y	812160000000	[mm ⁴]
I _z	1794061440000 0	[mm ⁴]
C _{gy}	0	[mm]
C _{gz}	0	[mm]
i _y	346	[mm]

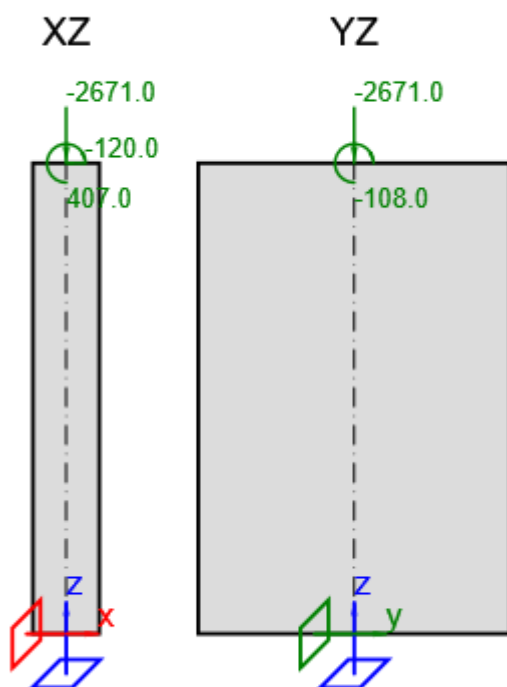
i_z	1628	[mm]	
-------	------	------	--

5 Zatěžovací stavy

Typ	Jméno
Vlastní tíha g_0	G0
Stálé zatížení g_1	G1
Proměnné zatížení q_{LT}	TEP+VITR
Proměnné zatížení $q_{ST A}$	DOPR-N
Proměnné zatížení $q_{ST B}$	DOPR-M

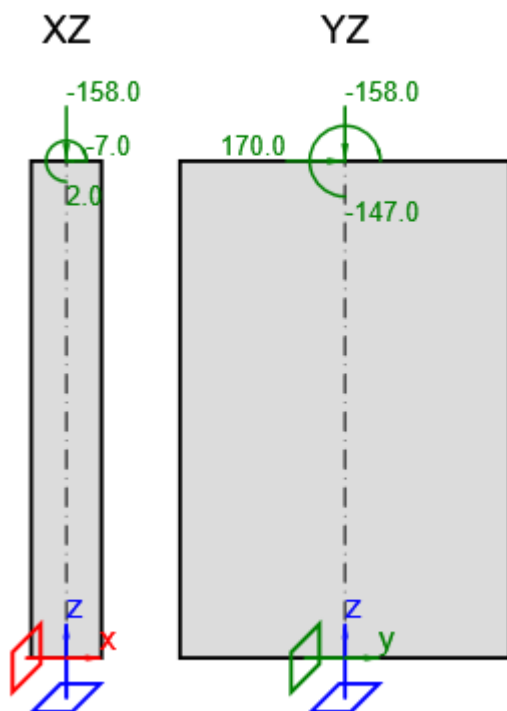
6 Zatížení

Zatěžovací stav : G1, Stálé zatížení g_1

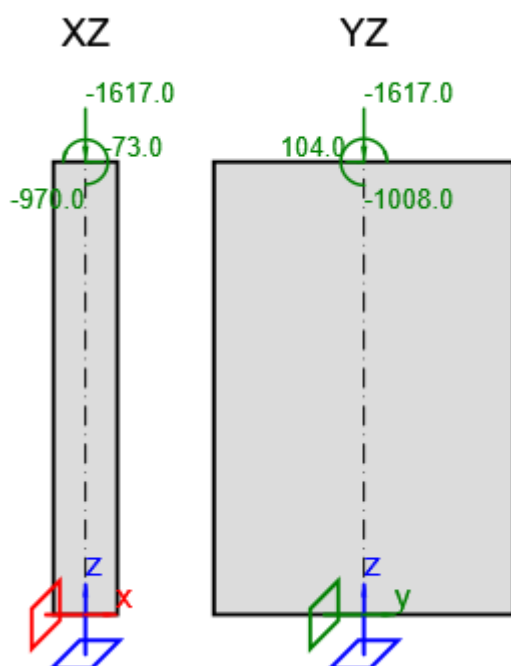


Typ	Hodnota
Moment nahoře My [kNm]	407.0
Moment nahoře Mx [kNm]	-108.0
Svislé nahoře [kN]	-2671.0
Vodorovné nahoře Hx [kN]	-120.0
Vodorovné nahoře Hy [kN]	0.0

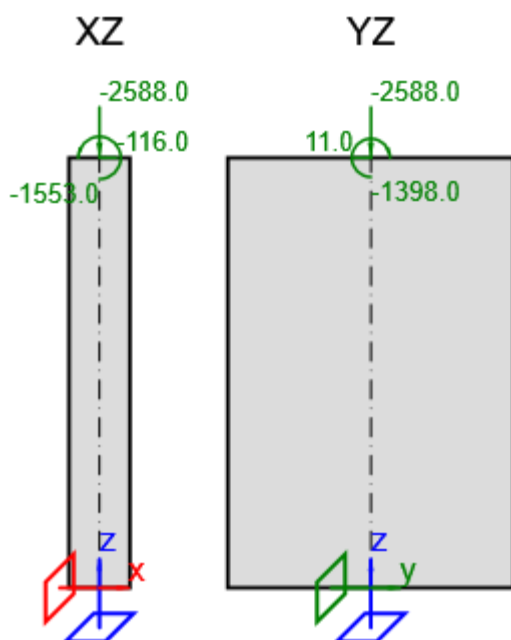
Zatěžovací stav : TEP+VITR, Proměnné zatížení qLT



Typ	Hodnota
Moment nahoře My [kNm]	2.0
Moment nahoře Mx [kNm]	-147.0
Svislé nahoře [kN]	-158.0
Vodorovné nahoře Hx [kN]	-7.0
Vodorovné nahoře Hy [kN]	170.0

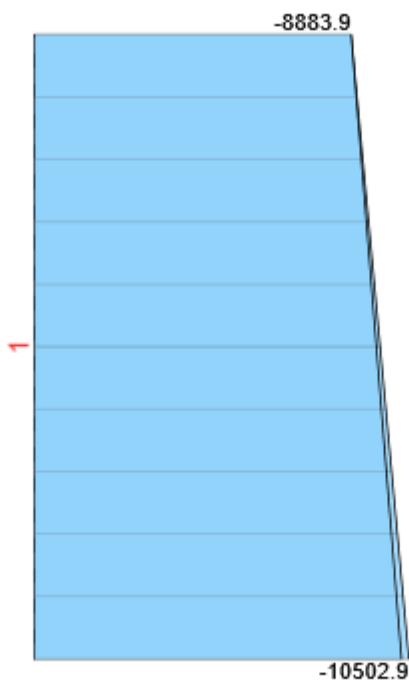
Zatěžovací stav : DOPR-N, Proměnné zatížení qST A

Typ	Hodnota
Moment nahoře My [kNm]	-970.0
Moment nahoře Mx [kNm]	-1008.0
Svislé nahoře [kN]	-1617.0
Vodorovné nahoře Hx [kN]	-73.0
Vodorovné nahoře Hy [kN]	104.0

Zatěžovací stav : DOPR-M, Proměnné zatížení qST B

Typ	Hodnota
Moment nahoře My [kNm]	-1553.0
Moment nahoře Mx [kNm]	-1398.0
Svislé nahoře [kN]	-2588.0
Vodorovné nahoře Hx [kN]	-116.0
Vodorovné nahoře Hy [kN]	11.0

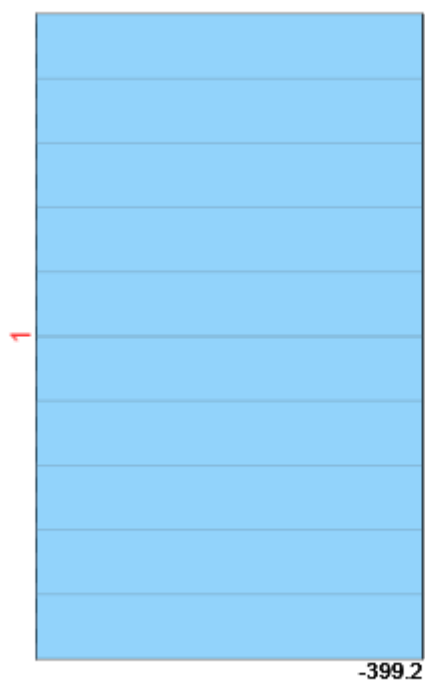
7 Výsledky



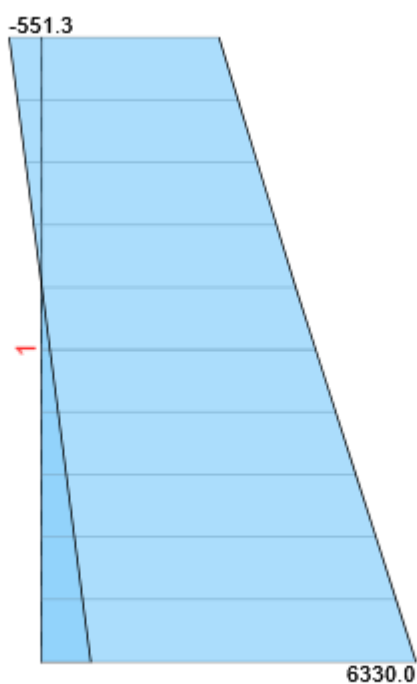
Všechny kombinace, N [kN], Síly k těžišti



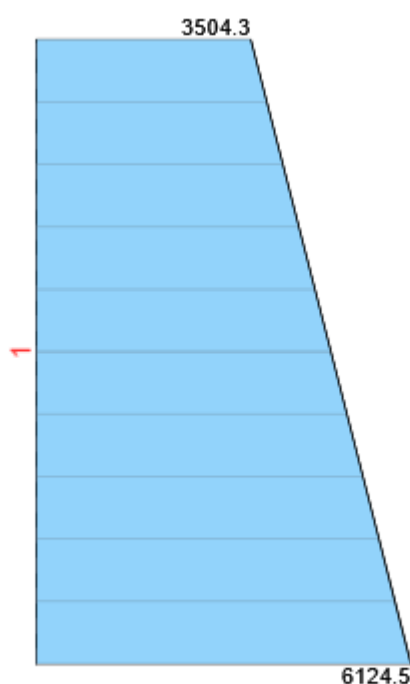
Všechny kombinace, Vy [kN], Síly k těžišti



Všechny kombinace, Vz [kN], Síly k těžišti



Všechny kombinace, My [kNm], Síly k těžišti



Všechny kombinace, Mz [kNm], Síly k těžišti

Vnitřní síly, Extrém na prvku, Síly k těžišti

Prvek	Kombinace	Pozice [m]	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	ULSF(2)	0.00	-10502.9	-308.3	-399.2	0.0	6330.0	6124.5
1	ULSF(8)	8.50	-2671.0	0.0	-120.0	0.0	-407.0	108.0
1	ULSF(3)	0.00	-9178.5	-371.4	-339.6	0.0	4970.8	5937.7
1	ULSF(4)	0.00	-5510.5	0.0	-162.0	0.0	827.6	145.8
1	ULSF(1)	0.00	-10294.8	-308.3	-399.2	0.0	6330.0	6124.5
1	ULSF(8)	0.00	-4575.7	0.0	-120.0	0.0	613.0	108.0
1	ULSF(10)	8.50	-3748.1	-153.0	-168.3	0.0	-551.3	278.1

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
ULSF(2)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-N + 1.35*DOPR-M
ULSF(8)	1.35*G0 + G1
ULSF(3)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-N + 1.01*DOPR-M
ULSF(4)	1.35*G0 + 1.35*G1
ULSF(1)	G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-N + 1.35*DOPR-M
ULSF(10)	G0 + 1.35*G1 + 0.9*TEP+VITR

Deformace, Extrém na prvku,

Prvek	Kombinace	Pozice [m]	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	f _i _x [mrad]	f _i _y [mrad]	f _i _z [mrad]
1	SLSC(12)	8.50	-0.3	0.3	5.8	0.0	-1.2	0.1
1	SLSC(16)	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
SLSC(12)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-N + DOPR-M
SLSC(16)	G0 + G1 + DOPR-N + DOPR-M

Reakce

Uzel	Kombinace	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	ULSF(5)	321.9	-371.4	8576.4	4880.4	0.0
1	ULSF(2)	399.2	-308.3	10502.9	6330.0	0.0

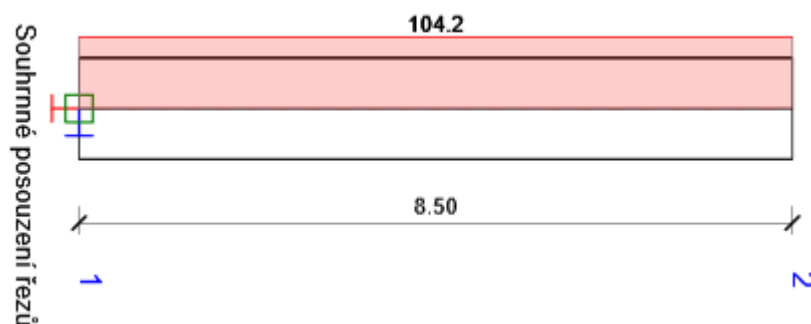
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
ULSF(5)	G0 + G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-N + 1.01*DOPR-M
ULSF(2)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-N + 1.35*DOPR-M

8 Posouzení betonu

Souhrn posudků řezů

Kombinace	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(1)	-10294.8	8032.3	6333.2	-399.2	70.9	OK
Smyk						
ULSF(5)	-8576.4	6277.8	6114.8	-321.9	21.2	OK
Interakce						
ULSF(1)	-10294.8	8032.3	6333.2	-399.2	93.3	OK
Omezení napětí						
SLSC(12)	-8381.7	4777.0	4446.7	-313.2	79.2	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(21)	-4160.9	641.8	904.0	-123.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(2)	-10502.9	8066.7	6337.4	-399.2	104.2	Nevyhovuje

Posudek řezu



x začátek	x konec	Vyztužení	Rozhodující typ posudku	Hodnota	Posudek
-----------	---------	-----------	-------------------------	---------	---------

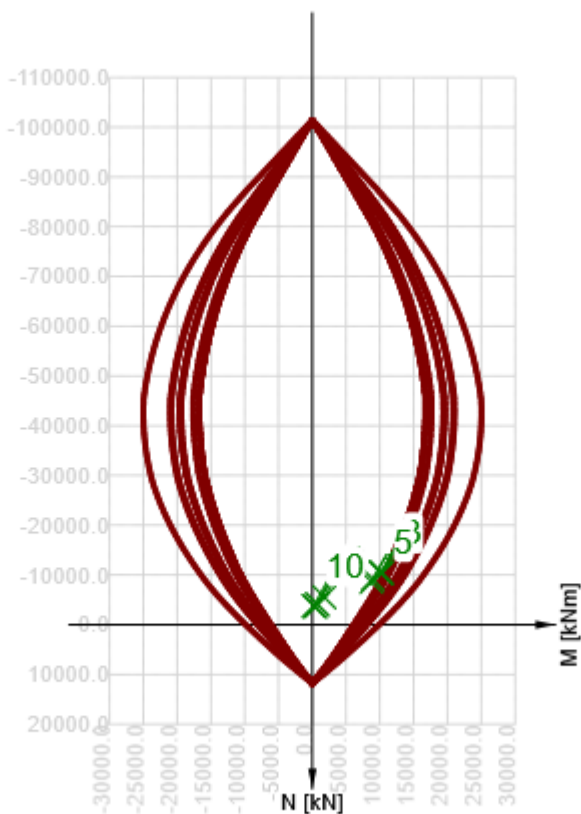
[m]	[m]			[%]	
0.00	8.50	A-A	Konstrukční zásady	104.2	Nevyhovuje

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posudek řezu pro zónu: A-A (0.00 m - 8.50 m)

Rozhodující typ posudku	Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Konstrukční zásady	ULSF(2)	-10502.9	8066.7	6337.4	-399.2	0.0	104.2	Nevyhovuje

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M							
ULSF(1)	-10294.8	8032.3	6333.2	-399.2	0.0	70.9	OK
Smyk							
ULSF(5)	-8576.4	6277.8	6114.8	-321.9	0.0	21.2	OK
Interakce							
ULSF(1)	-10294.8	8032.3	6333.2	-399.2	0.0	93.3	OK
Omezení napětí							
SLSC(12)	-8381.7	4777.0	4446.7	-313.2	0.0	79.2	OK
Šířka trhliny							
SLSQ(21)	-4160.9	641.8	904.0	-123.5	0.0	0.0	OK
Konstrukční zásady							
ULSF(2)	-10502.9	8066.7	6337.4	-399.2	0.0	104.2	Nevyhovuje



Extrém	N	My	Mz
--------	---	----	----

		[kN]	[kNm]	[kNm]
1	ULSF(1)	-10294.8	8032.3	6333.2
2	ULSF(2)	-10502.9	8066.7	6337.4
3	ULSF(2)	-10502.9	8066.7	6124.5
4	ULSF(3)	-9178.5	6468.0	6142.9
5	ULSF(5)	-8576.4	6277.8	6114.8
6	ULSF(4)	-5510.5	1781.5	173.7
7	ULSF(6)	-4081.9	730.2	128.6
8	ULSF(6)	-4081.9	730.2	108.0
9	ULSF(4)	-3605.9	-394.2	187.0
10	ULSF(4)	-3796.3	-102.3	145.8

Únosnost N-M-M

Ned/Nrd1/Nrd2[kN]	Medy/Mrd1y/Mrd2y[kNm]	Medz/Mrd1z/Mrd2z[kNm]	Hodnota [%]	Posudek
-10294.8/ -14516.8/ 4697.0	8032.3/ 11326.4/ -3664.7	6333.2/ 8930.5/ -2889.5	70.9	OK

Smyk

V _{Ed} [kN]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	V _{Rd,s} [kN]	V _{Rd} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
491.5	2318.1	7142.3	177.7	2318.1	21.2	OK

Interakce

N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota		Posudek
					V+T [%]	V+T+M [%]	
-10294.8	8032.3	6333.2	504.3	0.0	18.6	93.3	OK

Omezení napětí

Typ posudku	Část průřezu	Bod		σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
		X [mm]	Y [mm]				
7.2(2)-Char Krátkodobé	Vlákno betonu	2820	600	-9.5	-12.0	79.2	OK
7.2(2)-Char Dlouhodobé	Vlákno betonu	2820	600	-7.1	-12.0	59.0	OK

Šířka trhliny

Kombinace	Typ	w [mm]	w _{mez} [mm]	Hodnota [%]	Posudek
Kvazi	Krátkodobé	0.000	0.300	0.0	OK
Kvazi	Dlouhodobé	0.000	0.300	0.0	OK

Konstrukční zásady

Typ	Hodnota _{vyp.}	Hodnota _{mez}	Hodnota [%]	Posudek
-----	-------------------------	------------------------	-------------	---------

Maximální vzdálenost třmínků (9.5.3 (3)) [mm]	250	240	104.2	Nevyhovuje
--	-----	-----	-------	------------

Kritické kombinace vybrané pro posouzení řezů

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
ULSF(1)	$G_0 + 1.15 \cdot G_1 + 0.9 \cdot \text{TEP} + \text{VITR} + 1.35 \cdot \text{DOPR-N} + 1.35 \cdot \text{DOPR-M}$
ULSF(2)	$1.15 \cdot G_0 + 1.15 \cdot G_1 + 0.9 \cdot \text{TEP} + \text{VITR} + 1.35 \cdot \text{DOPR-N} + 1.35 \cdot \text{DOPR-M}$
ULSF(3)	$1.15 \cdot G_0 + 1.15 \cdot G_1 + 1.5 \cdot \text{TEP} + \text{VITR} + 1.01 \cdot \text{DOPR-N} + 1.01 \cdot \text{DOPR-M}$
ULSF(4)	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1$
ULSF(5)	$G_0 + G_1 + 1.5 \cdot \text{TEP} + \text{VITR} + 1.01 \cdot \text{DOPR-N} + 1.01 \cdot \text{DOPR-M}$
ULSF(6)	$G_0 + G_1$
SLSC(12)	$G_0 + G_1 + 0.6 \cdot \text{TEP} + \text{VITR} + \text{DOPR-N} + \text{DOPR-M}$
SLSQ(21)	$G_0 + G_1 + 0.5 \cdot \text{TEP} + \text{VITR}$

Data dimezačních dílců

Typ prvku	Sloup
Stupeň vlivu prostředí	XC4, XD2, XF4
Relativní vlhkost	65 %
Součinitel dotvarování	Vypočtený
Význam nosného prvku	Velký

Imperfekce, 2. řád

Délka	8.50 m
Účinná délka	Podle podpor

Uložení tlačného prvku

Směr	y^\perp	z^\perp
Konec	Volný	Volný
Počátek	Pevný	Pevný

Geometrické imperfekce

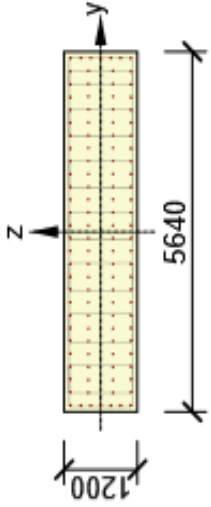
Použit pro MSÚ	Zapnuto
Použit pro MSP	Vypnuto
Uvažovaný účinek	Osamělý prvek

Účinky druhého řádu

Ztužený prvek y^\perp	Vypnuto
Ztužený prvek z^\perp	Vypnuto
Použitá metoda	Jmenovitá křivost
c_{y^\perp}	9.87
c_{z^\perp}	9.87

Zóny vyztužení

Vyztužený průřez	Vyztužení
------------------	-----------

	Výztuž: 26 \varnothing 20 (8168mm ²) (10425), z = 500 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = 497 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = 327 mm 26 \varnothing 16 (5228mm ²) (10425), z = 200 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = 163 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = 0 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = -163 mm 26 \varnothing 16 (5228mm ²) (10425), z = -200 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = -327 mm 2 \varnothing 20 (628mm ²) (10425), z = -497 mm 26 \varnothing 20 (8168mm ²) (10425), z = -500 mm Třmínky: \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení \varnothing 10 (10216) - 250 mm, uzavřený, pro posouzení kroucení
---	--

Materiál výztuže

Název	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]
10216	206.0	222.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.08, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4}$, Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví				
10425	410.0	432.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.08, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4}$, Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví				

6.7.2.2 Výhradní zatžitelnost

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(5)	-9549.3	6861.5	16181.3	-356.2	70.0	OK
Smyk						
ULS3(4)	-7792.1	5352.1	16762.3	-287.0	47.5	OK
Interakce						
ULSF(5)	-9549.3	6861.5	16181.3	-356.2	93.3	OK
Omezení napětí						
SLSC(15)	-7675.3	4083.1	11700.9	-281.4	94.8	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(23)	-4160.9	641.8	904.0	-123.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(5)	-9549.3	6861.5	16181.3	-356.2	104.2	Nevyhovuje
Kombinace Popis kritických účinků zatížení						
ULSF(5)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 0.81*DOPR-N + 0.81*DOPR-M					
ULS3(4)	G0 + G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-N					
SLSC(15)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + 0.6*DOPR-N + 0.6*DOPR-M					
SLSQ(23)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					

6.7.2.2.3 Výjimečná zatížitelnost

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(7)	-10779.7	8467.8	1718.0	-412.1	69.3	OK
Smyk						
ULSF(1)	-9178.0	6742.8	2695.2	-349.3	17.2	OK
Interakce						
ULSF(7)	-10779.7	8467.8	1718.0	-412.1	91.9	OK
Omezení napětí						
SLSC(23)	-8586.7	4981.6	1126.5	-322.8	71.1	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(31)	-4160.9	641.8	904.0	-123.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(7)	-10779.7	8467.8	1718.0	-412.1	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(7)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 0.81*DOPR-N + 0.81*DOPR-M					
ULSF(1)	G0 + 1.15*G1 + 1.5*TEP+VITR + 0.61*DOPR-N + 0.61*DOPR-M					
SLSC(23)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + 0.6*DOPR-N + 0.6*DOPR-M					
SLSQ(31)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					

6.7.2.2.4 Ověření speciálního podvozku Nicolas 18 – 360

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(7)	-11129.3	8870.7	1689.6	-427.5	73.1	OK
Smyk						
ULSF(1)	-9440.2	7046.2	2673.6	-360.8	17.0	OK
Interakce						
ULSF(7)	-11129.3	8870.7	1689.6	-427.5	93.3	OK
Omezení napětí						
SLSC(21)	-8845.7	5234.5	1107.2	-334.2	75.3	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(27)	-4160.9	641.8	904.0	-123.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(7)	-11129.3	8870.7	1689.6	-427.5	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(7)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-N + 1.35*DOPR-M					
ULSF(1)	G0 + 1.15*G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-N + 1.01*DOPR-M					
SLSC(21)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-N + DOPR-M					
SLSQ(27)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					

6.7.2.2.5 Ověření speciálního podvozku Nicolas 14 + 14 – 500

Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M						
ULSF(7)	-9869.8	7410.2	1710.7	-370.8	59.2	OK
Smyk						
ULSF(1)	-8495.5	5946.5	2690.8	-318.3	17.1	OK
Interakce						
ULSF(7)	-9869.8	7410.2	1710.7	-370.8	76.7	OK
Omezení napětí						
SLSC(22)	-7912.7	4316.5	1118.7	-292.2	36.4	OK
Šířka trhliny						
SLSQ(29)	-4160.9	641.8	904.0	-123.5	0.0	OK
Konstrukční zásady						
ULSF(7)	-9869.8	7410.2	1710.7	-370.8	104.2	Nevyhovuje
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
ULSF(7)	1.15*G0 + 1.15*G1 + 0.9*TEP+VITR + 1.35*DOPR-N + 1.35*DOPR-M					
ULSF(1)	G0 + 1.15*G1 + 1.5*TEP+VITR + 1.01*DOPR-N + 1.01*DOPR-M					
SLSC(22)	G0 + G1 + 0.6*TEP+VITR + DOPR-N + DOPR-M					
SLSQ(29)	G0 + G1 + 0.5*TEP+VITR					

6.7.2.3 Souhrn zatížitelnosti spodní stavby

Zatížení	P1	P2	P3	Minimální zatížitelnost
Vn	56	56	56	56
Vr	250	210	250	210
Ve	500	500	500	500
Nicolas 18	ok	ok	ok	vyhovuje
Nicolas 14+14	ok	ok	ok	vyhovuje

Tab. 53 Souhrn zatížitelnosti spodní stavby

7 Závěr

Na závěr je možné porovnat obě použité metody. Není moc jednoznačné jak metody porovnat, protože u metody redukovaných napětí se nestanovovala maximální zatížitelnost, ale zatížitelnost omezená únosností ložisek (V_n a V_r). Níže je porovnávací tabulka, která pro metodu redukovaných napětí udává maximální využití – poměr dosaženého napětí a redukovaného napětí. Pro metodu efektivních šířek je to poměr zatížitelnosti v tabulce a maximální zatížitelnosti daného řezu.

Lze vidět veliké rozdíly, které jsou dané:

Červená čísla – v metodě redukovaných napětí bylo konzervativně počítáno s násobkem součinitelem boulení ve smyku a součinitelem boulení v tlaku pro stěnu nosníku – podle normy se má brát menší z nich. V řezu 4b je navíc excentricita ve spodním pásu – tuto excentricitu MEŠ nezahrnuje, ale prostorový model ano.

Modrá čísla – v obou krajních stěnách nosníku vzniká oblast s větším výsledným napětím – místo, které je v kontaktu s nadpodporovým příčnickem ve kterém je otvor. Zde vzroste napětí asi o 30 %. U vnitřních stěn nosníků, kde otvor v příčniku není tato oblast zvýšeného napětí není.

V ostatních řezech jsou hodnoty velmi podobné.

Zatížitelnost	$V_n = 54.8 \text{ t}$							
Řez	0	1	2	3	4	4b	5	6
MRN	64%	55%	85%	92%	82%	85%	48%	63%
MEŠ	31%	56%	36%	81%	42%	46%	38%	25%
Zatížitelnost	$V_r = 210 \text{ t}$							
Řez	0	1	2	3	4	4b	5	6
MRN	90%	62%	89%	90%	76%	81%	61%	78%
MEŠ	52%	66%	57%	62%	52%	45%	51%	44%
Zatížitelnost	$V_e = 397 \text{ t}$							
Řez	0	1	2	3	4	4b	5	6
MRN	56%	60%	72%	76%	67%	100%	58%	47%
MEŠ	43%	68%	50%	65%	48%	54%	50%	37%

Tab. 54 Porovnání výsledků metody redukovaných napětí a metody efektivních šířek, využití pro $V_n=54,8 \text{ t}$, $V_r = 210 \text{ t}$ a $V_e = 397 \text{ t}$

7.1 Zatížitelnost nosné konstrukce

Pro normální a výhradní zatížitelnost rozhoduje únosnost ložisek na pilíři P2 (7500 kN). U výhradní zatížitelnosti je to napětí v excentrické změně tloušťky dolní pásnice ze 40 na 20 mm (řez 4b).

NORMÁLNÍ ZATÍŽITELNOST $V_n = 54,8\text{t}$

VÝHRADNÍ ZATÍŽITELNOST $V_r = 210\text{t}$

VÝJIMEČNÁ ZATÍŽITELNOST $V_e = 397t$

**ZATÍŽITELNOST JE VYHOVUJÍCÍ I PRO SPECIÁLNÍ SESTAVY ZATÍŽENÍ
NICOLAS 18 – 360 A NICOLAS 14 + 14 - 500**

7.2 Zatížitelnost spodní stavby

Spodní stavba je omezena pilířem P2, který je zatížen vodorovnými silami, které způsobují velký ohybový moment.

NORMÁLNÍ ZATÍŽITELNOST $V_n = 56 t$

VÝHRADNÍ ZATÍŽITELNOST $V_r = 210 t$

VÝJIMEČNÁ ZATÍŽITELNOST $V_e = 500 t$

**ZATÍŽITELNOST JE VYHOVUJÍCÍ I PRO SPECIÁLNÍ SESTAVY ZATÍŽENÍ
NICOLAS 18 – 360 A NICOLAS 14 + 14 – 500**

8 Literatura

- [1] ČSN 73 6201: *Projektování mostních objektů*
- [2] ČSN 73 6222: *Zatížitelnost mostů pozemních komunikací*
- [3] ČSN 73 0038: *Hodnocení existujících konstrukcí*
- [4] ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*
- [5] ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*
- [6] ČSN EN 1991-1-5: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou*
- [7] ČSN EN 1991-2: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou*
- [8] ČSN EN 1992-1-1: *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla*
- [9] ČSN EN 1992-2: *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty*
- [10] ČSN EN 1337-2: *Stavební ložiska – Část 2: Kluzné prvky*
- [11] ČSN EN 1993-1-1: *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*
- [12] ČSN EN 1993-1-4: *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-4: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro korozivzdorné oceli*
- [13] ČSN EN 1993-1-5: *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn*
- [14] ROTTER, Tomáš. *Statický výpočet Mo 3288 V, IV. Díl, Výpočet mostu sever-jih a nájezdů ocelové konstrukce*. Fakulta stavební ČVUT v Praze, 1980.
- [15] ROTTER, Tomáš a STUDNIČKA, Jiří. *Ocelové mosty*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN80-01-03410-0.
- [16] BEG, Darko, KUHLMANN, Ulrike, DAVAINÉ, Laurence a BRAUN, Benjamin. *Design of plated structures.: Eurocode 3 : Design of steel structures : part 1-5--Design of plated structures*. Berlin: ECCS, 2010. ECCS Eurocode design manuals. ISBN 978-92-9147-100-3.
- [17] *Zpráva o statické zatěžovací zkoušce ocelového mostu sever-jih v k.p. Škoda Plzeň*. Teplice: Technický a zkušební ústav stavební Praha, prosinec 1987.
- [18] Archivní dokumentace silničního ocelového mostu sever-jih v k.p. Škoda Plzeň. Škoda Plzeň, 1981-1982.
- [19] *Zpráva o provedení diagnostického průzkumu*. Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2019.