

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Zjednodušený statický přepočít plnostěnného hl. nosníku ocelového mostu přes
inundační území v km 0,903 trati Chlumec nad Cidlinou – Miedzylesie

Bakalářská práce

2019

13. 5. 2019

Jakub Horčíčka

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub Horčíčka**
Osobní číslo: **D15119**
Studijní program: **B3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**
Název tématu: **Zjednodušený statický přepočet plnostěnného hl. nosníku
ocelového mostu přes inundační území v km 0,903 trati
Chlumec nad Cidlinou - Miedzylesie.**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Požaduje se vypracovat:

- Technickou zprávu
- Statický výpočet hl. nosníku
- Situační výkres (podélný pohled/řez, příčný řez, půdorys) v M 1:50
(M 1:100, M 1:200)
- Zpracujte výrobní výkres hl. nosníku (sestava)
- Vypracujte fotodokumentaci

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. ČNI, 2004.
ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČNI, 2004.
ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 2: Zatížení mostů dopravou. ČNI, 2005.
ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. ČNI, 2006.
ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - část 1-5: Boulení stěn. ČNI, 2008.
ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - část 2: Ocelové mosty. ČNI, 2008.
Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. SŽDC, 2015.
Dokumentace mostní konstrukce. ČKD Praha Libeň, 1936.

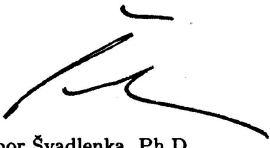
Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

Katedra dopravního stavitelství

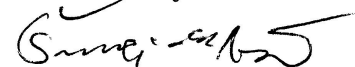
Datum zadání bakalářské práce: **26. října 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2019**


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

L.S.

Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.
vedoucí katedry



V Pardubicích dne 29. října 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13. 5. 2019

Podpis:

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat především doc. Ing. Bohumilu Culkovi, Ph.D. za vstřícný a ochotný přístup, za odborné vedení bakalářské práce a za užitečné a cenné rady.

Anotace

Předmětem bakalářské práce je statický přepočítání hlavního nosníku ocelové plnostěnné mostní konstrukce. Most je situován v km 0,903 trati Chlumec nad Cidlinou – Miedzilesie a převádí jednokolejnou železniční trať přes inundační území. Mostní konstrukce je plnostěnná, nýtovaná s dolní prvkovou mostovkou. V práci je posouzena zatížitelnost hlavního nosníku dle platných českých a evropských norem.

Klíčová slova

Mostní konstrukce, statický přepočítání, plnostěnný nosník, mostovka, příčník, podélník, LM 71, zatížení.

Title

Simplified static re-calculation of the full-plated main girder steel bridge over the inundation area in 0.903 km track Chlumec nad Cidlinou - Miedzylesie.

Anotation

The subject of the bachelor thesis is the static re-calculation of the main beam of a steel full-plated bridge structure. The bridge is situated at 0.903 km of the Chlumec nad Cidlinou - Miedzilesie track and transfers the track through the inundation area. The bridge structure is full-plated, riveted with the lower bridge deck element. The trafficload of the main girder according to valid standards is assessed.

Keywords

Bridge structure, static conversion, full-plated girder, bridge deck, cross girder, longitudinal, LM 71, load.

Obsah bakalářské práce

1. Technická zpráva
2. Výkresová dokumentace
 - 2.1. Příčné řezy M 1:50
 - 2.2. Půdorys, bokorys M 1:100
 - 2.3. Výrobní sestava hlavního nosníku M 1:100
3. Statický přepočet a výpočet zatížitelnosti dle směrnice SR5 SŽDC
4. Fotodokumentace
5. Exportované hodnoty vnitřních sil a průřezových charakteristik z programu Scia Engineer

Popis řešení bakalářské práce

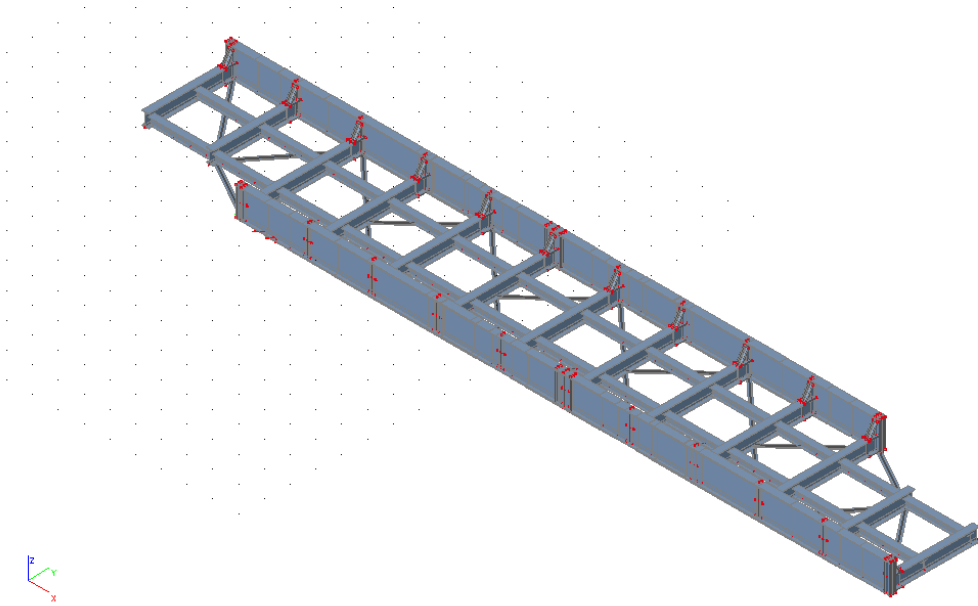
Předmětem bakalářské práce je statické posouzení únosnosti hlavního nosníku ocelové nosné konstrukce dle platných českých a evropských norem a stanovení zatížitelnosti vybraných průřezů hlavního nosníku ocelové plnostěnné mostní konstrukce. Zároveň byla vytvořena technická zpráva a projektová dokumentace daného mostního objektu.

Mostní objekt je tvořen dvěma plnostěnnými, ocelovými nýťovanými nosníky, prvkovou mostovkou s příčnicí, podélníky a mostnicemi. Posouzen byl pouze jeden vybraný hlavní nosník, přičemž se předpokládá obdobných výsledků na druhém nosníku. Podle pokynů vedoucího práce, vzhledem k rozsahu, bylo rozhodnuto, že bude posouzen vždy nejslabší průřez v daném poli s využitím maximálních vnitřních sil z daného pole.

Pro statický výpočet byl model nosné konstrukce vymodelován v programu Scia Engineer. Model byl poté zatížen vlastní tíhou podlahových plechů a vlastní tíhou konstrukce, zatížením větrem, které bylo vypočítáno dle ČSN EN 1991-1-4 a zatížením zatěžovacím modelem UIC 71 dle ČSN EN 1991-2 (zatížení dopravou). Dále byly stanoveny hodnoty vnitřních sil na jednotlivých segmentech hlavního nosníku a použity na posouzení únosnosti a zatížitelnosti.

Vybrané průřezy hlavního nosníku byly posouzeny na účinky klopení (globální ztráta stability) a na smyk, dále také na boulení (lokální ztráta stability) a následně jejich základě posouzeny na únosnost v jednoosém ohybu. U těchto průřezů byl také proveden výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu SŽDC SR5.

Posuzované průřezy hlavního nosníku vyhověly jak z hlediska únosnosti, tak zatížitelnosti.



Obr. 1 – Schéma mostní konstrukce



Obr. 2 – Reálný stav

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Zjednodušený statický přepočít plnostěnného hl. nosníku ocelového mostu přes
inundační území v km 0,903 trati Chlumec nad Cidlinou – Miedzylesie

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Zpracoval: Horčíčka Jakub

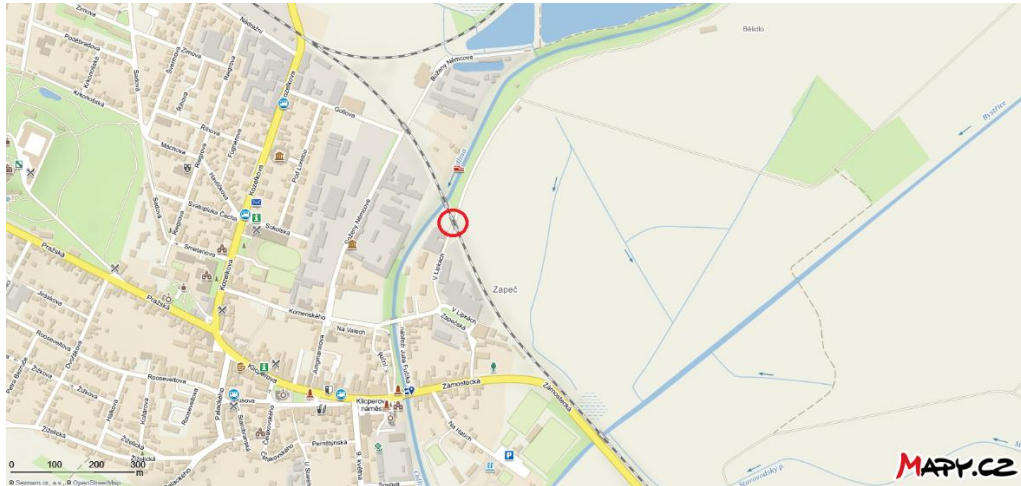
Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

Obsah

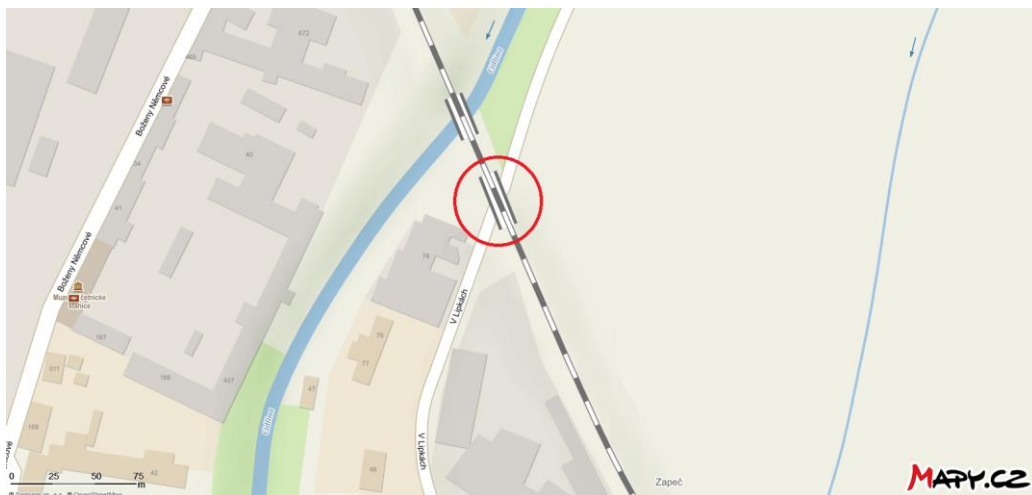
Obsah.....	2
1. Úvod	3
2. Popis objektu	3
3. Materiál mostní konstrukce	4
4. Popis mostní konstrukce	4
5. Model konstrukce.....	5
6. Přehled výsledků	6
7. Použitá literatura.....	7

1. Úvod

Předmětem práce je zjednodušený statický přepoččet plnostěnného hlavního nosníku ocelového mostu v km. 0,930 na trati Chlumeč nad Cidlinou – Miedzylesie. Mostní konstrukce je nýtovaná s dolní prvkovou mostovkou. Most převádí jednokolejnou železniční trať přes inundační území.



Obr. 1 – Umístění mostního objektu na mapě [9]



Obr. 2 – Umístění mostního objektu na mapě – detail [10]

2. Popis objektu

- Typ mostního objektu: šikmá, plnostěnná OK s dolní prvkovou mostovkou – spojitý nosník
- Rozpětí: 25,00 m
- Délka mostu: 37,30 m
- Délka přemostění: 23,00 m
- Počet kolejí: 1
- Úhel křížení: 45°
- Nejvyšší dovolená rychlost: 100 km/h

- Počet otvorů: 2
- Světlost mostního otvoru: kolmá: 2 x 7,00 m; šikmá: 2 x 10,30 m
- Výška objektu: 6,00 m
- Výška mostního otvoru: 4,30 m; 5,35 m

3. Materiál mostní konstrukce

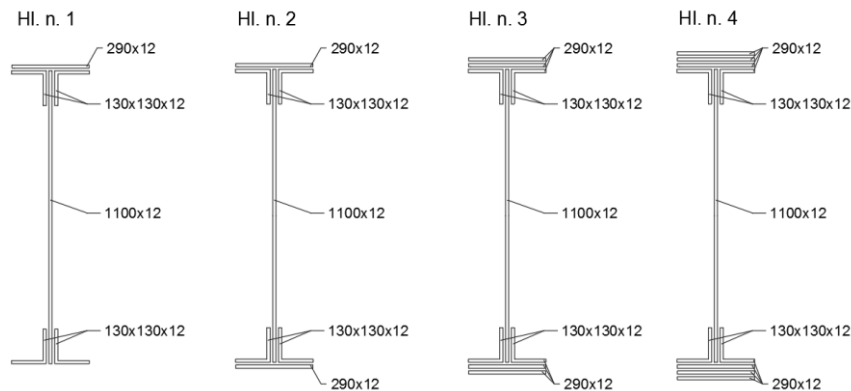
Mostní konstrukce je vyrobena z plávkové oceli. Předpokládaný modul pružnosti $E = 2,1 \text{ GPa}$. Mez kluzu f_y plávkové oceli je rovna 230 MPa. Mez únosnosti f_u je rovna 360 MPa.

4. Popis mostní konstrukce

- Tvar kolejnic a podkladnic: R65; žebrové
- Mostnice: počet – 50 ks; uložení plošné
- Pojistné úhelníky: L 150x150x10
- Podlahy: rýhovaný plech tl. 5 mm
- Rozpětí hlavních nosníků: 2 x 12,5 m
- Vzdálenost hlavních nosníků: 4,600 m
- Vzdálenost příčníků: 2,500 m
- Vzdálenost podélníků: 1,800 m
- Ztužení: podélné spodní
- Zábradlí parapetní na začátku i konci
- Ložiska: počet: 4; stojanová, na chlumecké opěře pevná
- Ložiska: počet: 6; na pilíři a hradecké opěře válcová pohyblivá
- Opěra č. 1: materiál kámen + betonová úložná lavice
- Pilíř: kámen pískovec, pravidelné řádkování
- Opěra č. 2: materiál kámen + betonová úložná lavice
- Křídla: rovnoběžná s přilehlými kamennými kužely

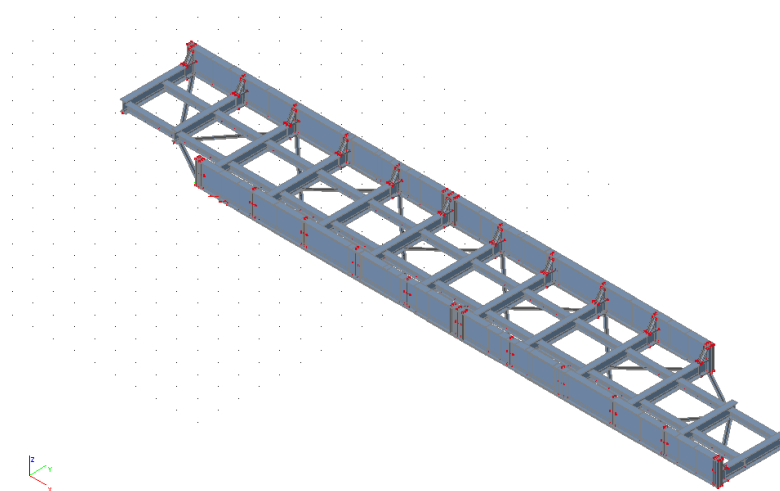
5. Model konstrukce

Mostní konstrukce byla vymodelována v software Scia Engineer 18.1 – počítačový program pro řešení deskových a prutových konstrukcí MKP. Průřezy byly modelovány dle dokumentace z roku 1936, případně z rozměrů zaměřených přímo na objektu. Hlavní nosník byl vytvořen prutově ze čtyřech základních průřezů (které se opakují) v závislosti na přeplátování a zesílení pásnice či příčných výztuh stojiny byly tyto skutečnosti také zahrnuty do modelu. Po započtení těchto skutečností se jeden hlavní nosník skládá z 52 segmentů. Na těchto částech s různými průřezy byl proveden výpočet vnitřních sil a na nejslabší průřez daného pole byly tyto hodnoty přesunuty a průřez byl posouzen.

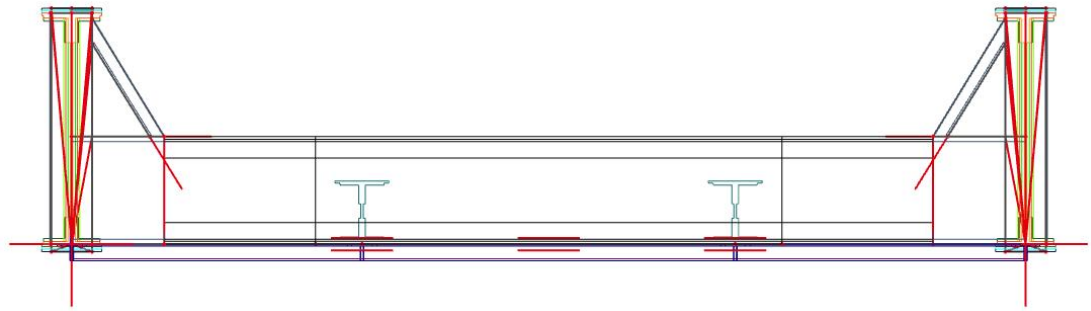


Obr. 3 – Průřezy hlavního nosníku

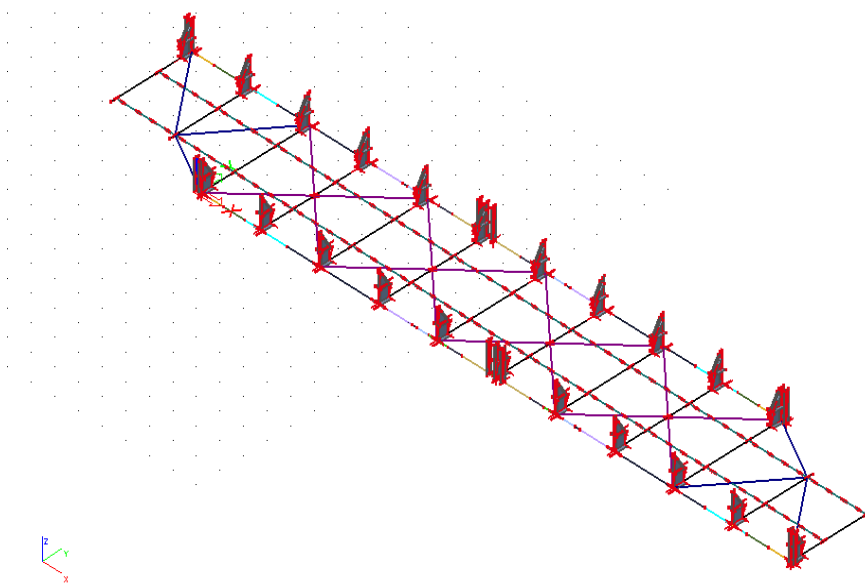
Podélné ztužení hlavního nosníku bylo modelováno prutově, příčné ztužení deskostěnově. Zároveň bylo tuhými rameny připojeno k prutům hlavního nosníku. Podélníky byly vytvořeny prutově, příčníky byly modelovány taktéž prutově, ale jen jejich střední část. Koncové části byly modelovány deskostěnově z důvodu korektního napojení na svislé výztuhy hlavního nosníku. Tyto koncové části příčníků byly spojeny s prutovou částí tuhými vazbami. Drobné kolejivo a podlahové plechy nejsou součástí modelu, nicméně byly započteny do zatížení konstrukce.



Obr. 4 – Model mostní konstrukce



Obr. 5 – Detail připojení prutového příčnicku na deskovou část a hlavní nosník



Obr. 6 – Axonometrický pohled na připojení prutového příčnicku na deskovou část a hlavní nosník

6. Přehled výsledků

V tabulce č. 1 jsou uvedeny hodnoty vnitřních sil, hodnoty únosnosti příčného řezu a posouzení na smyk. Dále pak tabulka č. 2 vyjadřuje hodnoty zatížitelnosti průřezů v jednotlivých polích.

Číslo pole	Název průřezu	N [kN]	Vz [kN]	My [kN]	η_1	η_3
Pole č. 1	Hl.n. č. 1 (B9)	280,03	351,89	773,22	0,467623	0,282166
Pole č. 2	Hl.n. č. 3 (B18)	305,42	349,45	1119,51	0,383487	0,273567
Pole č. 3	Hl.n. č. 4 (B25)	305,42	260,86	1106,48	0,308088	0,196578
Pole č. 4	Hl.n. č. 2 (B233)	300,76	415,43	922,33	0,418465	0,333219
Pole č. 5	Hl.n. č. 2 (B234)	256,84	415,43	1079,19	0,475452	0,333446
Pole č. 6	Hl.n. č. 2 (B260)	179,97	480,27	1082,51	0,465331	0,385496
Pole č. 7	Hl.n. č. 2 (B259)	184,06	430,76	922,13	0,400977	0,345515
Pole č. 8	Hl.n. č. 4 (B259)	153,50	243,30	939,98	0,250708	0,183029
Pole č. 9	Hl.n. č. 3 (B243)	127,85	216,19	927,50	0,302372	0,168967
Pole č. 10	Hl.n. č. 1 (B240)	77,53	222,12	532,23	0,302599	0,177965

Tabulka č. 1 – Přehled výsledků posouzení pro hlavní nosník

Číslo pole	Název průřezu	$\eta_{1,rs}$	$\eta_{1,LM71}$	ZLM71
Pole č. 1	Hl.n. č. 1 (B9)	0,04046	0,602974	1,591345
Pole č. 2	Hl.n. č. 3 (B18)	0,029794	0,440451	2,202754
Pole č. 3	Hl.n. č. 4 (B25)	0,029644	0,352481	2,752932
Pole č. 4	Hl.n. č. 2 (B233)	0,043586	0,529107	1,807601
Pole č. 5	Hl.n. č. 2 (B234)	0,067426	0,587433	1,587541
Pole č. 6	Hl.n. č. 2 (B260)	0,088388	0,610865	1,49233
Pole č. 7	Hl.n. č. 2 (B259)	0,045802	0,505322	1,888297
Pole č. 8	Hl.n. č. 4 (B259)	0,026855	0,275785	1,730323
Pole č. 9	Hl.n. č. 3 (B243)	0,033219	0,339329	2,849099
Pole č. 10	Hl.n. č. 1 (B240)	0,033442	0,389111	2,484017

Tabulka č. 2– Přehled výsledků zatížitelnosti pro hlavní nosník

7. Použitá literatura

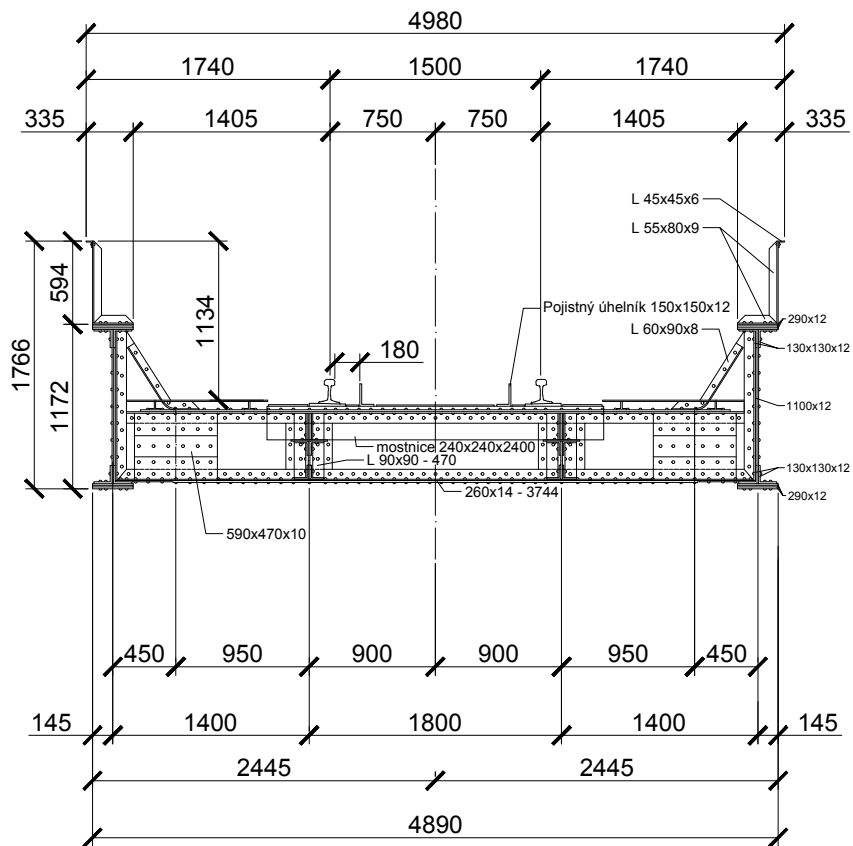
- [1] Výrobní dokumentace z roku 1936
- [2] Revizní zpráva o stavu konstrukce Správy železniční dopravní cesty s.o.
- [3] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [4] ČSN EN 1991–2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [5] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [6] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- [8] Předpis Správy železniční dopravní cesty SR5: Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti mostních objektů 2015


8. Zdroje

- [9], Umístění mostního objektu na mapě. In: Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz a.s, ©2015 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/3s5Wp>
- [10], Umístění mostního objektu na mapě - detail. In: Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz a.s, ©2015 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/3s5Yg>

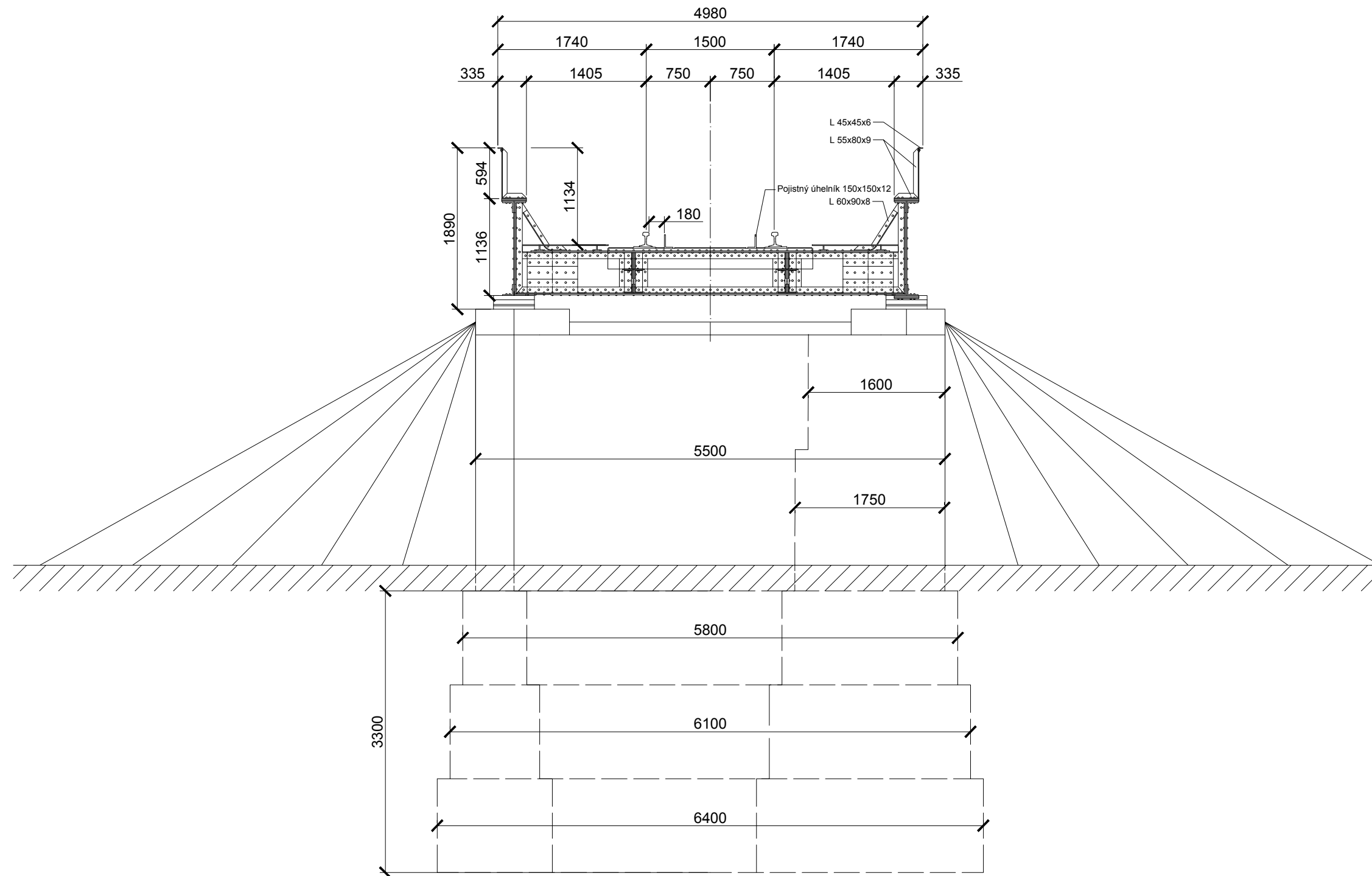
Ostatní obrázky a tabulky jsou použity z archivu autora.

Řez uprostřed rozpětí



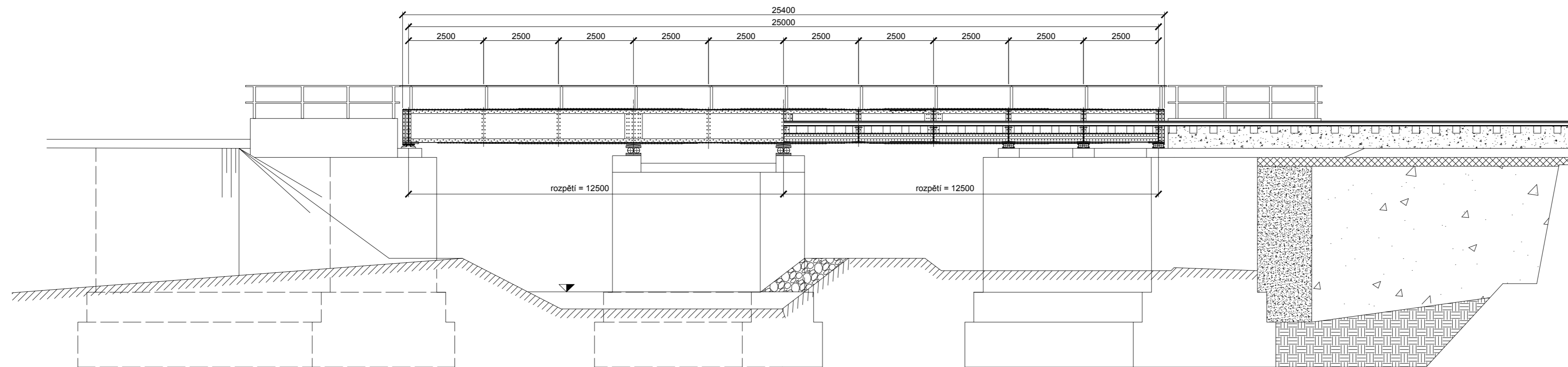
Téma	Bakalářská práce	 <p>Univerzita Pardubice Dopravní fakulta Jana Pernera</p>
Název	Příčný řez v poli	
Kreslil	Horčíčka Jakub	
Datum	13.5. 2019	
Formát	A4	
Měřítko	1:50	
Číslo výkresu:	BP - 04 - 001	

Řez nad opěrou - Chlumecká



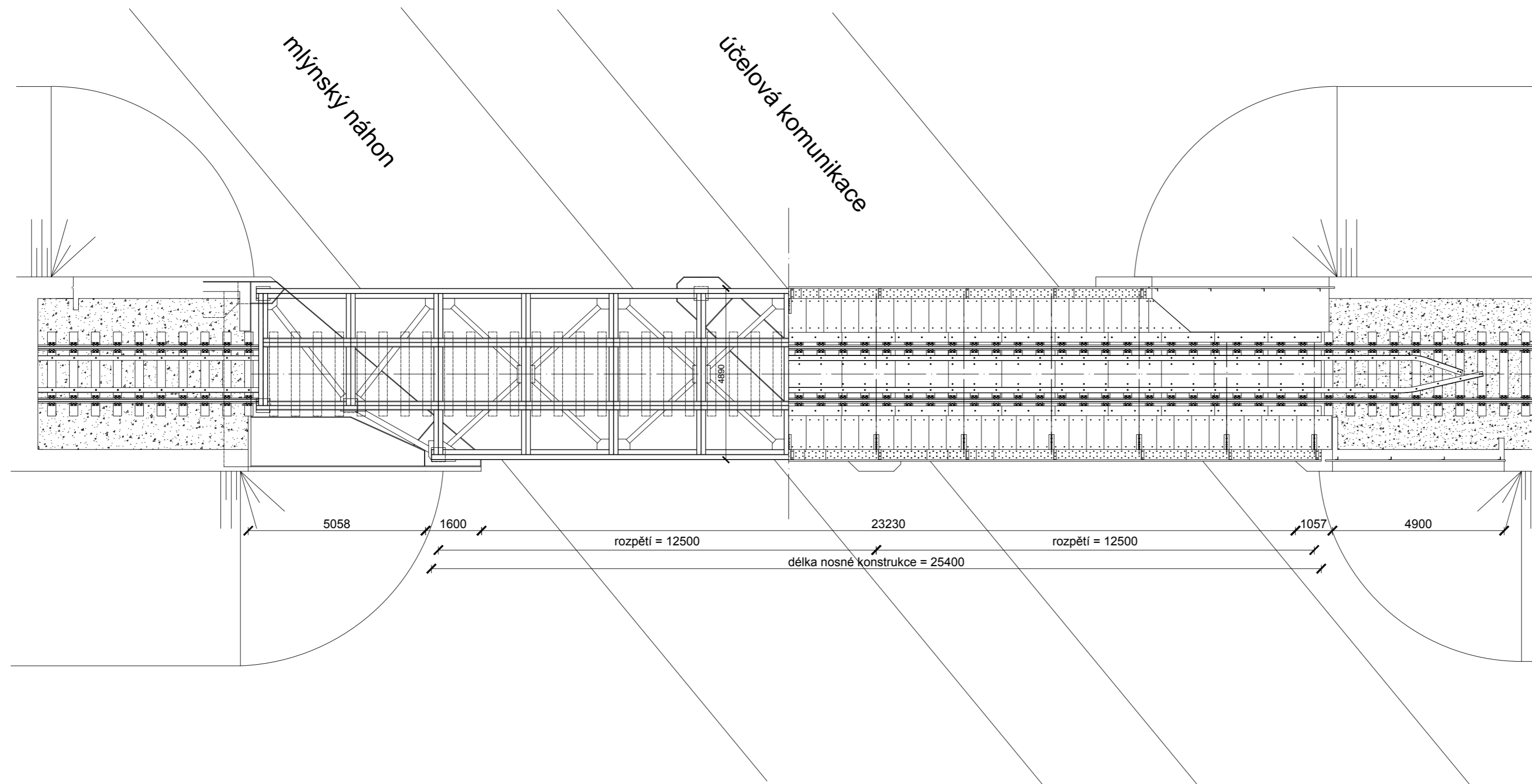
Téma	Bakalářská práce
Název	Příčný řez nad opěrou
Kreslil	Horčíčka Jakub
Datum	13.5. 2019
Formát	2xA4
Měřítko	1:50
Číslo výkresu:	BP - 04 - 002





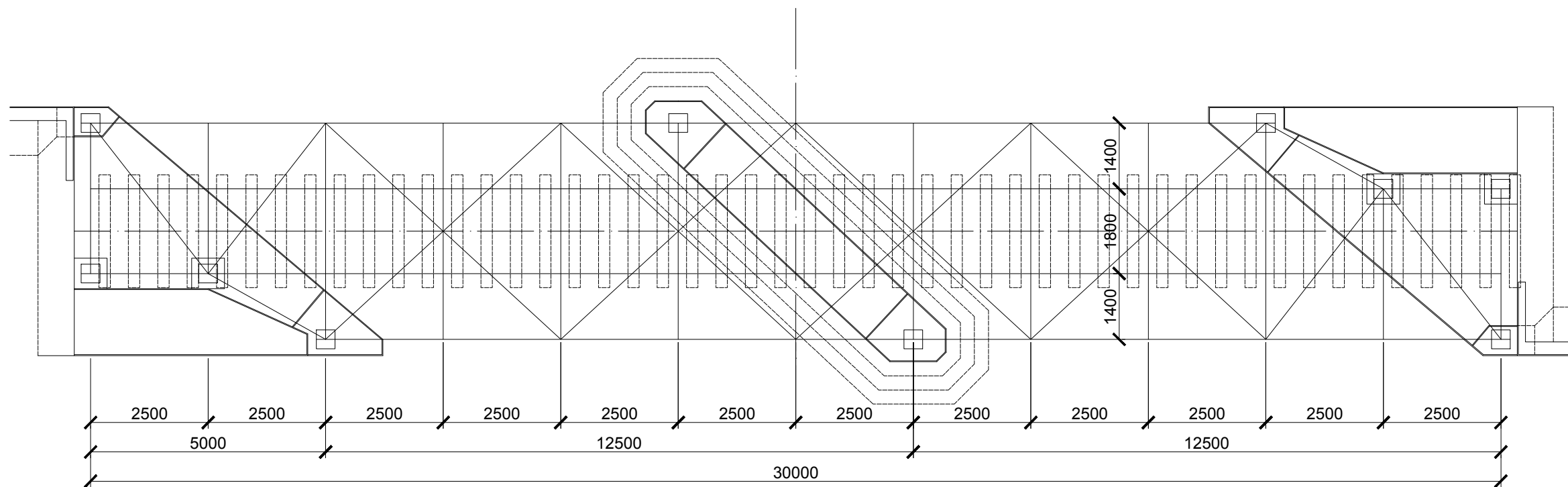
Téma	Bakalářská práce
Název	Boční pohled/řez
Kreslil	Horčíčka Jakub
Datum	13.5. 2019
Formát	3xA4
Měřítko	1:100
Číslo výkresu:	BP - 04 - 003





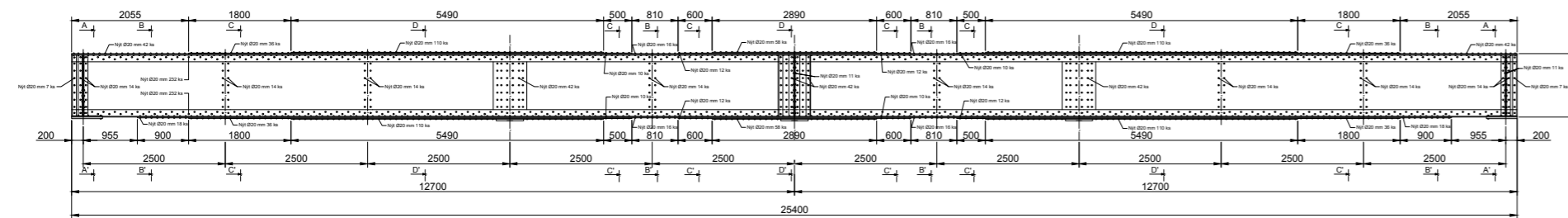
Téma	Bakalářská práce
Název	Půdorys/pohled
Kreslil	Horčíčka Jakub
Datum	13.5. 2019
Formát	3xA4
Měřítko	1:100
Číslo výkresu:	BP - 04 - 004



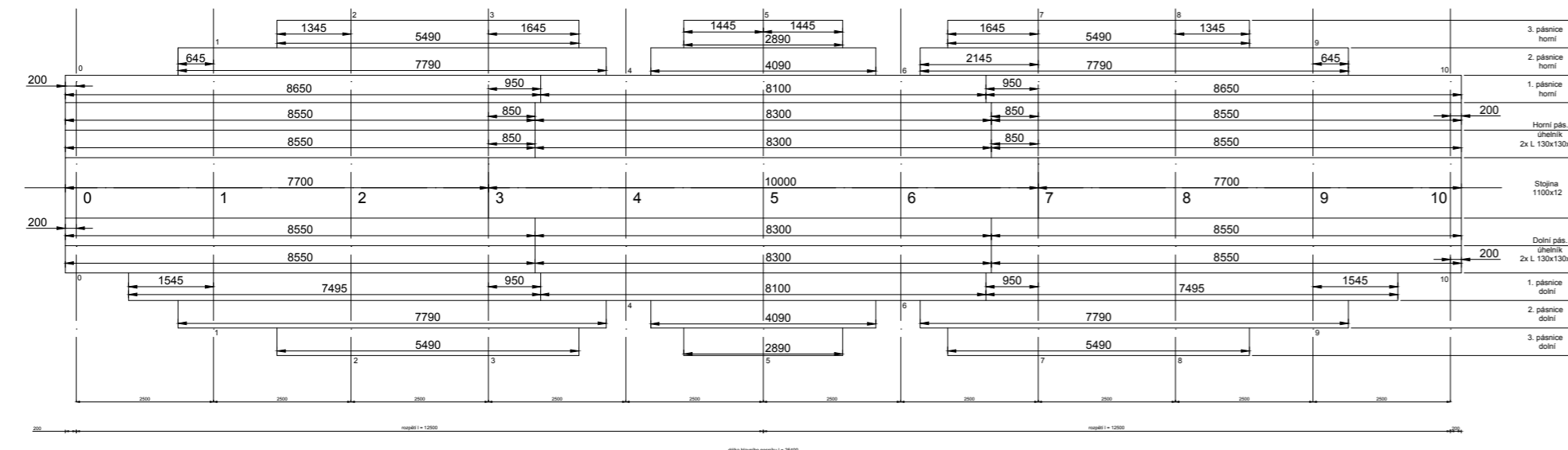
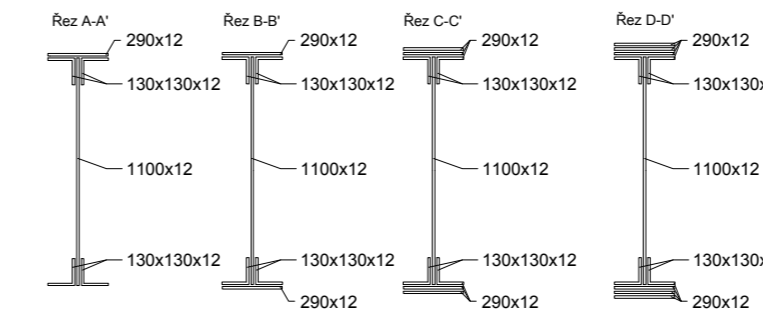


Téma	Bakalářská práce
Název	Půdorysné schéma
Kreslil	Horčíčka Jakub
Datum	30.3. 2019
Formát	2xA4
Měřítko	1:100
Číslo výkresu:	BP - 04 - 005





Průřezy hlavního nosníku



Výkaz materiálu - hlavní nosník

Číslo položky	Počet kusů	Název položky	Šířka [mm]	Délka [mm]	Druh materiálu	Hmotnost [kg]
1.1	4	P12	1100	7700	Plávková ocel	3191.496
1.2	2	P12	1100	10000	Plávková ocel	2072.400
1.3	8	L 130x130x12	-	8550	Plávková ocel	760.307
1.4	4	L 130x130x12	-	8300	Plávková ocel	417.013
1.5	4	P12	290	8650	Plávková ocel	945.202
1.6	4	P12	290	7790	Plávková ocel	851.229
1.7	4	P12	290	5490	Plávková ocel	599.903
1.8	2	P12	290	4090	Plávková ocel	223.461
1.9	2	P12	290	2090	Plávková ocel	114.189
2.1	1696	Nýty Ø 20 mm	-	-	Plávková ocel	508.800
	-	HMOTNOST CELKEM	-	-	Plávková ocel	9684.000

Téma	Bakalářská práce
Název	Výrobní výkres hlavního nosníku
Kreslil	Horčíčka Jakub
Datum	13.5. 2019
Formát	3xA4
Měřítko	1:100
Číslo výkresu:	BP - 04 - 006



Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Zjednodušený statický přepočít plnostěnného hl. nosníku ocelového mostu přes
inundační území v km 0,903 trati Chlumec nad Cidlinou – Miedzylesie

STATICKÝ VÝPOČET

Obsah

1.	Úvod	5
2.	Model mostní konstrukce	6
3.	Schéma konstrukce	6
4.	Zatížení mostní konstrukce.....	7
4.1.	Vlastní tíha konstrukce	7
4.2.	Ostatní stálá zatížení.....	7
4.3.	Zatížení větrem.....	9
4.4.	Zatížení od bočního rázu	13
4.5.	Zatížení od rozjezdových a brzdných sil	14
4.6.	Zatížení od železniční dopravy.....	15
5.	Kombinace zatížení	15
6.	Posouzení průřezů hlavního nosníku.....	17
6.1.	Dílčí součinitele materiálu a vlastnosti oceli	18
6.2.	Průběhy vnitřních sil na posuzovaném nosníku	18
6.3.	Hlavní nosník (B9) v poli 1	19
6.4.	Hlavní nosník (B18) v poli 2	27
6.5.	Hlavní nosník (B25) v poli 3	35
6.6.	Hlavní nosník (B233) v poli 4	43
6.7.	Hlavní nosník (B234) v poli 5	51
6.8.	Hlavní nosník (B260) v poli 6	59
6.9.	Hlavní nosník (B259) v poli 7	67
6.10.	Hlavní nosník (B244) v poli 8	75
6.11.	Hlavní nosník (B243) v poli 9	84
6.12.	Hlavní nosník (B240) v poli 10	92
7.	Přehled výsledků	100
8.	Závěr	100
9.	Přehled výsledků	101

Seznam použitých symbolů a značek

g	gravitační zrychlení
ρ_0	měrná hmotnost oceli
$L_{hl,n}$	délka hlavního nosníku
F_w	síla od větru
ρ_w	měrná hmotnost vzduchu
v_b	základní rychlost větru
c_{dir}	součinitel směru větru
c_{season}	součinitel ročního období
v_{b0}	základní rychlost větru
$A_{ref,x}$	referenční plocha
A_1	plocha hl. nosníku (bez dopravy)
A_2	plocha výšky vlaku nad temenem kolejnice
C	součinitel zatížení větrem
c_e	součinitel expozice
$c_{f,x}$	součinitel síly bez volného toku
q_b	základní dynamický tlak větru
$q_p(z)$	maximální dynamický tlak
z	výška překážky od terénu
$I_v(z)$	intenzita turbulence
$v_m(z)$	střední rychlost větru
$c_r(z)$	součinitel drsnosti terénu
$c_0(z)$	součinitel orografie
k_r	součinitel terénu
z_0	parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	kategorie terénu II
σ_v	směrodatná odchylka turbulentní složky větru
k_i	součinitel turbulence
F_{w1}	síla od větru přepočtená na plochu A_1
F_{w2}	síla od větru přepočtená na plochu A_2
F_{Q1}	spojité zatížení na plochu A_1
F_{Q2}	spojité zatížení na plochu A_2
Q_{lak}	rozjezdová síla
Q_{lbk}	brzdná síla
Φ	dynamický součinitel

L_{ϕ}	rozpětí nosníku
h	výška
t_{fh}	tloušťka horní pásnice
t_{fd}	tloušťka dolní pásnice
b_f	šířka pásnice
h_w	výška stojiny
t_w	tloušťka stojiny
a	vzdálenost příčníků
f_y	mez kluzu oceli
f_u	mez únosnosti oceli
γ_m	součinitele spolehlivosti materiálu
A	plocha průřezu
I	moment setrvačnosti k příslušné ose
W	průřezový modul k příslušné ose
k_{σ}	součinitel kritického napětí
λ_p	poměrná štíhlost
σ	napětí
ψ	poměr napětí
ρ	součinitel boulení
η	převodní součinitel
A_{eff}	účinná plocha průřezu
W_{eff}	účinný průřezový modul
$V_{b,Rd}$	návrhová únosnost ve smyku
$V_{bw,Rd}$	únosnost stojiny ve smyku
$V_{bf,Rd}$	únosnost pásnice ve smyku
ε	poměrné přetvoření
k_{τ}	součinitel kritického napětí ve smyku
λ_w	upravená štíhlost
χ_w	součinitel příspěvku stojiny
$M_{f,Rd}$	návrhový plastický moment únosnosti pásnic
$M_{pl,Rd}$	návrhový plastický moment celého průřezu
i	poloměr setrvačnosti
Z_{LM71}	zatížitelnost
E	Youngův modul pružnosti

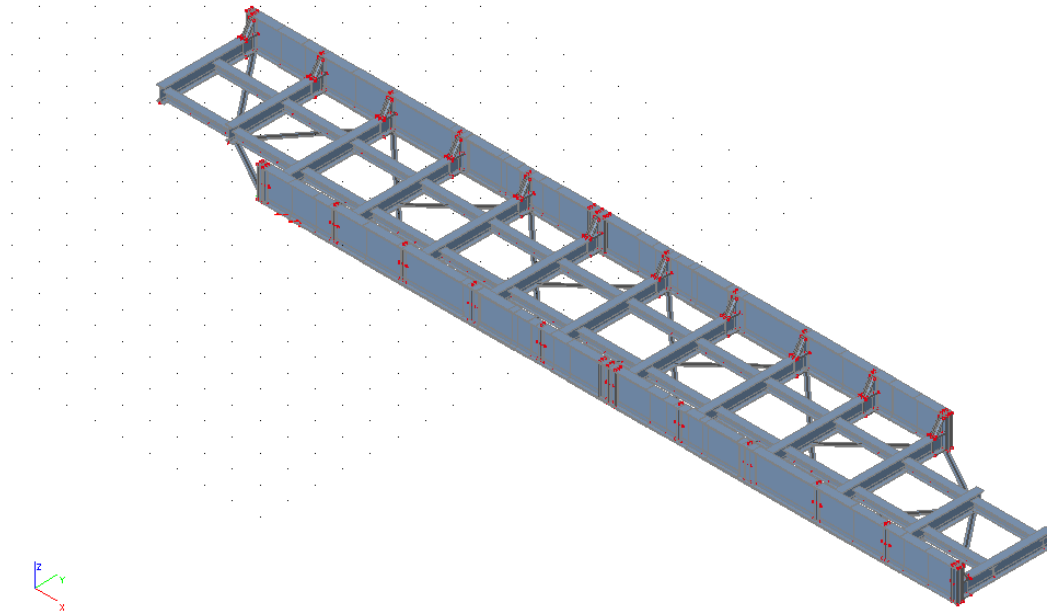
1. Úvod

Mostní objekt je tvořen dvěma plnostěnnými, ocelovými nýtovanými nosníky, prvkovou mostovkou s příčnicí, podélníky a mostnicemi. Posouzen byl pouze jeden vybraný hlavní nosník, přičemž se předpokládá obdobných výsledků na druhém nosníku. Podle pokynů vedoucího práce, vzhledem k rozsahu práce, bylo rozhodnuto, že bude posouzen vždy nejslabší průřez v daném poli s využitím maximálních vnitřních sil z daného pole.

Vybrané průřezy hlavního nosníku byly posouzeny na účinky klopení (globální ztráta stability) a na smyk, dále také na boulení (lokální ztráta stability) a následně jejich základě posouzeny na únosnost v jednoosém ohybu. U těchto průřezů byl také proveden výpočet zatížitelnosti dle předpisu SŽDC SR5.

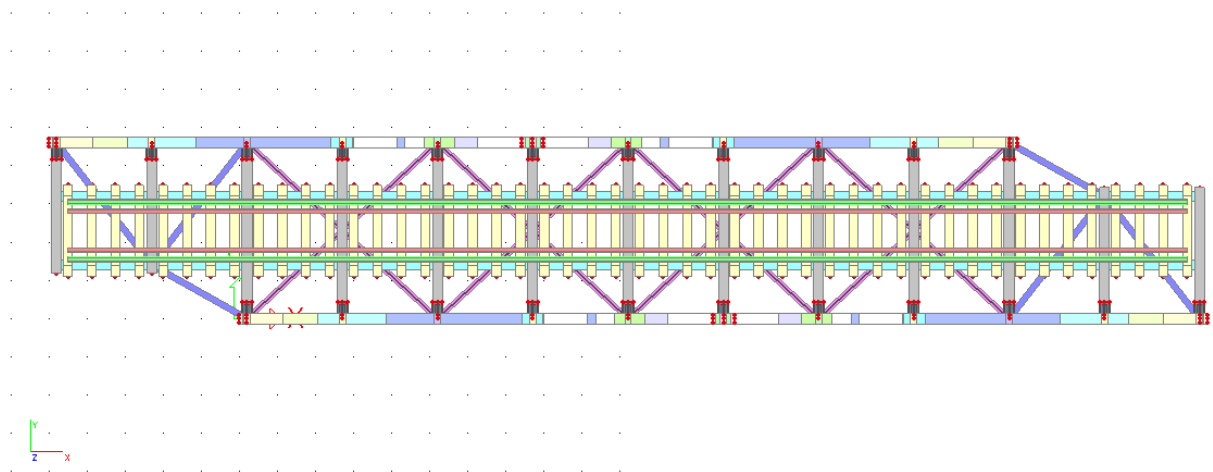
2. Model mostní konstrukce

Pro statický výpočet byl model nosné konstrukce vymodelován v programu Scia Engineer. Model byl poté zatížen vlastní tíhou podlahových plechů a vlastní tíhou konstrukce, zatížením větrem, které bylo vypočítáno dle ČSN EN 1991-1-4 a zatížením zatěžovacím modelem UIC 71 dle ČSN EN 1991-2 (zatížení dopravou). Dále byly stanoveny hodnoty vnitřních sil na jednotlivých segmentech hlavního nosníku.



Obr. 1 – Model mostní konstrukce

3. Schéma konstrukce



Obr. 2 – Schéma konstrukce

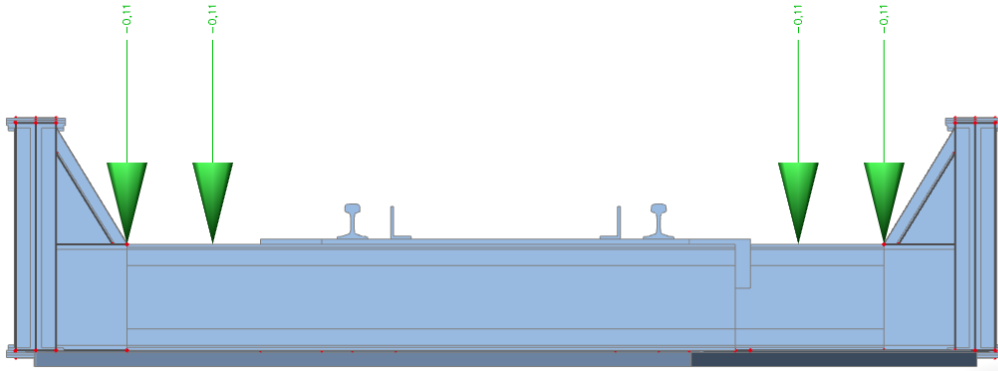
4. Zatížení mostní konstrukce

4.1. Vlastní tíha konstrukce

Byla vypočtena programem Scia Engineer.

4.2. Ostatní stálá zatížení

Podlahy krycích plechů byly uvažovány mezi hlavními nosníky a mostnicemi jako bodové síly působící v místě upevnění pochozích plechů:



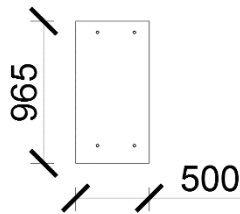
Obr. 3 – Osamělé síly na upevnění pochozích plechů

$$F = m \cdot g = V \cdot \rho_0 \cdot g = a \cdot b \cdot t \cdot \rho \cdot g$$

Rozměry: výška $a = 0,965$ m

šířka $b = 0,500$ m

tloušťka $t = 0,003$ m



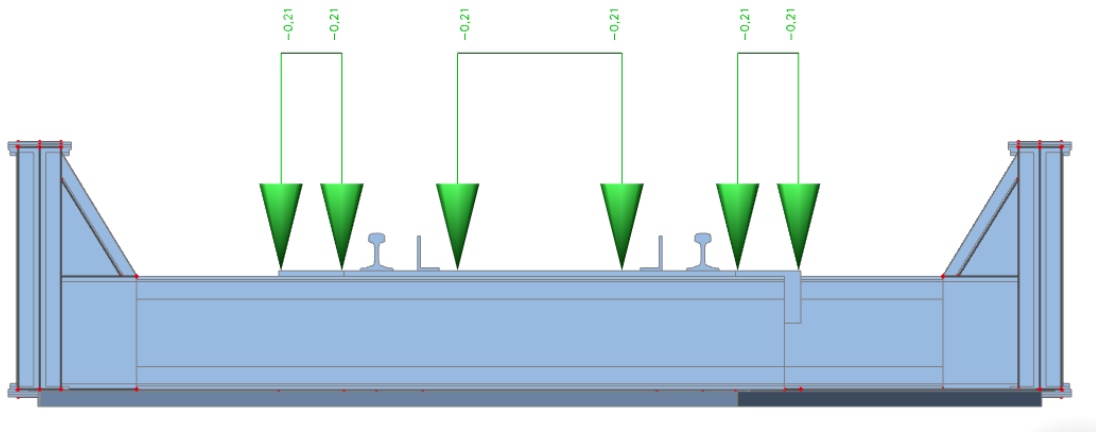
Obr. 4 – Podlahový plech mezi mostnicí a hlavním nosníkem [mm]

Měrná hmotnost oceli $\rho_0 = 7850$ kg/m³

Gravitační zrychlení $g = 9,81$ m/s²

$$F = 0,965 \cdot 0,500 \cdot 0,003 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 111,47 \text{ N} = \mathbf{0,11 \text{ kN}}$$

Podlahy krycích plechů na mostnicích byly uvažovány jako spojité zatížení:



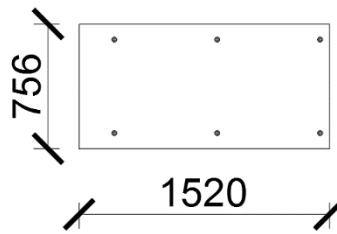
Obr. 5 – Spojité zatížení na mostnicích

$$F = \frac{m * g}{L_{hl.n}} = \frac{n * V * \rho_0 * g}{L_{hl.n}} = \frac{n * a * b * t * \rho_0 * g}{L_{hl.n}}$$

Rozměry: výška a = 0,756 m

šířka b = 1,52 m

tloušťka t = 0,003 m



Obr. 6 – Podlahový plech na mostnici [mm]

Měrná hmotnost oceli $\rho_0 = 7850 \text{ kg/m}^3$

Gravitační zrychlení $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Počet plechů n = 20

$$F = \frac{20 * 0,756 * 1,52 * 0,003 * 7850 * 9,81}{25,4} = 209,00 \text{ N/m} = \mathbf{0,209 \text{ kN/m}}$$

4.3. Zatížení větrem

Síla od větru

$$F_w = \frac{1}{2} * \rho_w * v_b^2 * C * A_{ref,x} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 8.3.2 (8.2)})$$

$$\text{Měrná hmotnost vzduchu } \rho_w = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5})$$

Základní rychlost větru v_b

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b0} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.2.2 (4.1)})$$

$$c_{dir} = 1,0; c_{season} = 1,0 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.2.2, pozn. 1; pozn.2})$$

$$v_{b0} = 25 \text{ m/s} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, příloha 1(P)})$$

$$v_b = 1 * 1 * 25 = \mathbf{25 \text{ m/s}}$$

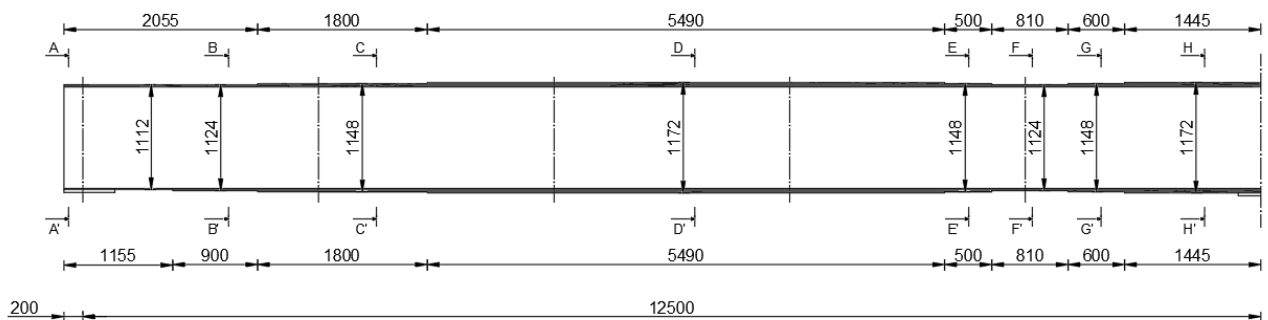
Referenční plocha $A_{ref,x}$

(ČSN EN 1991-1-4, 8.3.1(4a);(5b))

$$A_{ref,x} = A_1 + A_2$$

Název prvku	Řez	Šířka pásnice	Výška stojiny	Tloušťka horní pásnice	Tloušťka dolní pásnice	Tloušťka stojiny	Výztužený L profil	Délka řezu
Hlavní nosník	A-A'	290	1100	12	0	12	130x130x12	1155
	B-B'	290	1100	12	12	12	130x130x12	900
	C-C'	290	1100	24	24	12	130x130x12	1800
	D-D'	290	1100	36	36	12	130x130x12	5490
	E-E'	290	1100	24	24	12	130x130x12	500
	F-F'	290	1100	12	12	12	130x130x12	810
	G-G'	290	1100	24	24	12	130x130x12	600
	H-H'	290	1100	36	36	12	130x130x12	1445

Tab. 1 – Rozměry jednotlivých průřezů hlavního nosníku do poloviny rozpětí (rozměry [mm])



Obr. 7 - Schéma jednotlivých průřezů hlavního nosníku na symetrické polovině (rozměry [mm])

Plocha A_1 (bez dopravy)

$$A_1 = 2 * (1112 * 1155 + 1124 * (900 + 810) + 1148 * (1800 + 500 + 600) + 1172 * (5490 + 1145))$$

$$A_1 = 29\,326\,840 \text{ mm}^2 = \mathbf{29,327 \text{ m}^2}$$

Plocha A_2 (s dopravou)

$$A_2 = h * L_{hl.n}$$

Výška vlaku nad temenem kolejnice $h = 4,0$ m

Délka hlavního nosníku $L_{hl.n} = 25,4$ m

$$A_2 = 4,0 * 25,4 = \mathbf{101,6 \text{ m}^2}$$

$$A_{ref,x} = 29,327 + 101,600 = \mathbf{130,927 \text{ m}^2}$$

Součinitel zatížení větrem C

$$C = c_e * c_{f,x} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 8.3.2})$$

Součinitel síly bez volného toku $c_{f,x} = 1,3$ (ČSN EN 1991-1-4, 8.3.1(1))

Součinitel expozice c_e

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5 (4.9)})$$

Základní dynamický tlak větru q_b

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5 (4.10)})$$

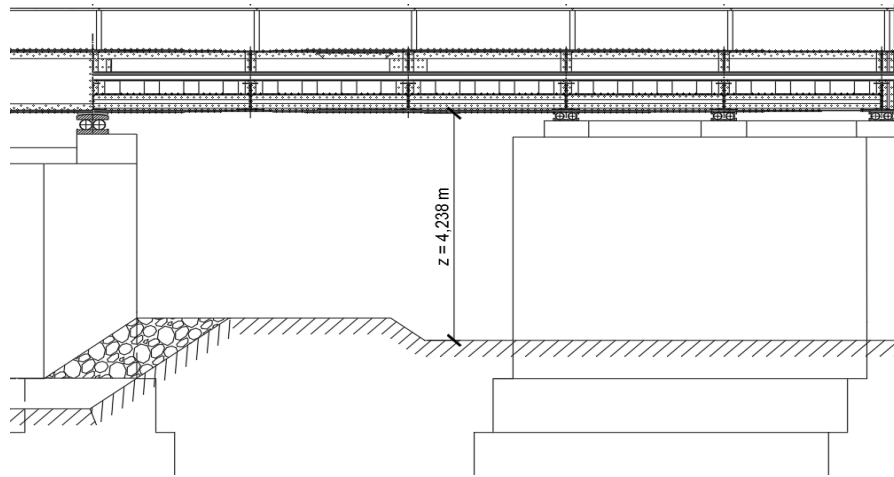
$$q_b = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 = \mathbf{390,625 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-2}}$$

Maximální dynamický tlak $q_p(z)$

(ve výšce $z = 4,238$ m)

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(z) \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5 (4.8)})$$

Výška překážky od terénu (účelové komunikace) k její nejspodnější části z byla odměřena z dostupných podkladů a byla stanovena na hodnotu $z = 4,238$ m.



Obr. 8 – Pohled z boku – znázornění výšky z

Intenzita turbulence $I_v(z)$

(ve výšce $z=4,238$ m)

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_0(z) * \ln(z/z_0)} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.4 (4.7)})$$

Střední rychlost větru $v_m(z)$

(ve výšce $z=4,238$ m)

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.3 (4.3)})$$

Součinitel drsnosti terénu $c_r(z)$

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2 (4.4)})$$

Součinitel terénu k_r

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2 (4.5)})$$

Kategorie terénu $z_0 = 0,3$ – Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami, nebo s izolovanými překážkami jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les) (ČSN EN 1994-1-4, tabulka 4.1))

Kategorie terénu $z_{0,II} = 0,05$ – Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenosti jsou větší než 20 násobek výšky překážek).

(ČSN EN 1994-1-4, tabulka 4.1))

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = \mathbf{0,2154}$$

$$c_r(z) = 0,2154 * \ln(4,238/0,3) = \mathbf{0,5704}$$

$$\text{Součinitel orografie } c_0 = 1,0$$

(ČSN EN 1991-1-4, 4.3.3 pozn.)

$$v_m(z) = 0,5704 * 1,0 * 25 = \mathbf{14,26 \text{ m/s}}$$

Směrodatná odchylna turbulentní složky větru σ_v

$$\sigma_v = k_r * v_b * k_i$$

(ČSN EN 1991-1-4, 4.4 (4.6))

$$\text{Součinitel turbulence } k_i = 1,0$$

(ČSN EN 1991-1-4, 4.4 pozn. 2)

$$\sigma_v = 0,2154 * 25 * 1,0 = \mathbf{5,385 \text{ m/s}}$$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{5,385}{14,26} = \mathbf{0,3776}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 * 0,3776] * \frac{1}{2} * 1,25 * 14,26^2$$

$$q_p(z) = \mathbf{463,022 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$c_e = \frac{463,022}{390,625} = \mathbf{1,1853}$$

$$C = 1,1853 * 1,3 = \mathbf{1,5409}$$

$$F_w = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 * 1,5409 * 130,927 = \mathbf{78,808 \text{ kN}}$$

Síla od větru přepočtená na plochu A_1 a A_2

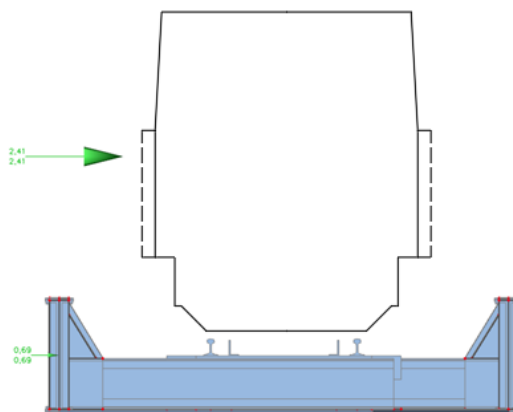
$$F_{w1} = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 * 1,5409 * 29,327 = \mathbf{17,653 \text{ kN}}$$

$$F_{w2} = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 * 1,5409 * 101,600 = \mathbf{61,156 \text{ kN}}$$

Přepočet na spojité zatížení

$$F_{Q1} = F_{w1}/L_{hl,n} = 17,653/25,4 = \mathbf{0,695 \text{ kN/m}}$$

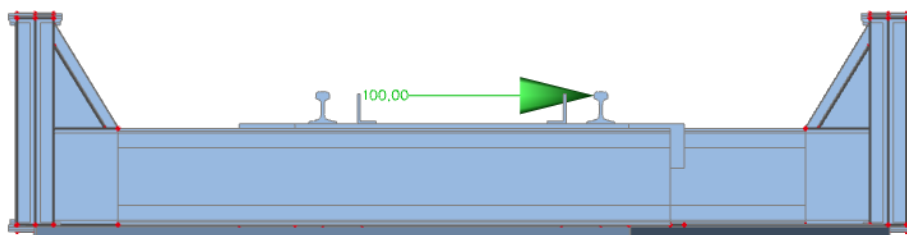
$$F_{Q2} = F_{w2}/L_{hl,n} = 61,156/25,4 = \mathbf{2,408 \text{ kN/m}}$$



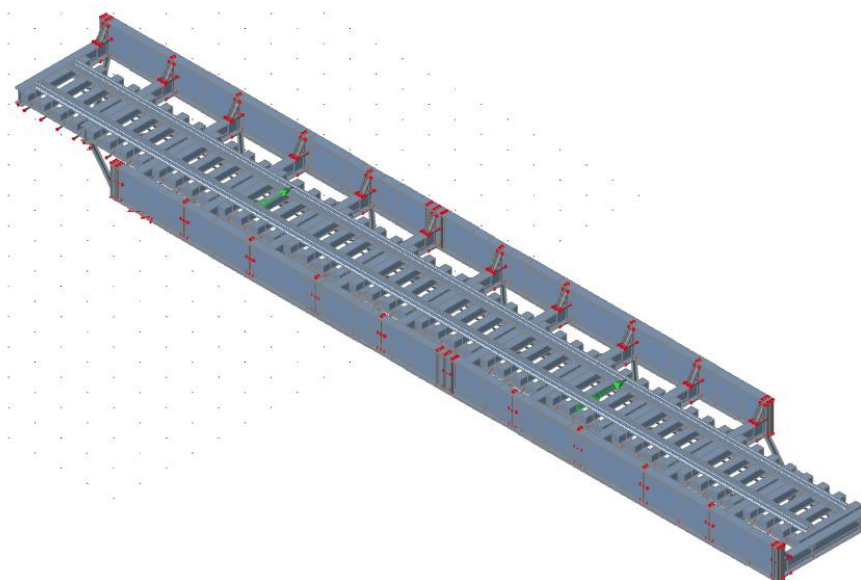
Obr. 9 – Zatížení od větru na plochu A_1 a A_2

4.4. Zatížení od bočního rázu

Boční ráz reprezentují v tomto případě dvě osamělé síly o hodnotě 100 kN, umístěné v polovině rozpětí každého pole spojitého nosníku a působící kolmo na osu koleje v úrovni temene kolejnice. Hodnota byla stanovena dle ČSN EN 1991-2 (6.5.2 (2)).



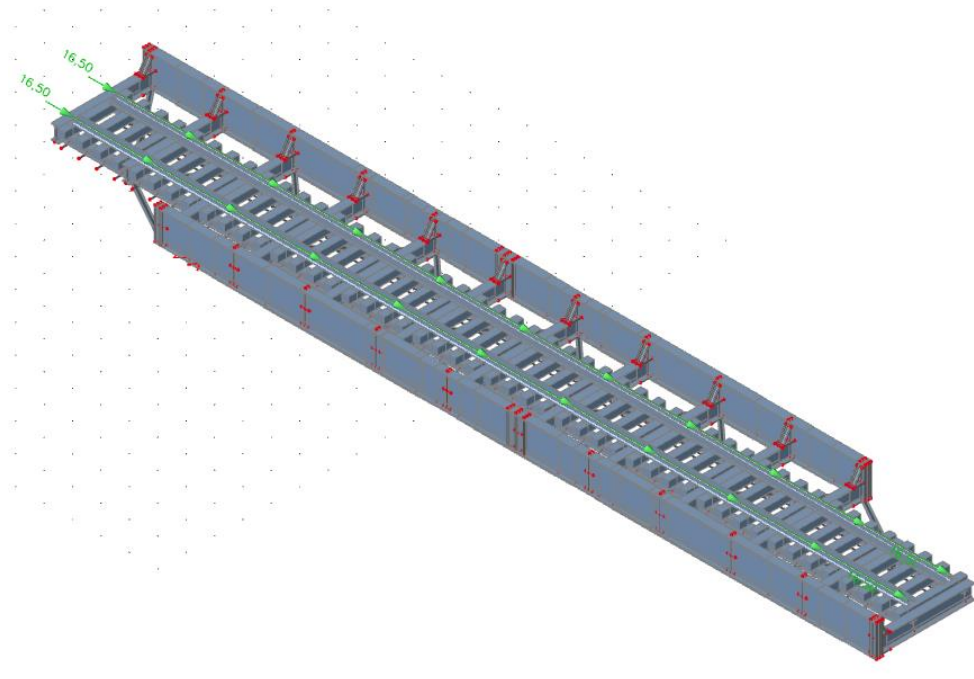
Obr. 10 – Zatížení od bočního rázu – pohled na příčný řez



Obr. 11 – Zatížení od bočního rázu – axonometrický pohled

4.5. Zatížení od rozjezdových a brzdných sil

Rozjezdové a brzdné síly se uvažují jako rovnoměrně rozložené po odpovídající délce účinků těchto sil a působící v temeni kolejnice v podélném směru.



Obr. 12 – Zatížení od rozjezdových a brzdných sil – axonometrický pohled

Hodnoty rozjezdových a brzdných sil se stanovily následovně:

Rozjezdová síla, pro LM 71:

$$Q_{lak} = 33 \text{ kN/m} * L \text{ m} \leq 1000 \text{ kN}$$

(ČSN EN 1991-2, 6.5.3(2) (6.2))

$$Q_{lak} = 33 * 25 = \mathbf{825 \text{ kN}} \leq \mathbf{1000 \text{ kN}}$$

Brzdná síla pro LM 71:

$$Q_{lbk} = 20 \text{ kN/m} * L \text{ m} \leq 6000 \text{ kN}$$

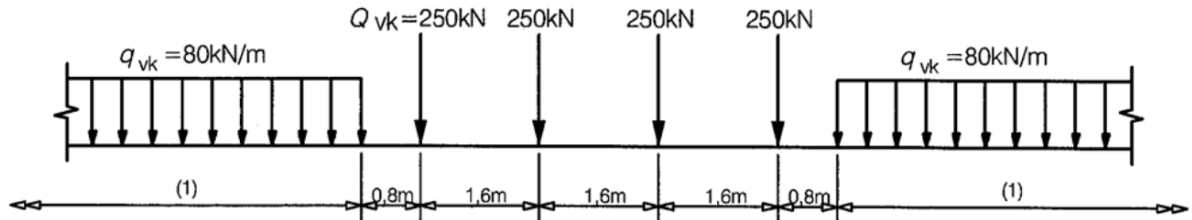
(ČSN EN 1991-2, 6.5.3(2) (6.21))

$$Q_{lbk} = 20 * 25 = \mathbf{500 \text{ kN}} \leq \mathbf{6000 \text{ kN}}$$

Pro výpočet byla použita větší ze sil, tj. Q_{lak} , bere se z normy hodnota **33 kN/m**

4.6. Zatížení od železniční dopravy

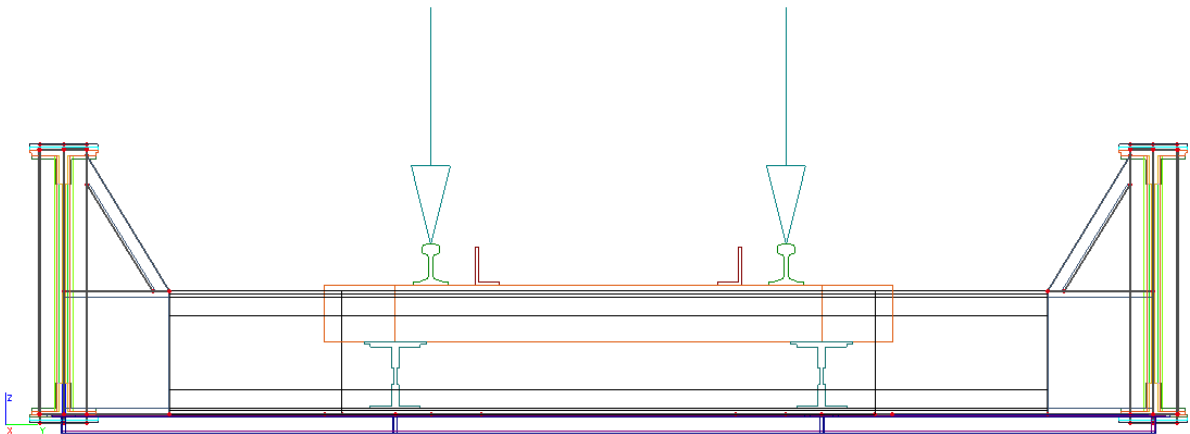
K výpočtu byl použit zatěžovací vlak LM 71, namodelovaný v programu Scia Engineer 18.1, pro výpočet byl zvolen krok 0,5 m. Zatížení dopravou bylo násobeno dynamickým součinitelem Φ , který byl vypočítán podle vzorce z ČSN EN 1991-2 pro standardně udržovanou kolej.



Obr. 13 – Zatížení dopravou, vlak LM 71

$$\Phi = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0,2}} + 0,73 \text{ kde } L_{\Phi} = 25,00 \text{ m (rozpětí nosníku)}$$

$$\Phi = \frac{2,16}{\sqrt{25 - 0,2}} + 0,73 = \mathbf{1,18}$$



Obr. 14 – Model zatížený vlakem LM 71

5. Kombinace zatížení

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace:

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,i} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{ČSN EN 1990, A1.2(B) (6.10a)})$$

$G_{k,j}$ = stálá zatížení

$Q_{k,j}$ = nahodilá zatížení

$\gamma_{G,j}$ = součinitel pro stálá nepříznivá zatížení je roven **1,20**

$\gamma_{Q,1}, \gamma_{Q,i}$ = součinitel pro nepříznivá zatížení od železniční dopravy je roven **1,30**

$\gamma_{Q,1}, \gamma_{Q,i}$ = součinitel pro další nepříznivá zatížení je roven **1,35**

$\psi_{0,i}$ = součinitel kombinace zatížení je roven **0,80**

Hodnoty součinitelů byly stanoveny z Metodického pokynu SŽDC SR5, součinitel kombinace je stanoven z ČSN EN 1990 (A2.3). Kombinace byly vygenerovány pomocí programu Scia Engineer.

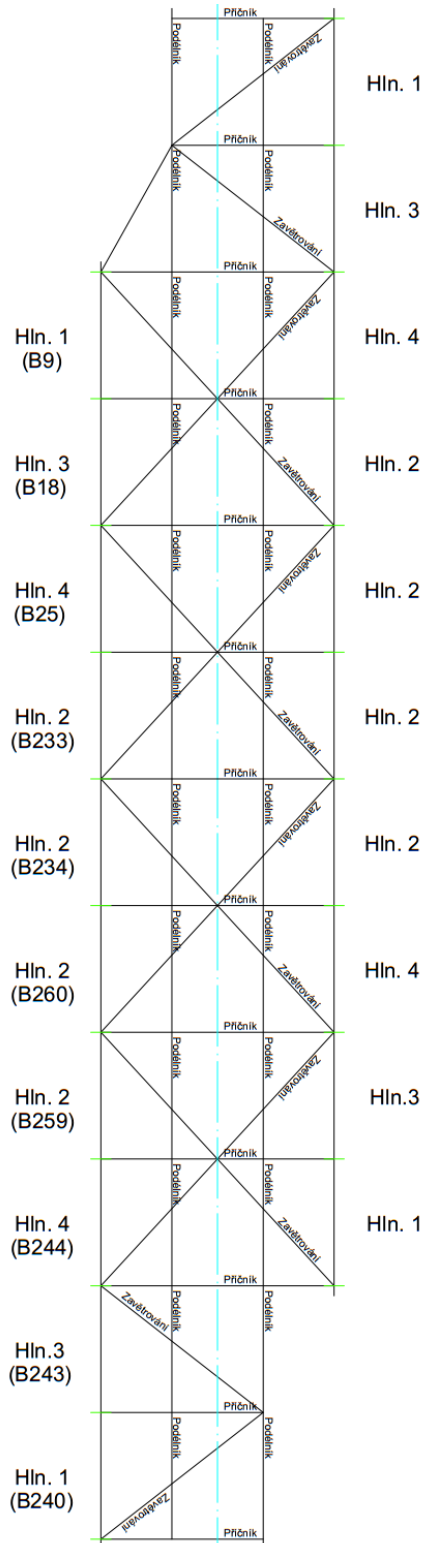
Kombinace

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]	Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]	Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]	
<i>*Studentská verze*</i>			<i>*Studentská verze*</i>			<i>*Studentská verze*</i>			
Kombinace 1	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	Kombinace 14	ZS1 - Vlastní tíha	0,96	Kombinace 23	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	
	ZS2 - Ostatní stálá	1,00		ZS2 - Ostatní stálá	0,96		ZS2 - Ostatní stálá	1,00	
	ZS3 - Vítr	1,00		ZS3 - Vítr	1,35		ZS3 - Vítr	1,35	
	ZS4 - Boční rázy	1,00	Kombinace 15	ZS1 - Vlastní tíha	1,20		UL-Model 71-Min N	1,04	
	ZS5 - Brzdné síly/rozjezd	1,00		ZS2 - Ostatní stálá	1,20		UL-Model 71-Min Vy	1,04	
	UL-Model 71-Min N	1,00		ZS5 - Brzdné síly/rozjezd	1,04		UL-Model 71-Min My	1,04	
	UL-Model 71-Min Vy	1,00	Kombinace 16	ZS1 - Vlastní tíha	1,00		UL-Model 71-Max N	1,04	
	UL-Model 71-Min My	1,00		ZS2 - Ostatní stálá	1,00		UL-Model 71-Max Vy	1,04	
	UL-Model 71-Max N	1,00		ZS5 - Brzdné síly/rozjezd	1,04		UL-Model 71-Max My	1,04	
	UL-Model 71-Max Vy	1,00	Kombinace 17	ZS1 - Vlastní tíha	0,96		Kombinace 24	ZS1 - Vlastní tíha	0,96
UL-Model 71-Max My	1,00	ZS2 - Ostatní stálá		0,96	ZS2 - Ostatní stálá	0,96			
Kombinace 2	ZS1 - Vlastní tíha	1,20	ZS5 - Brzdné síly/rozjezd	1,30	ZS3 - Vítr	1,35			
	ZS2 - Ostatní stálá	1,20	Kombinace 18	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	UL-Model 71-Min N		1,30	
Kombinace 3	ZS1 - Vlastní tíha	1,00		ZS2 - Ostatní stálá	1,00	UL-Model 71-Min Vy		1,30	
	ZS2 - Ostatní stálá	1,00		ZS5 - Brzdné síly/rozjezd	1,30	UL-Model 71-Min My		1,30	
Kombinace 4	ZS1 - Vlastní tíha	0,96	Kombinace 19	ZS1 - Vlastní tíha	1,20	UL-Model 71-Max N		1,30	
	ZS2 - Ostatní stálá	0,96		ZS2 - Ostatní stálá	1,20	UL-Model 71-Max Vy		1,30	
Kombinace 5	ZS1 - Vlastní tíha	1,20		ZS3 - Vítr	1,35	UL-Model 71-Max My		1,30	
	ZS2 - Ostatní stálá	1,20		UL-Model 71-Min N	1,04	Kombinace 25		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
	ZS3 - Vítr	1,35	UL-Model 71-Min Vy	1,04	ZS2 - Ostatní stálá		1,00		
	ZS4 - Boční rázy	1,04	UL-Model 71-Min My	1,04	ZS3 - Vítr		1,35		
Kombinace 6	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	UL-Model 71-Max N	1,04	UL-Model 71-Min N		1,30		
	ZS2 - Ostatní stálá	1,00	UL-Model 71-Max Vy	1,04	UL-Model 71-Min Vy		1,30		
	ZS3 - Vítr	1,35	UL-Model 71-Max My	1,04	UL-Model 71-Min My		1,30		
	ZS4 - Boční rázy	1,04	Kombinace 20	ZS1 - Vlastní tíha	1,00		UL-Model 71-Max N	1,30	
Kombinace 7	ZS1 - Vlastní tíha	0,96		ZS2 - Ostatní stálá	1,00		UL-Model 71-Max Vy	1,30	
	ZS2 - Ostatní stálá	0,96		ZS3 - Vítr	1,35		UL-Model 71-Max My	1,30	
	ZS3 - Vítr	1,35		UL-Model 71-Min N	1,04		Kombinace 26	UL-Model 71-Min N	1,00
	ZS4 - Boční rázy	1,04		UL-Model 71-Min Vy	1,04	UL-Model 71-Min Vy		1,00	
Kombinace 8	ZS1 - Vlastní tíha	1,20		UL-Model 71-Min My	1,04	UL-Model 71-Min My		1,00	
	ZS2 - Ostatní stálá	1,20	UL-Model 71-Max N	1,04	UL-Model 71-Max N	1,00			
	ZS3 - Vítr	1,35	UL-Model 71-Max Vy	1,04	UL-Model 71-Max Vy	1,00			
	ZS4 - Boční rázy	1,04	UL-Model 71-Max My	1,04	UL-Model 71-Max My	1,00			
Kombinace 9	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	Kombinace 21	ZS1 - Vlastní tíha	0,96	Kombinace 27		UL-Model 71-Min N	1,04
	ZS2 - Ostatní stálá	1,00		ZS2 - Ostatní stálá	0,96			UL-Model 71-Min Vy	1,04
	ZS3 - Vítr	1,35		ZS3 - Vítr	1,35			UL-Model 71-Min My	1,04
	ZS4 - Boční rázy	1,04		UL-Model 71-Min N	1,04			UL-Model 71-Min My	1,04
Kombinace 10	ZS1 - Vlastní tíha	0,96		UL-Model 71-Min Vy	1,04		UL-Model 71-Max N	1,04	
	ZS2 - Ostatní stálá	0,96		UL-Model 71-Min My	1,04		UL-Model 71-Max Vy	1,04	
	ZS3 - Vítr	1,35	UL-Model 71-Max N	1,04	UL-Model 71-Max My		1,04		
	ZS4 - Boční rázy	1,30	UL-Model 71-Max Vy	1,04	Kombinace 28		UL-Model 71-Min N	1,30	
Kombinace 11	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	UL-Model 71-Max My	1,04			UL-Model 71-Min Vy	1,30	
	ZS2 - Ostatní stálá	1,00	Kombinace 22	ZS1 - Vlastní tíha			1,20	UL-Model 71-Min My	1,30
	ZS3 - Vítr	1,35		ZS2 - Ostatní stálá		1,20	UL-Model 71-Max N	1,30	
	ZS4 - Boční rázy	1,30		ZS3 - Vítr		1,35	UL-Model 71-Max Vy	1,30	
Kombinace 12	ZS1 - Vlastní tíha	1,20		UL-Model 71-Min N		1,04	UL-Model 71-Max My	1,30	
	ZS2 - Ostatní stálá	1,20		UL-Model 71-Min Vy	1,04	Kombinace 28	UL-Model 71-Min N	1,30	
	ZS3 - Vítr	1,35		UL-Model 71-Min My	1,04		UL-Model 71-Min Vy	1,30	
Kombinace 13	ZS1 - Vlastní tíha	1,00	UL-Model 71-Max N	1,04	UL-Model 71-Min My		1,30		
	ZS2 - Ostatní stálá	1,00	UL-Model 71-Max Vy	1,04	UL-Model 71-Max N		1,30		
	ZS3 - Vítr	1,35	UL-Model 71-Max My	1,04	UL-Model 71-Max Vy	1,30			
						UL-Model 71-Max My	1,30		

Obr. 15 – Kombinace zatížení

6. Posouzení průřezů hlavního nosníku

Posuzovaný levý hlavní nosník je tvořen ze 4 opakujících se průřezů, nicméně jejich počet je v modelu navýšen na 52 segmentů, z důvodu zesílení pásnic, příčného ztužení stojiny a montážních spojů. Pro posouzení, byl vždy vybrán nejslabší průřez daného pole mostní konstrukce, na nějž byly převedeny maximální hodnoty vnitřních sil daného pole. Velikost vnitřních sil je dána pro maximální kombinaci zatížení.



Obr. 16 – Schéma posuzovaných prutů hlavního nosníku

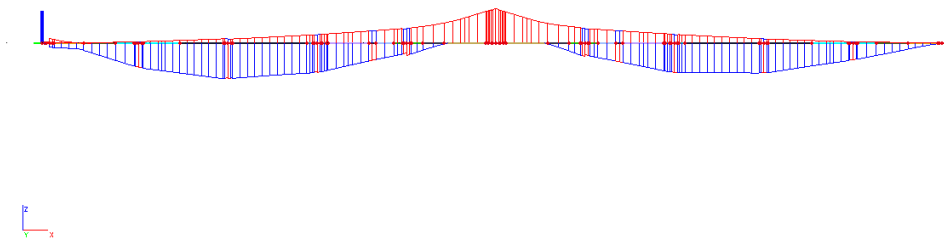
6.1. Dílčí součinitele materiálu a vlastnosti oceli

Dílčí součinitele spolehlivosti a vlastnosti materiálu mostní konstrukce, tj. plávkové oceli, byly použity z následujícího výňatku tabulky A.1 – Vlastnosti ocelí a dílčí součinitele materiálu, Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti mostních objektů SŽDC SR5.

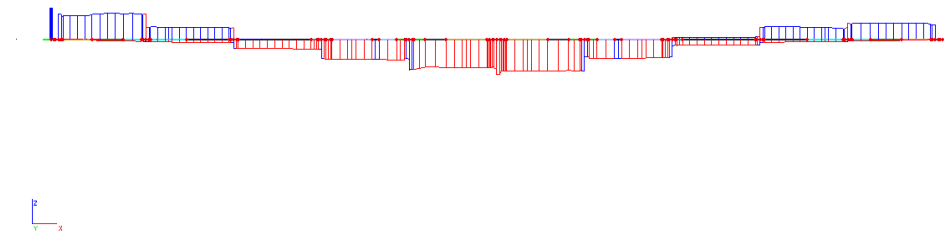
Rok výroby	Materiál pevnostní třídy	Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa]	Zaručená mez kluzu f_y [MPa]	Mez pevnosti f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	Norma
1905 - 1937	Plávková ocel	140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1230

Tab. 2 – Vlastnosti oceli a dílčí součinitele spolehlivosti materiálu

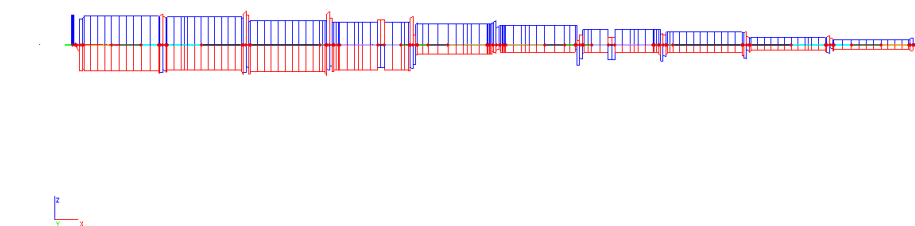
6.2. Průběhy vnitřních sil na posuzovaném nosníku



Obr. 17 – Průběhy momentů M_y na posuzovaném nosníku



Obr. 18 – Průběhy posouvajících sil V_z na posuzovaném nosníku



Obr. 19 – Průběhy posouvajících sil N na posuzovaném nosníku

6.3 Hlavní nosník (B9) v poli 1

Rozměry průřezu

výška h =	1112 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	12 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	0 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčniců a	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,0108$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,0286 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,0054 \text{ m}^4$$

$$I_z = 6,6E-05 \text{ m}^4$$

$$i_y = 436 \text{ mm}$$

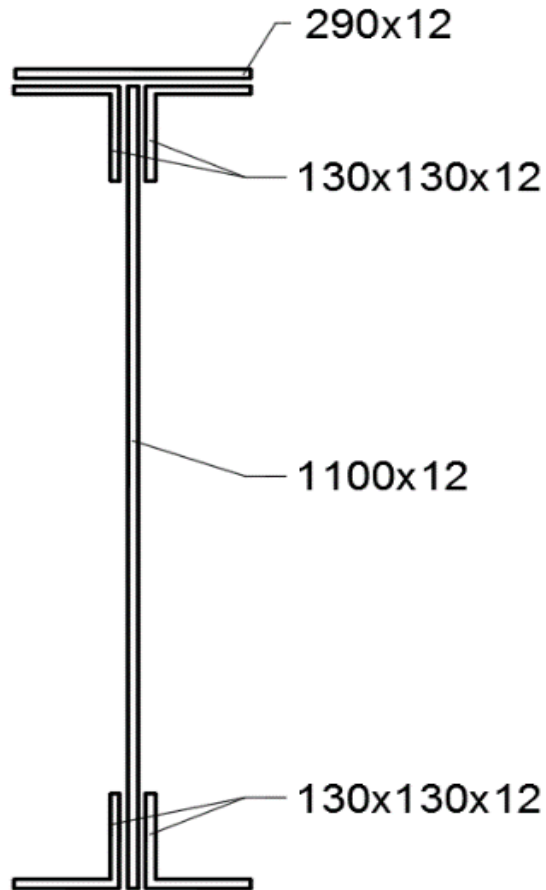
$$i_z = 48 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,0088 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,0005 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,0114 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,0008 \text{ m}^3$$



Obr. 20 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 280,03 \text{ kN}$$

$$V_z = 351,89 \text{ kN}$$

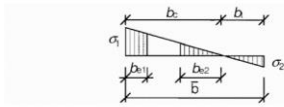
$$M_y = 773,22 \text{ kNm}$$

$$M_z = 16,65 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení

 $\psi < 0$:

$$b_{\text{eff}} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{\text{eff}} \quad b_{c2} = 0,6 b_{\text{eff}}$$

$$z_1 = b_c = 496,7177 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -617,691 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,005429}{496,7177} \quad W_{\sigma 1} = 0,011 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,005429}{-617,691} \quad W_{\sigma 2} = -0,009 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{\text{ed}}}{W_{\sigma 1}} = \frac{728,41}{0,010929} \quad \sigma_1 = 70,748 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{\text{ed}}}{W_{\sigma 2}} = \frac{728,41}{-0,008789} \quad \sigma_2 = -87,979 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-87,9788}{70,7484} \quad \psi = -1,244$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 5,98 * (1 - \psi^2)$$

$$k_\sigma = 30,1003$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{30,10}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = 0,26282$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = 2,40633 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochází k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{\text{Ed}}}{f_y * A_{\text{eff}}} + \frac{M_{\text{Ed}} + N_{\text{Ed}} * e_n}{f_y * W_{\text{eff}}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{280030}{230 * 10^6 * 0,0285} + \frac{773220 + 280030 * 0}{230 * 10^6 * 0,00878}$$

$$\eta_1 = 0,46762 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = 2,27272727 > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,9806}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$137 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,84642}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,Rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas, uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 488,309 \text{ mm} \quad z_{f2} = 611,691 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 476,309 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 3480 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 9497982 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 1985,94 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,0114 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 2387,82 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \geq 181,9460025 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,63222 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,6322 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{773,22}{1985,94}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 10,741 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 11,75 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1247,1 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{351,89}{1247,11} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,28217} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{773,22}{2387,82} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{351,89}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,32382}$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,284618}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost λ_1 ekvivalentní

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti daného průřezu

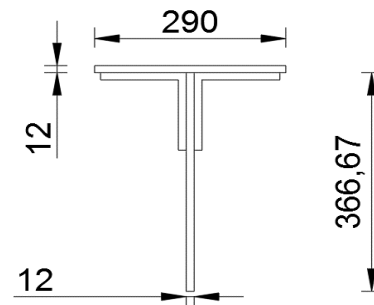
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,01383 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{4,5E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,00879 \text{ m}^3}$$




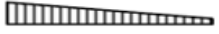





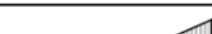
Obr. 21 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000450}{0,01383}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{57,0414 \text{ mm}}$$

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,98058}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59))

$$\lambda_1 = \mathbf{94,9152}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.))

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B))

$$M_{c,Rd} = \frac{0,015472 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{1684,5 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,05704 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{1684,5}{532,23}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,45279} \leq \mathbf{1,08927655}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B240) v poli 10

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
15,16	21,44	52,42	0,89

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
264,87	330,45	720,8	15,76

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,0108$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,028584 \text{ m}^2$

$I_y = 0,005429 \text{ m}^4$

$I_z = 6,57E-05 \text{ m}^4$

$i_y = 436 \text{ mm}$

$i_z = 48 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,008789 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000453 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,01142 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,000803 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$

$$\eta_3 = \frac{351,89}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = \mathbf{0,2208302 \leq 0,5}$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{15160}{0,02858 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{52420}{0,00879 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{890}{0,00045 * 230 * 10^6 / 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,04046004}$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{264870}{0,028584 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{720800}{0,00879 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{15760}{0,00045 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,60297429}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,04046}{0,60297}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{1,59134474}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 2,484 * 203,33 + 18,79$$

$$V_{Ed} = \mathbf{547,300 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{547,300}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,34346057 \leq 0,5}$$

Podmínka splněna, není potřeba další iterace.

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.4 Hlavní nosník (B18) v poli 2

Rozměry průřezu

výška h =	1148 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	24 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	24 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčniců a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

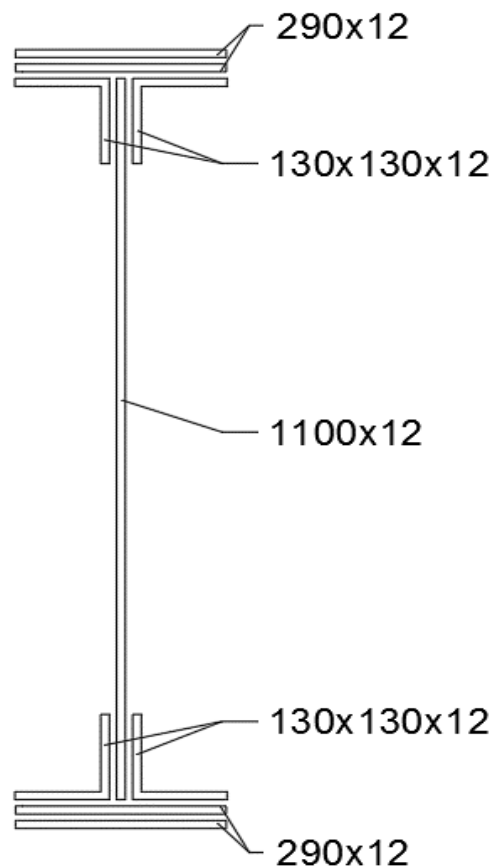
$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,01081$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$



Obr. 22 - Schéma průřezu

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,03902 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,00888 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,00014 \text{ m}^4$$

$$i_y = 477 \text{ mm}$$

$$i_z = 60 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,01547 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,00096 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,01756 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,00156 \text{ m}^3$$

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 305,42 \text{ kN}$$

$$V_z = 349,45 \text{ kN}$$

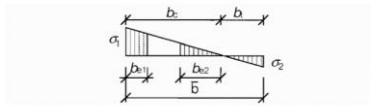
$$M_y = 1119,51 \text{ kNm}$$

$$M_z = 17,37 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení



$$\psi < 0:$$

$$b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 574 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -574 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,00888}{574} \quad W_{\sigma 1} = \mathbf{0,01547 \text{ m}^3}$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,00888}{-574} \quad W_{\sigma 2} = \mathbf{-0,01547 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{1119,51}{0,015472} \quad \sigma_1 = \mathbf{72,3558 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{1119,51}{-0,015472} \quad \sigma_2 = \mathbf{-72,3558 \text{ MPa}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-72,3557}{72,3557} \quad \psi = \mathbf{-1,00000}$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = \mathbf{23,9}$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,9}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = \mathbf{0,34083}$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = \mathbf{1,98707} \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochází k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{305420}{230 * 10^6 * 0,03902} + \frac{1119510 + 305420 * 0}{230 * 10^6 * 0,015472}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,38349 < 1}$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = 2,27272727 > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau,sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,9806}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83/\eta$	η	η
$0,83/\eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83/\bar{\lambda}_w$	$0,83/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,84642}$$

$$V_{bw,rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas, uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 562 \text{ mm} \quad z_{f2} = 562 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 6960 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 1,4E+07 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 2989,75 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,017561 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 3671,85 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 363,892005 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,024^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,67102 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,024^2 * 230 * 10^6}{0,67102 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{1119,51}{2989,75}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 41,0228 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 41,02 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1277,38 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{349,45}{1277,38} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,27357} \leq \mathbf{1} \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{1119,51}{3671,85} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{349,45}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,30489} \quad \eta_3 = \mathbf{0,282644}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti daného průřezu

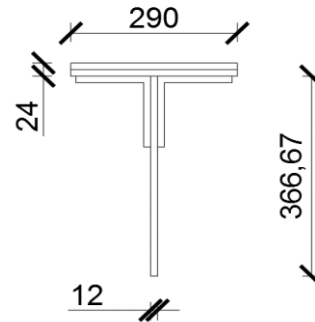
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,01731 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{6,9E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,01547 \text{ m}^3}$$




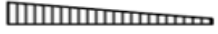






Obr. 23 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,00006945}{0,017312}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{63,3124 \text{ mm}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,98058}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59))

$$\lambda_1 = \mathbf{94,9152}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.))

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B))

$$M_{c,Rd} = \frac{0,015472 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{2965,47 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,0633 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{2965,467}{1119,51}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,40794} \leq \mathbf{1,32444849}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B18) v poli 2

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
16,03	109,94	74,68	0,95

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
289,39	239,51	1044,83	16,42

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,01081$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,039024 \text{ m}^2$

$I_y = 0,008881 \text{ m}^4$

$I_z = 0,000139 \text{ m}^4$

$i_y = 477 \text{ mm}$

$i_z = 60 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,015472 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000958 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,017561 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,00156 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$

$$\eta_3 = \frac{349,45}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = \mathbf{0,21929897 \leq 0,5}$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{16030}{0,039024 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{74680}{0,01547 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{950}{0,00096 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,02979418}$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{289390}{0,039024 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{1044830}{0,01547 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{16420}{0,00096 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,44045128}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,029794}{0,440451}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{2,20275401}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 2,202 * 239,51 + 109,94$$

$$V_{Ed} = \mathbf{637,522 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{637,522}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,40007965 \leq 0,5}$$

Podmínka splněna, není potřeba další iterace.

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.5 Hlavní nosník (B25) v poli 3**Rozměry průřezu**

výška $h =$	1172	mm
tloušťka pásnice $t_{fh} =$	36	mm
tloušťka pásnice $t_{fd} =$	36	mm
šířka pásnice $b_f =$	290	mm
výška stojiny $h_w =$	1100	mm
tloušťka stojiny $t_w =$	12	mm
vzdálenost příčníků $a =$	2500	mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

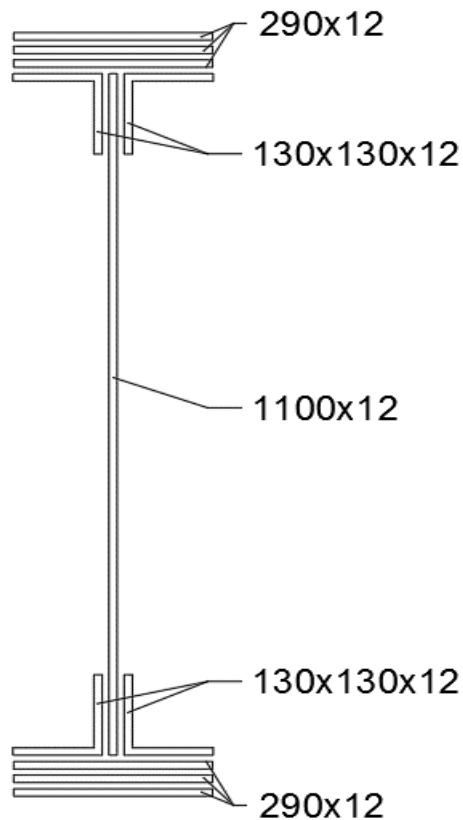
$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,01081$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$



Obr. 24 - Schéma průřezu

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,04598 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,01122 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,00019 \text{ m}^4$$

$$i_y = 494 \text{ mm}$$

$$i_z = 64 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,01915 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,00129 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,0216 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,00206 \text{ m}^3$$

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 305,42 \text{ kN}$$

$$V_z = 260,86 \text{ kN}$$

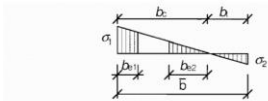
$$M_y = 1106,48 \text{ kNm}$$

$$M_z = 20,03 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení



$$\psi < 0:$$

$$b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 586 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -586 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,01122}{586} \quad W_{\sigma 1} = 0,0192 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,01122}{-586} \quad W_{\sigma 2} = -0,0192 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{1106,48}{0,01915} \quad \sigma_1 = 57,7791 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{1106,48}{-0,01915} \quad \sigma_2 = -57,7791 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-57,779}{57,779} \quad \psi = -1,0000$$

$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 23,9$$

$$\lambda_p = \frac{b_c / t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29 / 0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,88}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = 0,34796$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = 1,965375 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochozí k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{305420}{230 * 10^6 * 0,04598 * 1,1} + \frac{1106480 + 305420 * 0}{230 * 10^6 * 0,019151 * 1,1}$$

$$\eta_1 = 0,308088 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = \quad \mathbf{2,27272727} > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \quad \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \quad \mathbf{0,980602}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83/\eta$	η	η
$0,83/\eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83/\bar{\lambda}_w$	$0,83/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \quad \mathbf{0,846419}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,Rd} = \quad \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas, uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 568 \text{ mm} \quad z_{f2} = 568 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 10440 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 18335616 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 3833,811 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,021597 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 4515,736 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,036 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 545,838008 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,036^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,728537 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,024^2 * 230 * 10^6}{0,72854 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{1106,48}{3833,81}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 90,64145 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.2(1),(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 90,64 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1327,002 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta_3 \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{260,86}{1327,00} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,196578} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{1106,48}{4515,736} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{260,86}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,245028} \quad \eta_3 = \mathbf{0,2109903}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti

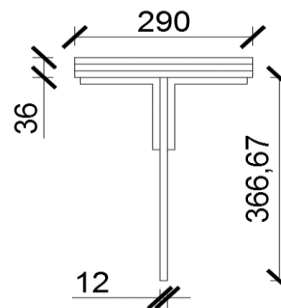
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,020792 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{9,38E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,019151 \text{ m}^3}$$




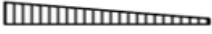






Obr. 25 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000938}{0,02079}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{67,16068 \text{ mm}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,980584} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B)})$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011 \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59)})$$

$$\lambda_1 = \mathbf{94,91516}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.)})$$

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B)})$$

$$M_{c,Rd} = \frac{0,01915 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{3670,608 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,06716 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{3670,61}{1106,48}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,384569} \leq \mathbf{1,65868716}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B25) v poli 3

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
16,03	21,20	73,84	2,58

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
289,39	239,66	1032,64	17,45

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,0108$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky

$$A = 0,045984 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,011222 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,000188 \text{ m}^4$$

$$i_y = 494 \text{ mm}$$

$$i_z = 64 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,019151 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,001294 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,021597 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,002064 \text{ m}^3$$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$$

$$\eta_3 = \frac{260,86}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,1637039 \leq 0,5}$$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{16030}{0,04598 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{73840}{0,01915 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{2580}{0,00129 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,02964378}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{289390}{0,04598 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{1032640}{0,01915 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{17450}{0,00129 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,35248103}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,029643}{0,352481}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{2,75293176}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 2,753 * 239,66 + 21,20$$

$$V_{Ed} = \mathbf{680,968 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{680,968}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,42734439} \leq 0,5 \quad \text{Podmínka splněna, není potřeba další iterace.}$$

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.6 Hlavní nosník (B233) v poli 4

Rozměry průřezu

výška h =	1024 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	12 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	12 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčniců a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,01081$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,03206 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,00664 \text{ m}^4$$

$$I_z = 9E-05 \text{ m}^4$$

$$i_y = 455 \text{ mm}$$

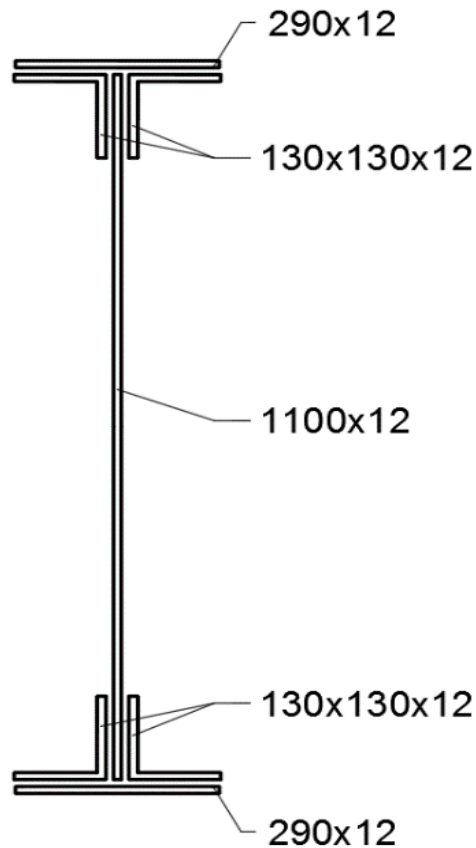
$$i_z = 53 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,01181 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,00062 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,01361 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,00106 \text{ m}^3$$



Obr. 26 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 300,76 \text{ kN}$$

$$V_z = 415,43 \text{ kN}$$

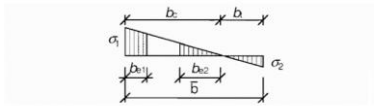
$$M_y = 922,33 \text{ kNm}$$

$$M_z = 20,03 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení

 $\psi < 0$:

$$b_{c,eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c,1} = 0,4 b_{c,eff} \quad b_{c,2} = 0,6 b_{c,eff}$$

$$1 = b_c = 562 \text{ mm}$$

$$2 = b_t = -562 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,006635}{562} \quad W_{\sigma 1} = 0,0118 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,006635}{-562} \quad W_{\sigma 2} = -0,0118 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{922,33}{0,011807} \quad \sigma_1 = 78,1176 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{922,33}{-0,011807} \quad \sigma_2 = -78,1176 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-78,117}{78,117} \quad \psi = -1,0000$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 23,9$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,88}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = 0,333709$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = 2,008851 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochozí k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{300760}{230 * 10^6 * 0,03206} + \frac{922330 + 300760 * 0}{230 * 10^6 * 0,011807}$$

$$\eta_1 = 0,418465 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = \quad \mathbf{2,27272727 > 1}$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau,sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \quad \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \quad \mathbf{0,980602}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \quad \mathbf{0,846419}$$

$$V_{bw,rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,rd} = \quad \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas_uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 556 \text{ mm} \quad z_{f2} = 556 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 3480 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 1,03E+07 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 2163,158 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,013607 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 2845,1 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 181,946 \text{ mm}$$

Koefficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,632218 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,63222 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{922,33}{2163,16}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 10,35856 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 10,36 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1246,719 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta_3 \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{415,43}{1246,72} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,333219} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{922,33}{2845,1} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{415,43}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,324182}$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,33601}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti

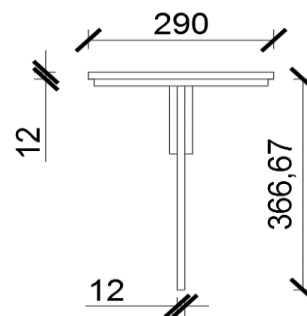
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,013832 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{4,5E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,011807 \text{ m}^3}$$











Obr. 27 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000450}{0,013832}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$i_{f,z} = \mathbf{57,04142 \text{ mm}}$$

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,980584} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B)})$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011 \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59)})$$

$$\lambda_1 = \mathbf{94,91516}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.)})$$

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B)})$$

$$M_{c,Rd} = \frac{0,01108 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{2263,008 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,05704 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{2263,008}{922,33}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,452792} \leq \mathbf{1,22678886}$$

Prvek podmínice vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B233) v poli 4

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
14,99	38,31	53,04	2,58

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
285,77	377,12	869,29	17,45

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,01081$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,032064 \text{ m}^2$

$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$

$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$

$i_y = 455 \text{ mm}$

$i_z = 53 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$

$$\eta_3 = \frac{415,43}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = \mathbf{0,26070502 \leq 0,5}$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{14990}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{53040}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{2580}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,04358617}$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{285770}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{869290}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{17450}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,52910676}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,043586}{0,509107}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{1,80760084}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 1,807 * 377,12 + 38,31$$

$$V_{Ed} = \mathbf{719,992 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{719,992}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,45183459} \leq 0,5 \quad \text{Podmínka splněna, není potřeba další iterace.}$$

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6. 7 Hlavní nosník (B234) v poli 5

Rozměry průřezu

výška h =	1024 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	12 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	12 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčníků a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,010811$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,032064 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$$

$$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$$

$$i_y = 455 \text{ mm}$$

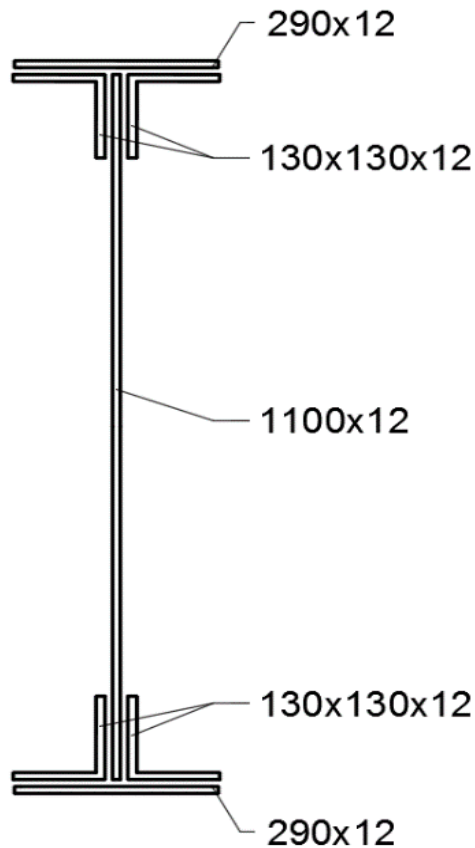
$$i_z = 53 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$$



Obr. 28 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 256,84 \text{ kN}$$

$$V_z = 415,43 \text{ kN}$$

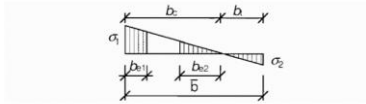
$$M_y = 1079,19 \text{ kNm}$$

$$M_z = 23,3 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení



$\psi < 0$:

$$b_{eff} = \rho b_i = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 562 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -562 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,006635}{562} \quad W_{\sigma 1} = \mathbf{0,0118 \text{ m}^3}$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,006635}{-562} \quad W_{\sigma 2} = \mathbf{-0,0118 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{1079,19}{0,011807} \quad \sigma_1 = \mathbf{91,4030 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{1079,19}{-0,011807} \quad \sigma_2 = \mathbf{-91,4030 \text{ MPa}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-91,403}{91,403} \quad \psi = \mathbf{-1,0000}$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = \mathbf{23,9}$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,9}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = \mathbf{0,33371}$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = \mathbf{2,00885} \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochozí k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\gamma_{m0} * f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{\gamma_{m0} * f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{256840}{\frac{230 * 10^6 * 0,03206}{1,1}} + \frac{1079190 + 256840 * 0}{\frac{230 * 10^6 * 0,011807}{1,1}}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,47545 < 1}$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = \mathbf{2,27272727} > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau,sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,9806}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,84642}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,Rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas_{uhel.}} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 556 \text{ mm} \quad z_{f2} = 556 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 3480 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 1,0E+07 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 2163,16 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,013607 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 2845,1 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 181,946 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,63222 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,63222 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{922,33}{2163,16}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 9,50911 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 9,51 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1245,87 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{415,43}{1245,87} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,33345} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{1079,19}{2845,1} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{415,43}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,37932} \quad \eta_3 = \mathbf{0,33601}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}}$$

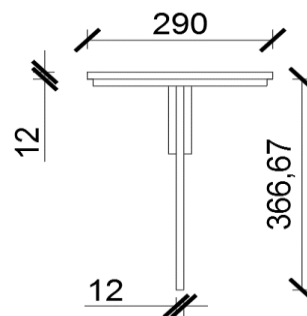
(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59))

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,01383 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{4,5E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,01181 \text{ m}^4}$$











Obr. 29 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000450}{0,013832}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{57,0414 \text{ mm}}$$

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,98058} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B)})$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011 \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59)})$$

$$\lambda_1 = \mathbf{94,9152}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.)})$$

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B)})$$

$$M_{c,Rd} = \frac{0,01108 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{2263,01 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{0,98058 * 2,5}{0,05704 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{2263,01}{1079,19}$$

$$\lambda_{\bar{f}} = \mathbf{0,45279} \leq \mathbf{1,0484754}$$

Prvek podmínice vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B234) v poli 5

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
9,79	38,31	115,14	2,51

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
247,05	377,12	964,05	20,79

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,0108$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,032064 \text{ m}^2$

$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$

$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$

$i_y = 455 \text{ mm}$

$i_z = 53 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$

$$\eta_3 = \frac{415,43}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = \mathbf{0,26070502 \leq 0,5}$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{9790}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{115140}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{2510}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,06742613}$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{247050}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{964050}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{20790}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,58743287}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,043586}{0,509107}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{1,58754118}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 1,588 * 377,12 + 38,31$$

$$V_{Ed} = \mathbf{637,004 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{637,004}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,39975452 \leq 0,5} \quad \text{Podmínka splněna, není potřeba další iterace.}$$

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.8 Hlavní nosník (B260) v poli 6

Rozměry průřezu

výška h =	1024 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	12 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	12 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčniců a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,010811$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,032064 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$$

$$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$$

$$i_y = 455 \text{ mm}$$

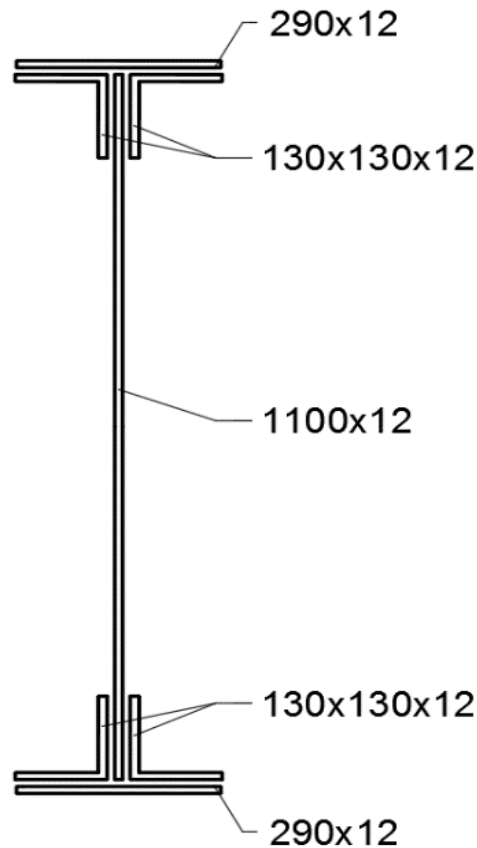
$$i_z = 53 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$$



Obr. 30 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 179,97 \text{ kN}$$

$$V_z = 480,27 \text{ kN}$$

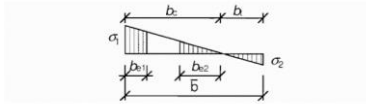
$$M_y = 1082,51 \text{ kNm}$$

$$M_z = 30,38 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení



$$\psi < 0:$$

$$b_{eff} = \rho b, \rho = \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 562 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -562 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,006635}{562} \quad W_{\sigma 1} = 0,0118 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,006635}{-562} \quad W_{\sigma 2} = -0,0118 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{1082,51}{0,011807} \quad \sigma_1 = 91,6842 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{1082,51}{-0,011807} \quad \sigma_2 = -91,6842 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-91,684}{91,684} \quad \psi = -1,0000$$

$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 23,9$$

$$\lambda_p = \frac{b_c / t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29 / 0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,9}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = 0,333709$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = 2,008851 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochozí k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\gamma_{m0} * f_y * A_{eff}} + \frac{N_{Ed} + M_{Ed} * e_n}{\gamma_{m0} * f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{179970}{230 * 10^6 * 0,03206 * 1,1} + \frac{1082510 + 179970 * 0}{230 * 10^6 * 0,011807 * 1,1}$$

$$\eta_1 = 0,465331 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = \mathbf{2,27272727} > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau,sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,980602}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,846419}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,Rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas_{uhel.}} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 556 \text{ mm} \quad z_{f2} = 556 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 3480 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 10345536 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 2163,158 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,013607 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 2845,1 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 181,946 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,632218 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,63222 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{1082,51}{2163,16}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 9,489695 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 9,49 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1245,85 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta_3 \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{480,27}{1245,85} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,385496} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{1082,51}{2845,1} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{480,27}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,380482} \quad \eta_3 = \mathbf{0,388455}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost λ_1

$$\lambda_f = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti daného

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}}$$

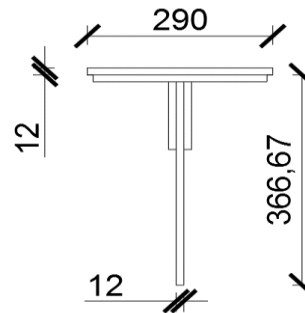
(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59))

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,013832 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{4,5E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,011807 \text{ m}^3}$$




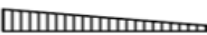






Obr. 31 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000450}{0,013832}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$i_{f,z} = \mathbf{57,04142 \text{ mm}}$$

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,980584} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B)})$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011 \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59)})$$

$$\lambda_1 = \mathbf{94,91516}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.)})$$

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B)})$$

$$M_{c,Rd} = \frac{0,01108 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{2263,008 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,05704 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{2263,01}{1082,51}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,452792} \leq \mathbf{1,04525978}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B260) v poli 6

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
97,07	46,39	114,79	3,56

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
82,9	433,88	967,72	26,82

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,01081$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,032064 \text{ m}^2$

$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$

$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$

$i_y = 455 \text{ mm}$

$i_z = 53 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = 1593,48674 \text{ kN}$

$$\eta_3 = \frac{480,27}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = 0,30139567 \leq 0,5$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{97070}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{114790}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} +$$

$$+ \frac{3560}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$\eta_{1,rs} = 0,08838773$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{8290}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{967720}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{26820}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,61086524}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,088388}{0,610865}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{1,49232958}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 1,492 * 433,88 + 46,39$$

$$V_{Ed} = \mathbf{693,882 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{693,882}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,43544884} \leq \mathbf{0,5} \quad \text{Podmínka splněna, není potřeba další iterace.}$$

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.9 Hlavní nosník (B259) v poli 7

Rozměry průřezu

výška h =	1024 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	12 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	12 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčníků a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,010811$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,032064 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$$

$$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$$

$$i_y = 455 \text{ mm}$$

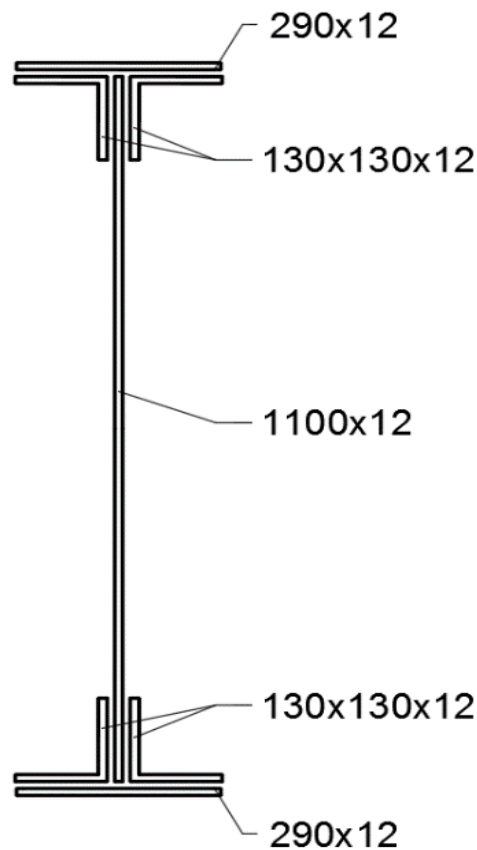
$$i_z = 53 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$$



Obr. 32 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 184,06 \text{ kN}$$

$$V_z = 430,76 \text{ kN}$$

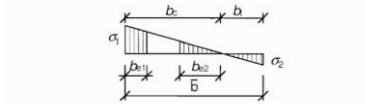
$$M_y = 922,13 \text{ kNm}$$

$$M_z = 19,5 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení



$$\psi < 0:$$

$$b_{eff} = \rho b, \quad \rho = \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 562 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -562 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,006635}{562} \quad W_{\sigma 1} = 0,0118 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,006635}{-562} \quad W_{\sigma 2} = -0,0118 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{1082,51}{0,011807} \quad \sigma_1 = 78,1007 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{1082,51}{-0,011807} \quad \sigma_2 = -78,1007 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-91,684}{91,684} \quad \psi = -1,0000$$

$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 23,9$$

$$\lambda_p = \frac{b_c / t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29 / 0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,9}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = 0,333709$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = 2,008851 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochozí k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\gamma_{m0} * A_{eff}} + \frac{N_{Ed} + M_{Ed} * e_n}{\gamma_{m0} * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{184060}{230 * 10^6 * 0,03206 * 1,1} + \frac{922130 + 184060 * 0}{230 * 10^6 * 0,011807 * 1,1}$$

$$\eta_1 = 0,400977 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = \mathbf{2,27272727} > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau,sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,980602}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,846419}$$

$$V_{bw,rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas_{uhel.}} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 556 \text{ mm} \quad z_{f2} = 556 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 3480 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 10345536 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 2163,158 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,013607 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 2845,1 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 181,946 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,632218 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,63222 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{922,33}{2163,16}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 10,35956 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 10,36 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1246,72 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{480,27}{1246,72} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,345515} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{922,13}{2845,1} \quad \bar{\eta}_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{430,76}{1236,36}$$

$$\bar{\eta}_1 = \mathbf{0,324112} \quad \bar{\eta}_3 = \mathbf{0,34841} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1)})$$

Jelikož je $\bar{\eta}_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost λ_1

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti daného

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}}$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,013832 \text{ m}^2}$$

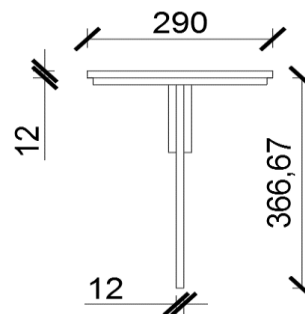
$$I_z = \mathbf{4,5E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,011807 \text{ m}^4}$$

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000450}{0,011807}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{57,04142 \text{ mm}}$$


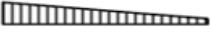






(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59))



Obr. 33 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,980584} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B)})$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011 \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59)})$$

$$\lambda_1 = \mathbf{94,91516}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.)})$$

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B)})$$

$$M_{c,Rd} = \frac{0,01108 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{2263,008 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,05704 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{2263,01}{922,13}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,452792} \leq \mathbf{1,22705493}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B259) v poli 6

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
90,65	37,55	50,23	1,55

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
93,41	393,21	871,9	17,95

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,01081$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,032064 \text{ m}^2$

$I_y = 0,006636 \text{ m}^4$

$I_z = 9,01E-05 \text{ m}^4$

$i_y = 455 \text{ mm}$

$i_z = 53 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,011807 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000621 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,013607 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,001055 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = 1593,48674 \text{ kN}$

$$\eta_3 = \frac{430,76}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = 0,27032544 \leq 0,5$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{90650}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{50230}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{1550}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$\eta_{1,rs} = 0,0458024$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{93410}{0,03206 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{871900}{0,01181 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{17950}{0,00062 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,50532183}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,045802}{0,505321}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{1,88829679}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 1,888 * 393,21 + 37,55$$

$$V_{Ed} = \mathbf{780,047 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{780,047}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,48952223} \leq \mathbf{0,5} \quad \text{Podmínka splněna, není potřeba další iterace.}$$

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.10 Hlavní nosník (B244) v poli 8

Rozměry průřezu

výška h =	1172 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	36 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	36 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčniců a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,010811$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,045984 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,011222 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,000188 \text{ m}^4$$

$$i_y = 494 \text{ mm}$$

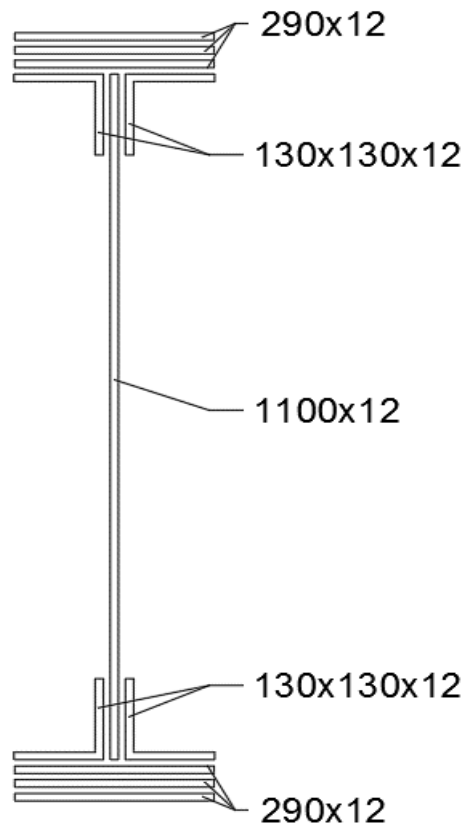
$$i_z = 64 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,019151 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,001294 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,021597 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,002064 \text{ m}^3$$



Obr. 34 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 153,50 \text{ kN}$$

$$V_z = 243,30 \text{ kN}$$

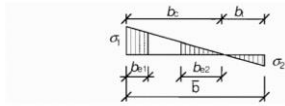
$$M_y = 939,98 \text{ kNm}$$

$$M_z = 14,05 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení

 $\psi < 0:$

$$b_{c1} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{c1f} \quad b_{c2} = 0,6 b_{c1f}$$

$$z_1 = b_c = 586 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -586 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,01122}{586} \quad W_{\sigma 1} = 0,0192 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,01122}{-586} \quad W_{\sigma 2} = -0,0192 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{939,98}{0,01915} \quad \sigma_1 = 49,0847 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{939,98}{-0,01915} \quad \sigma_2 = -49,0847 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-49,0846}{49,0846} \quad \psi = -1,0000$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 23,9$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,9}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = 0,34796$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2))

$$\rho = 1,965375 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochozí k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{153500}{230 * 10^6 * 0,04598} + \frac{939980 + 153500 * 0}{230 * 10^6 * 0,019151}$$

$$\eta_1 = 0,250708 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = \mathbf{2,27272727} > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,980602}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,846419}$$

$$V_{bw,rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas.uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 568 \quad \text{mm} \quad z_{f2} = 568 \quad \text{mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \quad \text{mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \quad \text{mm}$$

$$A_f = 10440 \quad \text{mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \quad \text{mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \quad \text{mm}^3$$

$$W_{fy} = 18335616 \quad \text{mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 3833,811 \quad \text{kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,021597 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 4515,736 \quad \text{kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,036 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \quad \text{mm} \leq 545,838008 \quad \text{mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,036^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,728537 \quad \text{m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,024^2 * 230 * 10^6}{0,72854 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{1106,48}{3833,81}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 92,93366 \quad \text{kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5,})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 92,93 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1329,294 \quad \text{kN} < 1752,83542 \quad \text{kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{243,30}{1329,29} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,183029} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{939,98}{4515,74} \quad \bar{\eta}_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{243,30}{1236,36}$$

$$\bar{\eta}_1 = \mathbf{0,208157} \quad \bar{\eta}_3 = \mathbf{0,196787}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnici složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}}$$

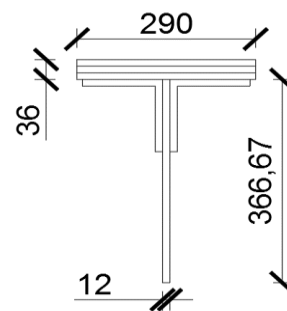
(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59))

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,020792 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{9,38E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,019151 \text{ m}^3}$$




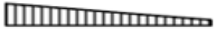






Obr. 35 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000938}{0,02079}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{67,16068 \text{ mm}}$$

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,980584}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59))

$$\lambda_1 = \mathbf{94,91516}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.))

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B))

$$M_{c,Rd} = \frac{0,01915 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{3670,608 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,06716 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{3670,61}{939,98}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,384569} \leq \mathbf{1,95249278}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B244) v poli 8

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
41,85	19,81	57,10	2,23

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
111,65	223,49	882,88	11,82

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,010811$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky

$$A = 0,045984 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,011222 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,000188 \text{ m}^4$$

$$i_y = 494 \text{ mm}$$

$$i_z = 64 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,019151 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,001294 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,021597 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,002064 \text{ m}^3$$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,4867 \text{ kN}}$$

$$\eta_3 = \frac{243,30}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,152684 \leq 0,5}$$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{41850}{0,04598 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{57100}{0,01915 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{2230}{0,00129 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,026855}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{111650}{0,04598 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{882880}{0,01915 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{11820}{0,00129 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,2757852}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,026855}{0,275785}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{3,5286339}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 3,528 * 223,49 + 19,81$$

$$V_{Ed} = \mathbf{808,424 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{808,424}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,5073305 > 0,5}$$

Podmínka není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12 MP.

Zatížitelnost Z_{LM71} se určí z rovnice:

$$4 * k * Z_{LM71}^2 * \eta_{3,LM71} + Z_{LM71} * (\eta_{1,LM71} + 8 * k * \eta_{3,LM71} * \eta_{3,rs} - 4 * k * \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs} + 4 * k * \eta_{3,rs}^2 - 4 * k * \eta_{3,rs} + k - 1 = 0$$

(MP SR5, A.2.2.12, (A.11))

$$\eta_{3,rs} = \frac{V_{rs,Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.12, (A.12)})$$

$$\eta_{3,LM71} = \frac{V_{LM71,Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.12, (A.13)})$$

$$k = 1 - \left(\frac{M_{f,rd}}{M_{pl,rd}} \right) \quad (\text{MP SR5, A.2.2.12, (A.14)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pu} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$\begin{aligned} z_{f1} &= 568 \text{ mm} & z_{f2} &= 568 \text{ mm} \\ A_f &= t_f * b_{fc} & z_u &= 544 \text{ mm} \\ A_{pu} &= t_{pu} * b_{pu} & t_{pu} &= 12 \text{ mm} \\ A_f &= \mathbf{10440 \text{ mm}^2} & b_{pu} &= 130 \text{ mm} \\ A_{pu} &= \mathbf{1560 \text{ mm}^3} \\ W_{fy} &= \mathbf{15254400 \text{ mm}^3} \\ M_{f,Rd} &= \mathbf{3189,5564 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,021597 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = \mathbf{4515,7364 \text{ kNm}}$$

$$\eta_{3,rs} = \frac{19,81}{1593,487}$$

$$\eta_{3,rs} = \mathbf{0,0124319}$$

$$\eta_{3,LM71} = \frac{223,49}{1593,487}$$

$$\eta_{3,LM71} = \mathbf{0,140252}$$

$$k = 1 - \left(\frac{3189,556}{4515,736} \right)$$

$$k = \mathbf{0,29368}$$

Potom zatížitelnost bude

$$\begin{aligned} &4 * 0,294 * Z_{LM71}^2 * 0,140 + \\ &+ Z_{LM71} * (0,276 + 8 * 0,294 * 0,140 * 0,012 - 4 * 0,294 * 0,140) + \\ &+ 0,027 + 4 * 0,294 * 0,012^2 - 4 * 0,294 * 0,012 + 0,294 - 1 = 0 \end{aligned}$$

$$0,165 * Z_{LM71}^2 + 0,115 * Z_{LM71} - 0,693 = 0$$

$$D = b^2 - 4 * a * c$$

$$D = \mathbf{0,470605}$$

$$Z_{LM71} = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} = \frac{-0,115 + \sqrt{0,47}}{2 * 0,165}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{1,7303229}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 1,73 * 223,49 + 19,81$$

$$V_{Ed} = \mathbf{406,520 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{406,520}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,2551134 \leq 0,5}$$

Podmínka splněna, není potřeba další iterace.

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.11 Hlavní nosník (B243) v poli 9**Rozměry průřezu**

výška h =	1148 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	24 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	24 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčniců a =	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

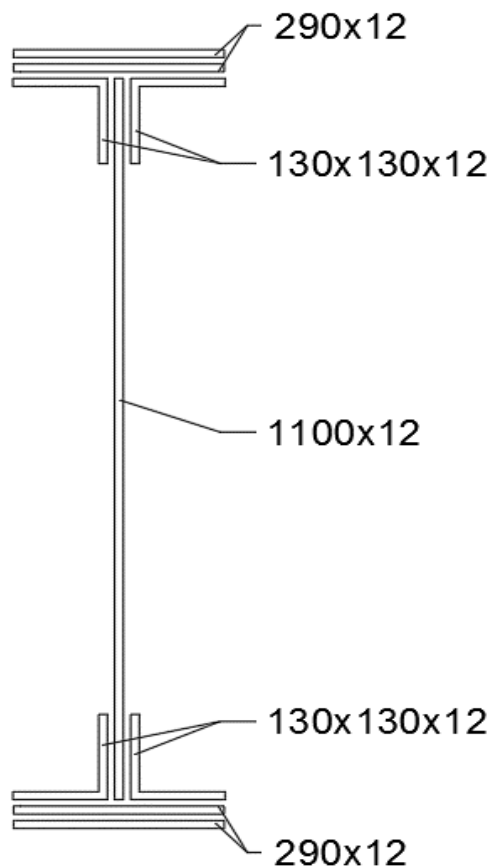
$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,01081$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$



Obr. 36 - Schéma průřezu

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,03902 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,00888 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,00014 \text{ m}^4$$

$$i_y = 477 \text{ mm}$$

$$i_z = 60 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,01547 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,00096 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,01756 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,00156 \text{ m}^3$$

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 127,85 \text{ kN}$$

$$V_z = 216,19 \text{ kN}$$

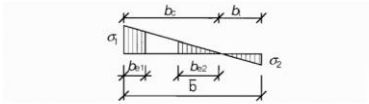
$$M_y = 927,50 \text{ kNm}$$

$$M_z = 14,05 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení



$$\psi < 0:$$

$$b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 574 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -574 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,00888}{574} \quad W_{\sigma 1} = \mathbf{0,01547 \text{ m}^3}$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,00888}{-574} \quad W_{\sigma 2} = \mathbf{-0,01547 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{1119,51}{0,015472} \quad \sigma_1 = \mathbf{59,9458 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{1119,51}{-0,015472} \quad \sigma_2 = \mathbf{-59,9458 \text{ MPa}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-72,3557}{72,3557} \quad \psi = \mathbf{-1,00000}$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = \mathbf{23,9}$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{23,9}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\lambda_p = \mathbf{0,34083}$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2)})$$

$$\rho = \mathbf{1,98707} \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochází k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{f_y * W_{eff}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14)})$$

$$\eta_1 = \frac{127850}{230 * 10^6 * 0,03902 * 1,1} + \frac{927500 + 127850 * 0}{230 * 10^6 * 0,015472 * 1,1}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,30237 < 1}$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = 2,27272727 > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau,sl} \quad \text{pokud } a/h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau,sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,9806}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83/\eta$	η	η
$0,83/\eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83/\bar{\lambda}_w$	$0,83/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,84642}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,Rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas, uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 562 \text{ mm} \quad z_{f2} = 562 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 544 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 6960 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 1,4E+07 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 2989,75 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,017561 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 3671,85 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \leq 363,892005 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,024^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,67102 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,024^2 * 230 * 10^6}{0,67102 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{1119,51}{2989,75}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 43,1208 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 43,12 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1279,48 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta_3 \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{216,19}{1277,38} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,16897} \leq \mathbf{1} \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{927,50}{3671,85} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{216,19}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,2526} \quad \eta_3 = \mathbf{0,17486}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnici složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti daného průřezu

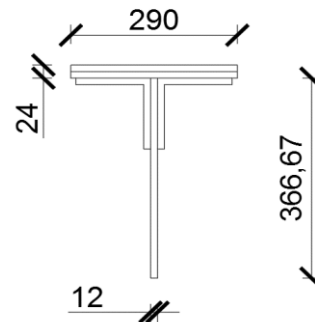
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,01731 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{6,9E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,01547 \text{ m}^3}$$




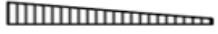






Obr. 37 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,00006945}{0,017312}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{63,3124 \text{ mm}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,98058}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59))

$$\lambda_1 = \mathbf{94,9152}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.))

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B))

$$M_{c,Rd} = \frac{0,015472 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{2965,47 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,0633 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{2965,467}{927,50}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,40794} \leq \mathbf{1,59863432}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B243) v poli 9

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
16,20	14,46	65,01	2,23

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
111,65	201,73	862,49	11,82

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,01081$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,039024 \text{ m}^2$

$I_y = 0,008881 \text{ m}^4$

$I_z = 0,000139 \text{ m}^4$

$i_y = 477 \text{ mm}$

$i_z = 60 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,015472 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000958 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,017561 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,00156 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$

$$\eta_3 = \frac{216,19}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = \mathbf{0,13567104 \leq 0,5}$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{16200}{0,039024 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{65010}{0,01547 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{2230}{0,00096 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,03321915}$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{111650}{0,039024 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{862490}{0,01547 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{11820}{0,00096 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,33932866}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,0332191}{0,339328}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{2,84909873}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 2,849 * 201,73 + 14,46$$

$$V_{Ed} = \mathbf{589,209 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{589,209}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,36976065 \leq 0,5}$$

Podmínka splněna, není potřeba další iterace.

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

6.12 Hlavní nosník (B240) v poli 10

Rozměry průřezu

výška h =	1112 mm
tloušťka pásnice t_{fh} =	12 mm
tloušťka pásnice t_{fd} =	0 mm
šířka pásnice b_f =	290 mm
výška stojiny h_w =	1100 mm
tloušťka stojiny t_w =	12 mm
vzdálenost příčníků a	2500 mm

Materiál - plávková ocel

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$$\varepsilon = 1,0108$$

$$\gamma_{m0} = 1,10$$

$$\gamma_{m1} = 1,20$$

$$\gamma_{m2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky *

$$A = 0,0286 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,0054 \text{ m}^4$$

$$I_z = 6,6E-05 \text{ m}^4$$

$$i_y = 436 \text{ mm}$$

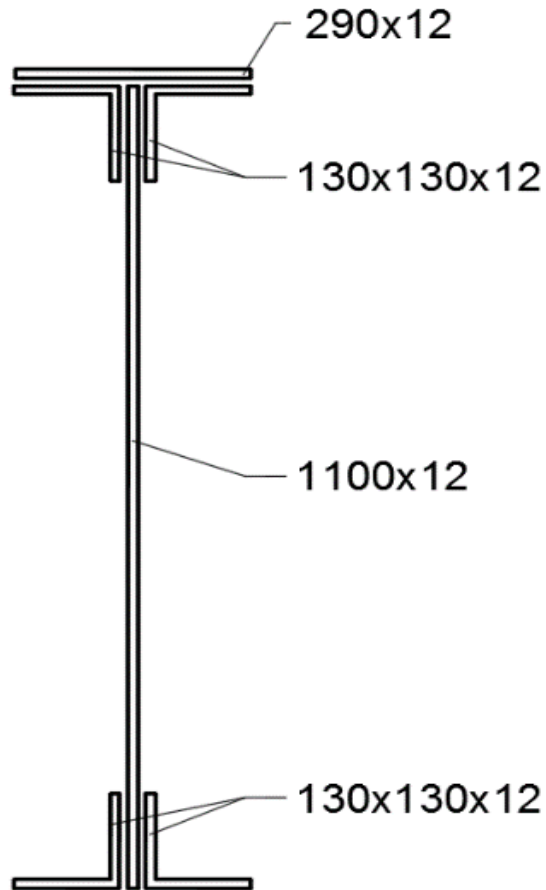
$$i_z = 48 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 0,0088 \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 0,0005 \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 0,0114 \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 0,0008 \text{ m}^3$$



Obr. 38 - Schéma průřezu

Hodnoty maximálních vnitřních sil **

$$N = 77,53 \text{ kN}$$

$$V_z = 222,12 \text{ kN}$$

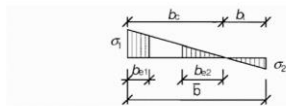
$$M_y = 532,23 \text{ kNm}$$

$$M_z = 11,36 \text{ kNm}$$

* Hodnoty průřezových charakteristik byly exportovány z programu SCIA Engineer.

** Hodnoty maximálních vnitřních sil byly exportovány z programu SCIA Engineer.

Posouzení účinků boulení

 $\psi < 0$:

$$b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$$

$$b_{c1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{c2} = 0,6 b_{eff}$$

$$z_1 = b_c = 496,7177 \text{ mm}$$

$$z_2 = b_t = -617,691 \text{ mm}$$

Hodnoty byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$W_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{0,005429}{496,7177}$$

$$W_{\sigma 1} = 0,011 \text{ m}^3$$

$$W_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{0,005429}{-617,691}$$

$$W_{\sigma 2} = -0,009 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 1}} = \frac{728,41}{0,010929}$$

$$\sigma_1 = 48,698 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{ed}}{W_{\sigma 2}} = \frac{728,41}{-0,008789}$$

$$\sigma_2 = -60,558 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-87,9788}{70,7484}$$

$$\psi = -1,244$$

$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

$$k_\sigma = 5,98 * (1 - \psi^2)$$

$$k_\sigma = 30,1003$$

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,29/0,012}{28,4 * 1,011 * \sqrt{30,10}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2))

$$\lambda_p = 0,26282$$

Stanovení součinitele boulení

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.4 (2))

$$\rho = 2,40633 \Rightarrow \rho = 1,00$$

Prvek vyhovuje podmínce. Nedochází k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y * A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} * e_n}{f_y * W_{eff}}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 4.6(4.14))

$$\eta_1 = \frac{77530}{230 * 10^6 * 0,0285 * 1,1} + \frac{532230 + 77530 * 0}{230 * 10^6 * 0,00878 * 1,1}$$

$$\eta_1 = 0,3026 < 1$$

Prvek vyhovuje podmínce.

Únosnost hlavního nosníku ve smyku

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2500}{1100} \quad \alpha = 2,27272727 > 1$$

Návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Příspěvek stojiny

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.2(1);(5.1)})$$

Upravená štíhlost λ_w

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 * t * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.3(3);(5.6)})$$

 k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a / h_w \geq 1$$

$$k_\tau = 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } a / h_w < 1$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, A.3(A.5))

 $k_{\tau sl}$ uvažujeme rovno nule, neboť v posuzované části nosníku není podélná výztuha.

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 5,34 + 4,00 * \left(\frac{1100}{2500}\right)^2$$

$$k_\tau = \mathbf{6,1144}$$

$$\lambda_w = \frac{1,1}{37,4 * 0,012 * 1,011 * \sqrt{6,114}}$$

$$\lambda_w = \mathbf{0,9806}$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$137 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

$$\eta = \mathbf{1,2} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,9806}$$

$$\chi_w = \mathbf{0,84642}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{0,84642 * 230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{bw,Rd} = \mathbf{1236,36 \text{ kN}}$$

Příspěvek pásnice

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment únosnosti pásnic

$$M_{f,Rd} = \frac{W_{fy} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$W_{fy} = A_f * (z_{f1} + z_{f2}) + 4 * (A_{pas, uhel.} * z_u)$$

Hodnoty z_{f1} , z_{f2} a z_u byly odměřeny v programu AutoCAD.

$$z_{f1} = 488,309 \text{ mm} \quad z_{f2} = 611,691 \text{ mm}$$

$$A_f = t_f * b_{fc} \quad z_u = 476,309 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = t_{pu} * b_{pu} + (b_{pu} - t_{pu}) * t_{pu} \quad t_{pu} = 12 \text{ mm}$$

$$A_f = 3480 \text{ mm}^2 \quad b_{pu} = 130 \text{ mm}$$

$$A_{pu} = 2976 \text{ mm}^2$$

$$W_{fy} = 9497982 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 1985,94 \text{ kNm}$$

Návrhový plastický moment celého průřezu

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} * f_{yd}}{\gamma_{m0}} = \frac{0,0114 * 230 * 10^6}{1,1}$$

$$M_{pl,Rd} = 2387,82 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 * \epsilon * t_f \quad b_f \leq 15 * 1,011 * 0,012 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

$$290 \text{ mm} \geq 181,9460025 \text{ mm}$$

Koeficient c

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * b_f * t_f^2 * f_{yt}}{t * h_w^2 * f_{yw}}\right)$$

$$c = a * \left(0,25 + \frac{1,6 * 0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,012 * 1,1^2 * 230 * 10^6}\right)$$

$$c = 0,63222 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_t * t^2 * f_{yt}}{c * \gamma_{m1}} * \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,29 * 0,012^2 * 230 * 10^6}{0,6322 * 1,2} * \left(1 - \left(\frac{773,22}{1985,94}\right)^2\right)$$

$$V_{bf,Rd} = 11,7509 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta * f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.2(1);(5.1)})$$

$$V_{b,Rd} = 1236,36 + 11,75 \leq \frac{1,2 * 230 * 1100 * 12}{\sqrt{3} * 1,2}$$

$$V_{b,Rd} = 1248,11 \text{ kN} < 1752,83542 \text{ kN}$$

Posouzení hlavního nosníku na smyk (podmínka $\eta_3 \leq 1$)

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = \frac{222,12}{1248,11} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 5, 5.5(1);(5.10)})$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,17796} \leq 1 \quad \text{Prvek vyhovuje.}$$

Interakce mezi osovou smykovou silou, ohybovým momentem a osovou silou

$$\eta_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{532,23}{2387,82} \quad \eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} = \frac{222,12}{1236,36}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0,22289} \quad \eta_3 = \mathbf{0,179656}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 5, 7.1 (1))

Jelikož je $\eta_3 > 0,5$, není potřeba počítat interakci.

Posouzení průřezu na klopení

Dle ČSN EN 1993 - 1 - 1 nejsou tlačené pásnice náchylné ke klopení, pokud je vzdálenost L_c mezi příčnými podporami nebo výsledná štíhlost λ_1 ekvivalentní

$$\lambda_{\bar{f}} = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \lambda_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Rd}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Kde: $W_{el,y}$ je modul průřezu, vztažený k tlačené pásnici

k_c je opravný součinitel štíhlosti (ČSN EN 1993 - 1 - 1)

L_c je vzdálenost příčného ztužení (rozteč mostnic 0,625 m)

$i_{f,z}$ je poloměr setrvačnosti ekvivalentní tlačené pásnice složené z tlačené pásnice a 1/3 tlačené části stojiny k ose nejmenší tuhosti daného průřezu

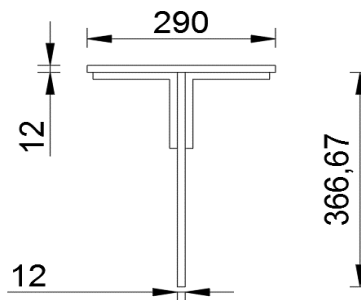
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} * f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B)(6.59)})$$

Plocha a moment setrvačnosti průřezu byl vypočítán softwarem AutoCAD.

$$A = \mathbf{0,01383 \text{ m}^2}$$

$$I_z = \mathbf{4,5E-05 \text{ m}^4}$$

$$W_{el,y} = \mathbf{0,00879 \text{ m}^3}$$




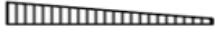






Obr. 39 - Průřez vztažený k tlačené pásnici

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,0000450}{0,01383}}$$

$$i_{f,z} = \mathbf{57,0414 \text{ mm}}$$

Opravný součinitel k_c

Rozdělení momentů	k_c
 $\psi = 1$	1,00
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.3(tab. 6.6))

$$k_c = \frac{1}{1,33 - 0,33 * \psi} = \frac{1}{1,33 - 0,33 * (0,94)}$$

$$k_c = \mathbf{0,98058}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.1B))

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1,011$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(6.59))

$$\lambda_1 = \mathbf{94,9152}$$

$$\lambda_{LT,0}^- = \mathbf{0,4}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1),(pozn.))

$$\lambda_{c0}^- = \lambda_{LT,0}^- + 0,1 = 0,4 + 0,1 = \mathbf{0,5}$$

(ČSN EN 1993 - 1 - 1, 6.3.2.4(1B),(pozn.2B))

$$M_{c,Rd} = \frac{0,015472 * 230 * 10^6}{1,2}$$

$$M_{c,Rd} = \mathbf{1684,5 \text{ kNm}}$$

$$\lambda_f^- = \frac{0,98058 * 2,5}{0,05704 * 94,92} \leq 0,5 * \frac{1684,5}{532,23}$$

$$\lambda_f^- = \mathbf{0,45279} \leq \mathbf{1,58249331}$$

Prvek podmínce vyhovuje a není náchylný na klopení.

Zatížitelnost hlavního nosníku (B240) v poli 10

Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

$N_{rs,Ed}$ [kN]	$V_{z,rs,Ed}$ [kN]	$M_{y,rs,Ed}$ [kNm]	$M_{z,rs,Ed}$ [kNm]
2,44	18,79	43,24	0,90

Návrhové hodnoty vnitřních sil od vlaku UIC - 71

$N_{LM71,Ed}$ [kN]	$V_{z,LM71,Ed}$ [kN]	$M_{y,LM71,Ed}$ [kNm]	$M_{z,LM71,Ed}$ [kNm]
75,09	203,33	488,99	10,46

Materiál - plávková ocel

$f_y = 230 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}}$$

$\varepsilon = 1,0108$

$\gamma_{m0} = 1,10$

$\gamma_{m1} = 1,20$

$\gamma_{m2} = 1,30$

Průřezové charakteristiky

$A = 0,028584 \text{ m}^2$

$I_y = 0,005429 \text{ m}^4$

$I_z = 6,57E-05 \text{ m}^4$

$i_y = 436 \text{ mm}$

$i_z = 48 \text{ mm}$

$W_{ely} = 0,008789 \text{ m}^3$

$W_{elz} = 0,000453 \text{ m}^3$

$W_{ply} = 0,01142 \text{ m}^3$

$W_{plz} = 0,000803 \text{ m}^3$

Ověření únosnosti průřezů musí splňovat tuto podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.2)})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yw} * h_w * t}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{230 * 10^6 * 1,1 * 0,012}{\sqrt{3} * 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.6)})$$

$V_{pl,Rd} = \mathbf{1593,48674 \text{ kN}}$

$$\eta_3 = \frac{222,12}{1593,488} \leq 0,5$$

$\eta_3 = \mathbf{0,13939244 \leq 0,5}$

Prvek vyhovuje na smyk a zároveň plní podmínku $\eta_3 \leq 0,5$.

Zatížitelnost tedy bude:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.7)})$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{2440}{0,02858 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{43240}{0,00879 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{900}{0,00045 * 230 * 10^6 / 1,1} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.8)})$$

$\eta_{1,rs} = \mathbf{0,03344181}$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} * f_y / \gamma_{m0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} * f_y / \gamma_{m0}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.9)})$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{75090}{0,028584 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{488990}{0,00879 * 230 * 10^6 / 1,1} + \frac{10460}{0,00045 * 230 * 10^6 / 1,1}$$

$$\eta_{1,LM71} = \mathbf{0,38911094}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - 0,0334481}{0,38911094}$$

$$Z_{LM71} = \mathbf{2,48401698}$$

Ověření podmínky $\eta_3 \leq 0,5$.

$$V_{Ed} = Z_{LM71} * V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 2,484 * 203,33 + 18,79$$

$$V_{Ed} = \mathbf{523,865 \text{ kN}} \quad (\text{MP SR5, A.2.2.11, (A.10)})$$

$$\eta_3 = \frac{523,865}{1593,488} \leq 0,5$$

$$\eta_3 = \mathbf{0,32875402 \leq 0,5}$$

Podmínka splněna, není potřeba další iterace.

Zatížitelnost $z_{LM71} > 1,0 \Rightarrow$ **prvek vyhovuje**

7. Přehled výsledků

V tabulce č. 4 jsou uvedeny hodnoty vnitřních sil, hodnoty únosnosti příčného řezu a posouzení na smyk. Dále pak tabulka č. 5 vyjadřuje hodnoty zatížitelnosti průřezů v jednotlivých polích.

Číslo pole	Název průřezu	N [kN]	Vz [kN]	My [kN]	η_1	η_3
Pole č. 1	Hl.n. č. 1 (B9)	280,03	351,89	773,22	0,467623	0,282166
Pole č. 2	Hl.n. č. 3 (B18)	305,42	349,45	1119,51	0,383487	0,273567
Pole č. 3	Hl.n. č. 4 (B25)	305,42	260,86	1106,48	0,308088	0,196578
Pole č. 4	Hl.n. č. 2 (B233)	300,76	415,43	922,33	0,418465	0,333219
Pole č. 5	Hl.n. č. 2 (B234)	256,84	415,43	1079,19	0,475452	0,333446
Pole č. 6	Hl.n. č. 2 (B260)	179,97	480,27	1082,51	0,465331	0,385496
Pole č. 7	Hl.n. č. 2 (B259)	184,06	430,76	922,13	0,400977	0,345515
Pole č. 8	Hl.n. č. 4 (B259)	153,50	243,30	939,98	0,250708	0,183029
Pole č. 9	Hl.n. č. 3 (B243)	127,85	216,19	927,50	0,302372	0,168967
Pole č. 10	Hl.n. č. 1 (B240)	77,53	222,12	532,23	0,302599	0,177965

Tabulka č. 4 – Přehled výsledků posouzení pro hlavní nosník

Číslo pole	Název průřezu	$\eta_{1,rs}$	$\eta_{1,LM71}$	ZLM71
Pole č. 1	Hl.n. č. 1 (B9)	0,04046	0,602974	1,591345
Pole č. 2	Hl.n. č. 3 (B18)	0,029794	0,440451	2,202754
Pole č. 3	Hl.n. č. 4 (B25)	0,029644	0,352481	2,752932
Pole č. 4	Hl.n. č. 2 (B233)	0,043586	0,529107	1,807601
Pole č. 5	Hl.n. č. 2 (B234)	0,067426	0,587433	1,587541
Pole č. 6	Hl.n. č. 2 (B260)	0,088388	0,610865	1,49233
Pole č. 7	Hl.n. č. 2 (B259)	0,045802	0,505322	1,888297
Pole č. 8	Hl.n. č. 4 (B259)	0,026855	0,275785	1,730323
Pole č. 9	Hl.n. č. 3 (B243)	0,033219	0,339329	2,849099
Pole č. 10	Hl.n. č. 1 (B240)	0,033442	0,389111	2,484017

Tabulka č. 5 – Přehled výsledků zatížitelnosti pro hlavní nosník

8. Závěr

Statický výpočet únosnosti hlavního nosníku ocelové nosné konstrukce byl proveden dle platných českých a evropských norem a stanovení zatížitelnosti vybraných průřezů hlavního nosníku ocelové plnostěnné mostní konstrukce. Vybrané průřezy hlavního nosníku byly posouzeny na účinky klopení (globální ztráta stability) a na smyk, dále také na boulení (lokální ztráta stability) a následně jejich základě posouzeny na únosnost v jednoosém ohybu. U těchto průřezů byl také proveden výpočet zatížitelnosti dle předpisu SŽDC SR5.

Posuzované průřezy hlavního nosníku vyhověly jak z hlediska únosnosti, tak zatížitelnosti, i když byl výpočet zjednodušen tak, že v každém poli byl vybrán nejslabší průřez a na něj převedeny maximální hodnoty vnitřních sil, i tak je rezerva všech únosností a zatížitelnosti více než dostatečná.

9. Použitá literatura

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- [6] Předpis Správy železniční dopravní cesty SR5: Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti mostních objektů

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Zjednodušený statický přepočít plnostěnného hl. nosníku ocelového mostu přes
inundační území v km 0,903 trati Chlumec nad Cidlinou – Miedzylesie

FOTODOKUMENTACE

Zpracoval: Horčíčka Jakub

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.



Obr. 1 – Boční pohled na objekt



Obr. 2 – Detail opěry na hradecké straně



Obr. 3 – Pohled na objekt směr Chlumec nad Cidlinou



Obr. 4 – Detail úložného prahu na chlumecké opěře



Obr. 5 – Zábradlí



Obr. 6 – Pohled do kolejiště



Obr. 7 – Spodní pohled na mostovku



Obr. 8 – Most zatížený dopravou



Obr. 9 – Detail opěry na chlumecké straně



Obr. 10 – Boční pohled na objekt zatížený dopravou



Obr. 11 – Detail příčných výztuh



Obr. 12 – Detail pohyblivého ložiska na pilíři



Obr. 13 – Pohled z boku z druhé strany

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Zjednodušený statický přepočít plnostěnného hl. nosníku ocelového mostu přes
inundační území v km 0,903 trati Chlumec nad Cidlinou – Miedzylesie

TABULKY HODNOT Z PROGRAMU SCIA ENGINEER

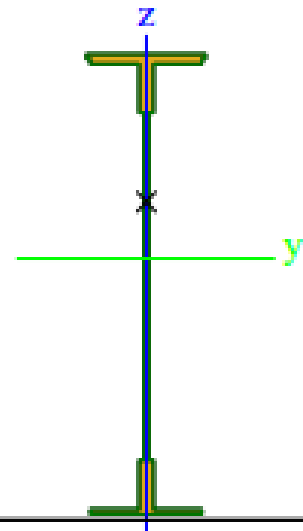
Zpracoval: Horčíčka Jakub

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

Obsah

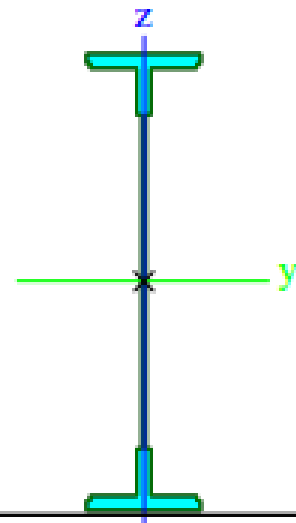
- Průřezové charakteristiky
- Hodnoty vnitřních sil v jednotlivých polích

Jméno	hl.n1 (B9;B240)
Typ	Obecný průřez
Materiál	Plávková ocel
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použít 2D MKP výpočet	✓



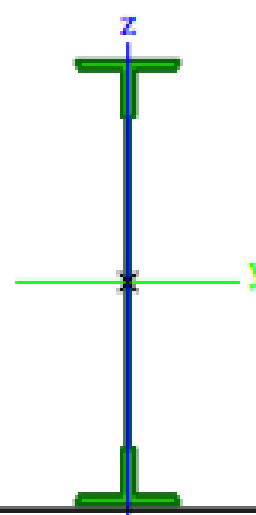
A [m ²]	2,8584e-02	
A y, z [m ²]	1,1006e-02	1,3913e-02
I y, z [m ⁴]	5,4287e-03	6,5675e-05
I w [m ⁶], t [m ⁴]	1,6687e-05	5,3032e-06
Wel y, z [m ³]	8,7887e-03	4,5293e-04
Wpl y, z [m ³]	1,1420e-02	8,0291e-04
d y, z [mm]	0	138
c YUSS, ZUSS [mm]	0	62
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,3240e+00	3,3240e+00
Mply +, - [Nm]	2,63e+06	2,63e+06
Mplz +, - [Nm]	1,85e+05	1,85e+05

Jméno	hl.n3 (B18;B243)
Typ	Obecný průřez
Materiál	Plávková ocel
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	✓



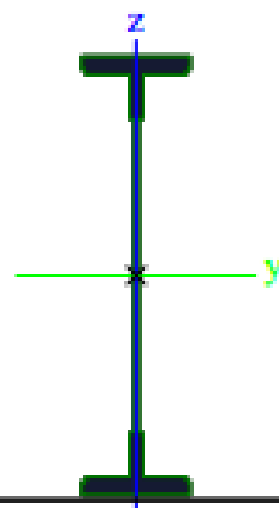
A [m ²]	3,9024e-02	
A y, z [m ²]	2,1482e-02	1,4933e-02
I y, z [m ⁴]	8,8811e-03	1,3884e-04
I w [m ⁶], t [m ⁴]	4,2385e-05	1,1941e-05
Wel y, z [m ³]	1,5472e-02	9,5753e-04
Wpl y, z [m ³]	1,7561e-02	1,5598e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,4320e+00	3,4320e+00
Mply +, - [Nm]	4,04e+06	4,04e+06
Mplz +, - [Nm]	3,59e+05	3,59e+05

Jméno	hl.n2 (B233;B234;B260;B259)
Typ	Obecný průřez
Materiál	Plávková ocel
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použít 2D MKP výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>



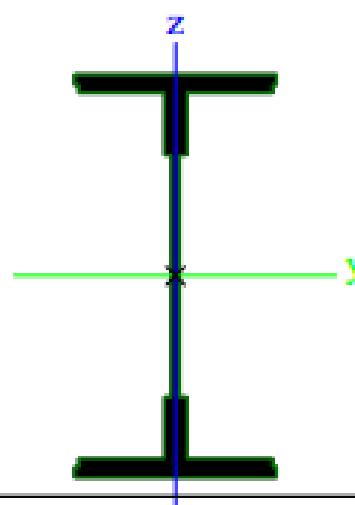
A [m ²]	3,2064e-02	
A y, z [m ²]	1,4548e-02	1,4332e-02
I y, z [m ⁴]	6,6355e-03	9,0064e-05
I w [m ⁶], t [m ⁴]	2,6898e-05	6,5227e-06
Wel y, z [m ³]	1,1807e-02	6,2113e-04
Wpl y, z [m ³]	1,3607e-02	1,0552e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,3840e+00	3,3840e+00
Mply +, - [Nm]	3,13e+06	3,13e+06
Mplz +, - [Nm]	2,43e+05	2,43e+05

Jméno	hl.n4 (B25;B244)
Typ	Obecný průřez
Materiál	Plávková ocel
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použít 2D MKP výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>



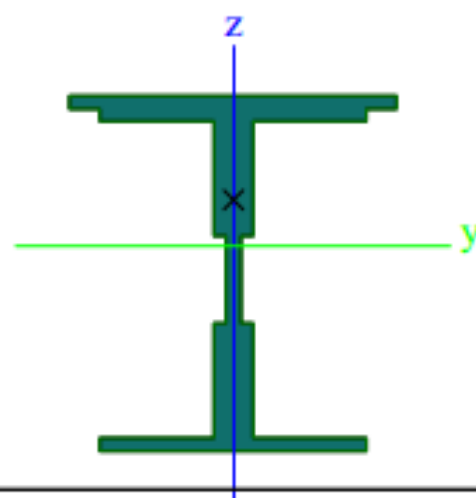
A [m ²]	4,5984e-02	
A y, z [m ²]	2,7459e-02	1,5453e-02
I y, z [m ⁴]	1,1222e-02	1,8762e-04
I w [m ⁶], t [m ⁴]	5,8473e-05	2,2300e-05
Wel y, z [m ³]	1,9151e-02	1,2939e-03
Wpl y, z [m ³]	2,1597e-02	2,0644e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,4800e+00	3,4800e+00
Mply +, - [Nm]	4,97e+06	4,97e+06
Mplz +, - [Nm]	4,75e+05	4,75e+05

Jméno	Příčník
Typ	Obecný průřez
Materiál	Plávková ocel
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použít 2D MKP výpočet	✓



A [m ²]	2,0180e-02	
A y, z [m ²]	1,2369e-02	6,1821e-03
I y, z [m ⁴]	9,6038e-04	6,7438e-05
I w [m ⁶], t [m ⁴]	4,0430e-06	3,6022e-06
Wel y, z [m ³]	3,7080e-03	5,1876e-04
Wpl y, z [m ³]	4,2108e-03	8,2945e-04
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,0560e+00	2,0560e+00
Mply +, - [Nm]	9,68e+05	9,68e+05
Mplz +, - [Nm]	1,91e+05	1,91e+05

Jméno	Podélník
Typ	Obecný průřez
Materiál	Plávková ocel
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	✓



A [m ²]	1,3440e-02	
A y, z [m ²]	7,6346e-03	5,4637e-03
I y, z [m ⁴]	1,5391e-04	3,1028e-05
I w [m ⁶], t [m ⁴]	4,0026e-07	2,4097e-06
W _{el} y, z [m ³]	9,4957e-04	2,3868e-04
W _{pl} y, z [m ³]	1,2902e-03	4,4232e-04
d y, z [mm]	0	36
c YUSS, ZUSS [mm]	0	22
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,4800e+00	1,4800e+00
M _{ply} +, - [Nm]	2,97e+05	2,97e+05
M _{plz} +, - [Nm]	1,02e+05	1,02e+05

Pole 1 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B9, B11, B12, B221, B232

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-232,24	-2,71	332,93	0,79	-115,37	4,85
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/19	55,24	-2,55	-15,07	0,52	32,73	2,85
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-50,79	-11,32	206,78	2,17	-13,18	14,72
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-230,84	-0,93	310,96	0,59	-116,41	2,76
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-153,00	4,52	151,31	-0,12	-81,84	-4,37
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/22	-16,58	-16,98	208,27	-1,61	14,59	13,99
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/23	-149,33	4,70	139,66	0,14	-79,61	-4,23
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/1	-236,58	-2,41	325,43	0,21	-109,48	3,41
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	260,99	-0,75	7,87	-0,03	162,66	0,03
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/23	-156,76	4,60	147,21	0,05	-80,96	-4,14
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/13	-233,12	-0,03	292,51	0,17	-111,44	1,02
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/1	-236,58	-2,41	323,62	0,21	158,23	1,42
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/5	-150,42	-9,86	331,21	0,27	220,40	2,61
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-236,58	-2,41	323,62	0,38	174,28	1,42
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	260,99	-0,75	6,12	0,02	150,77	-0,59
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-29,84	-13,79	212,31	1,09	185,74	2,27
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-156,76	4,60	145,46	-0,27	50,38	-0,34
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/17	-159,66	-10,65	333,08	0,96	227,15	2,54
B11	hl.n5 - Obecný průřez	449,990	Kombinace 1/5	-188,89	-8,49	351,89	0,84	388,03	-1,45
B11	hl.n5 - Obecný průřez	450,010	Kombinace 1/5	-188,89	-8,49	351,89	0,84	388,04	-1,45
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/1	-236,58	-2,41	321,40	0,38	464,50	-0,75
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/6	31,92	0,37	-24,15	0,04	-22,43	-0,23
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/23	-156,76	4,60	143,33	-0,27	180,32	3,81
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/5	-190,85	-8,38	351,47	0,83	546,29	-5,21
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/22	-29,84	-12,95	210,09	1,09	375,80	-9,76
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-236,58	-2,41	321,40	0,38	464,54	-0,75
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	260,99	-0,75	3,99	0,02	155,32	-1,27
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-29,84	-12,95	210,09	1,09	375,82	-9,76
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-156,76	4,60	143,33	-0,27	180,33	3,81
B12	hl.n6 - Obecný průřez	257,490	Kombinace 1/5	-193,98	-8,13	351,68	0,81	636,95	-7,10
B12	hl.n6 - Obecný průřez	257,510	Kombinace 1/5	-193,98	-8,13	351,68	0,81	636,96	-7,10
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/2	260,99	-0,75	2,50	0,02	156,99	-1,65
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/6	33,01	0,80	-25,92	0,05	-35,32	0,02
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/23	-156,76	4,60	141,84	-0,27	253,75	6,18
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/5	-194,40	-8,11	351,01	0,81	727,39	-9,17
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/22	-29,84	-12,46	208,54	1,09	483,60	-16,30
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 1/1	-259,46	-3,25	316,65	0,33	643,82	-2,94
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 1/15	-50,69	-13,47	203,14	0,42	482,06	-15,33
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/1	-259,46	-3,25	316,51	0,33	658,03	-3,08
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/2	251,54	-0,45	2,11	0,17	152,01	-1,57
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/16	-166,12	5,41	135,92	0,03	255,35	5,92
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/6	34,72	0,72	-25,07	0,00	-35,78	0,02
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/17	-217,40	-8,24	329,83	0,44	715,91	-9,89
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/5	-221,47	-8,34	335,71	0,43	728,41	-9,17
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/22	-46,61	-13,37	197,13	0,42	478,67	-16,65
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/23	-170,19	5,31	141,80	0,03	267,86	6,64
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-42,81	12,37	-195,12	0,41	-469,06	16,00
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-182,34	-6,00	-152,33	-0,05	-282,62	-6,15
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-280,03	-1,27	-331,96	0,06	-682,00	5,64
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	254,43	0,14	-1,84	0,31	-153,74	-0,80
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	-241,59	3,18	-349,45	0,20	-747,80	11,38
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/16	-21,95	10,17	-172,34	0,43	-427,84	17,35
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/7	-22,56	10,16	-173,14	0,43	-429,84	17,37
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/15	-105,43	-12,64	-51,30	-0,36	-549,17	16,61
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/14	30,55	2,87	34,27	0,09	39,59	-2,21
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	230,29	3,40	-0,30	0,30	-142,79	-7,50
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	239,25	3,82	0,00	0,08	-147,62	-5,73
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/16	-27,75	3,93	-13,74	0,01	-93,73	-2,42
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/13	-214,72	-7,82	-137,44	-0,51	-773,22	12,53
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	31,31	2,45	34,21	0,06	42,15	-1,80
B232	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-26,16	-4,06	0,06	-2,32	-14,95	0,11
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/15	-68,56	-11,87	0,49	-6,63	-38,71	-0,36
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/1	-238,52	-2,12	342,74	1,67	-142,99	5,85
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	235,67	0,70	8,15	0,81	136,83	0,17
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/3	-147,04	4,48	157,00	0,19	-88,43	-4,02
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-238,51	2,12	342,44	1,64	-142,99	5,79
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/23	-146,54	4,48	155,95	0,18	-88,12	-4,03
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-80,08	-8,57	212,02	3,58	-47,18	14,80
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/1	-238,52	-2,12	342,28	1,67	-113,92	5,67
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/19	50,60	-1,75	-17,97	0,81	28,58	2,49
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/22	-80,08	-8,49	211,56	3,59	-29,20	14,07

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	235,67	0,70	7,71	0,81	137,50	0,23

Studentská verze

Studentská verze

Pole 1 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B9, B11, B12, B221, B232

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-220,40	-2,68	307,19	0,70	-110,07	4,66
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	63,17	-0,64	-33,75	0,41	36,21	1,29
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-42,39	-9,42	187,08	2,06	-9,49	13,15
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-219,00	-0,90	285,22	0,51	-111,11	2,56
B9	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-141,62	4,55	126,61	-0,20	-76,75	-4,56
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/33	84,33	-7,22	11,13	-1,12	55,44	5,18
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/30	-9,69	-14,93	189,01	-1,53	16,84	12,52
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/32	-139,36	4,96	115,49	0,20	-76,01	-4,40
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/28	-225,21	-2,24	299,29	0,21	-105,39	3,22
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/29	78,74	-3,16	-14,98	0,00	47,54	2,93
B9	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/31	-221,75	0,14	266,36	0,17	-107,35	0,83
B9	hl.n3 - Obecný průřez	663,750	Kombinace 28/31	-64,30	3,32	27,73	-0,01	-19,62	-1,48
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/28	-225,21	-2,24	299,29	0,21	141,50	1,37
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/29	78,74	-3,16	-14,98	0,00	35,19	0,32
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/30	-21,98	-12,45	194,12	0,18	170,59	2,22
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/32	-145,84	4,76	122,11	0,04	23,69	-0,39
B9	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/33	-139,05	-9,68	306,88	0,26	203,67	2,57
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-225,21	-2,24	299,29	0,36	156,78	1,37
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	78,74	-3,16	-14,98	0,21	29,85	0,32
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-21,98	-12,45	194,12	1,02	172,10	2,22
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-145,84	4,76	122,11	-0,29	33,58	-0,38
B11	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-151,80	-9,31	314,89	0,89	213,51	2,49
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/28	-225,21	-2,24	299,29	0,36	426,11	-0,64
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/30	-21,98	-12,45	194,12	1,02	346,78	-8,98
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/31	39,33	0,86	-39,24	-0,03	-49,91	0,54
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/33	-179,48	-8,21	329,37	0,81	507,89	-5,10
B11	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/32	-145,84	4,76	122,11	-0,29	143,46	3,91
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-225,21	-2,24	299,29	0,36	426,14	-0,64
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	78,74	-3,16	-14,98	0,21	16,37	-2,52
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-21,98	-12,45	194,12	1,02	346,81	-8,98
B12	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-145,84	4,76	122,11	-0,29	143,47	3,91
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/29	78,74	-3,16	-14,98	0,21	8,66	-4,15
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/31	40,42	0,80	-39,52	-0,03	-70,19	0,92
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/33	-183,03	-7,94	330,45	0,79	678,00	-8,97
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/32	-145,84	4,76	122,11	-0,29	206,34	6,37
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/30	-21,98	-12,45	194,12	1,02	446,75	-15,39
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 28/28	-246,20	-3,11	296,98	0,30	595,44	-2,76
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 28/30	-37,42	-13,33	183,48	0,40	433,68	-15,16
B12	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 28/32	-157,45	5,45	123,05	0,00	215,04	6,56
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/28	-246,20	-3,11	296,98	0,30	608,77	-2,90
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/29	77,36	-3,21	-16,57	0,07	1,94	-4,03
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/30	-37,42	-13,33	183,48	0,40	441,91	-15,76
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/31	43,38	0,75	-37,95	-0,02	-70,57	0,91
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/33	-208,21	-8,20	316,18	0,41	679,15	-9,00
B12	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/32	-157,45	5,45	123,05	0,00	220,56	6,81
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-28,92	12,32	-175,32	0,39	-420,12	15,79
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-169,00	-6,05	-133,32	-0,06	-235,64	-6,35
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-264,87	-1,14	-312,02	0,07	-632,03	5,36
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	81,34	3,23	17,91	0,17	-0,95	3,48
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	-226,43	3,31	-329,51	0,21	-697,83	11,10
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-12,70	10,42	-159,32	0,41	-392,24	16,42
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-92,55	-11,94	-38,02	-0,33	-498,11	15,86
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	40,61	2,40	45,10	0,08	74,85	-2,85
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	71,31	-0,64	28,76	0,04	1,99	0,81
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-18,51	3,39	-3,41	0,02	-57,12	-3,05
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-202,29	-7,27	-124,71	-0,48	-720,80	11,90
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	40,54	1,91	44,54	0,07	78,76	-2,43
B232	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-25,02	-3,98	0,70	-2,22	-14,25	0,10
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-65,05	-11,27	1,57	-6,30	-36,61	-0,34
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-225,95	-2,21	316,31	1,51	-135,27	5,65
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/29	59,25	0,06	-36,81	0,61	35,45	0,92
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-134,47	4,39	130,58	0,03	-80,70	-4,22
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-70,92	-6,68	191,68	3,38	-41,50	13,08
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-225,94	-2,21	316,02	1,48	-135,27	5,60
B232	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	59,24	0,06	-36,52	0,64	35,46	0,98
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-225,95	-2,21	316,31	1,51	-108,42	5,47
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-70,92	-6,68	191,68	3,38	-25,23	12,51
B232	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	59,25	0,06	-36,81	0,61	32,33	0,93

Pole 2 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B18, B57, B221, B222

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N		Vy		Vz		Mx		My		Mz	
				[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]				
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-251,38	4,23	163,04	-0,44	701,36	-7,49						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-90,11	11,91	43,61	-0,42	534,60	-14,96						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/6	31,31	-2,45	-34,21	0,06	-42,16	1,80						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	239,25	-3,82	0,00	0,08	147,62	5,73						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-87,41	10,84	41,72	-0,39	520,89	-14,99						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/12	-144,98	-4,64	116,64	-0,15	362,77	2,07						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	252,76	-4,14	-0,15	-0,09	154,89	4,74						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/1	-230,17	3,23	169,29	-0,10	703,58	-5,96						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/3	-75,08	10,48	43,85	-1,05	544,94	-14,35						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/12	-20,99	-3,41	14,37	0,30	98,22	2,32						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/7	-72,47	9,43	41,93	-1,05	531,09	-14,43						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/1	-230,17	3,23	166,21	-0,10	875,45	-2,65						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/2	252,76	-4,14	-3,10	-0,09	153,22	0,49						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/3	-75,08	10,48	40,77	-1,05	588,30	-3,48						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/6	31,51	-1,12	-38,04	0,12	-81,33	-0,05						
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/5	-196,93	6,17	146,77	-0,45	939,84	-4,40						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-230,17	3,23	166,21	-0,10	875,47	-2,65						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	252,76	-4,14	-3,10	-0,09	153,22	0,49						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-75,08	10,48	40,77	-1,05	588,30	-3,48						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-20,99	-2,45	11,42	0,30	111,44	-0,68						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/17	-194,31	6,08	144,85	-0,45	924,04	-5,07						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/18	28,90	-1,02	-36,12	0,12	-65,52	0,62						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/6	31,56	0,02	-42,20	0,12	-130,08	-0,72						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/3	-75,08	10,48	36,46	-1,05	635,22	9,41						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/5	-200,87	5,51	150,50	-0,37	1119,51	2,72						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 1/7	-81,62	14,07	33,27	0,35	619,80	9,78						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 1/5	-222,23	7,36	141,58	0,88	1108,06	3,79						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 1/2	243,56	-3,48	-7,00	0,25	142,00	-5,17						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/1	-277,68	5,05	156,78	0,16	1065,09	1,56						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/2	248,18	-3,23	-7,35	0,41	144,15	-3,92						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/19	65,93	1,13	-41,70	0,02	-93,43	0,29						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/16	-104,84	13,42	36,45	-0,17	616,31	9,96						
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/3	-108,53	12,41	38,51	-0,15	637,18	10,02						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-42,81	12,37	-195,12	0,41	-469,06	16,00						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-182,34	-6,00	-152,33	-0,05	-282,62	-6,15						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-280,03	-1,27	-331,96	0,06	-682,00	5,64						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	254,43	0,14	-1,84	0,31	-153,74	-0,80						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	-241,59	3,18	-349,45	0,20	-747,80	11,38						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/16	-21,95	10,17	-172,34	0,43	-427,84	17,35						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/7	-22,56	10,16	-173,14	0,43	-429,84	17,37						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/15	-105,43	-12,64	-51,30	-0,36	-549,17	16,61						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/14	30,55	2,87	34,27	0,09	39,59	-2,21						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	230,29	3,40	-0,30	0,30	-142,79	-7,50						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	239,25	3,82	0,00	0,08	-147,62	-5,73						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/16	-27,75	3,93	-13,74	0,01	-93,73	-2,42						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/13	-214,72	-7,82	-137,44	-0,51	-773,22	12,53						
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	31,31	2,45	34,21	0,06	42,15	-1,80						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-105,46	-13,45	-36,66	-0,17	-619,24	-9,98						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	248,18	3,23	7,35	0,41	-144,15	3,92						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-251,70	-7,31	-145,86	0,11	-1098,92	-2,97						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-305,42	-5,66	-157,90	-0,58	-1070,83	-1,06						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	252,79	2,98	7,97	0,58	-145,98	2,79						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/14	43,61	0,37	42,66	0,19	129,20	0,54						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/22	-129,41	-12,88	-39,80	-0,70	-620,02	-10,62						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/16	21,04	3,91	32,03	0,08	2,89	-2,76						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	199,55	3,09	15,71	0,61	-119,38	-6,66						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-256,81	-10,77	91,49	-1,04	-1103,63	14,39						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-193,91	-11,80	121,03	-1,11	-957,78	15,20						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	210,26	3,63	15,83	0,24	-123,78	-5,22						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/15	-198,76	-13,21	124,42	-1,20	-947,44	12,79						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/21	-248,12	-11,05	87,05	-1,21	-1081,21	12,47						
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	64,92	2,23	51,82	0,11	121,92	-1,56						

Studentská verze

Pole 2 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B18, B57, B221, B222

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-238,95	3,68	150,31	-0,41	648,95	-6,87
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-77,68	11,36	30,88	-0,38	482,19	-14,33
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	40,54	-1,91	-44,54	0,07	-78,76	2,43
B18	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-18,52	-3,39	3,42	0,02	57,15	3,05
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/30	-136,57	-4,00	106,56	-0,13	325,25	2,68
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/29	74,78	1,42	-31,20	-0,18	18,37	-2,22
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/28	-219,44	2,76	156,47	-0,07	649,67	-5,38
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-64,36	10,01	31,03	-1,02	491,03	-13,76
B18	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-13,30	-2,81	3,99	0,33	60,32	2,97
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/28	-219,44	2,76	156,47	-0,07	809,99	-2,55
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/30	-13,30	-2,81	3,99	0,33	64,40	0,09
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/32	-64,36	10,01	31,03	-1,02	522,83	-3,37
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/31	39,20	-1,47	-45,47	0,16	-128,37	0,72
B18	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/33	-186,20	5,70	137,03	-0,42	874,37	-4,29
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-219,44	2,76	156,47	-0,07	810,01	-2,55
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	74,78	1,42	-31,20	-0,18	-13,61	-0,77
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-13,30	-2,81	3,99	0,33	64,40	0,09
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-64,36	10,01	31,03	-1,02	522,84	-3,37
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-186,20	5,70	137,03	-0,42	874,39	-4,29
B57	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	39,20	-1,47	-45,47	0,16	-128,37	0,72
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/29	74,78	1,42	-31,20	-0,18	-51,51	0,96
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/31	39,25	-1,47	-45,50	0,16	-183,63	-1,07
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/32	-64,36	10,01	31,03	-1,02	560,53	8,94
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/33	-190,14	5,04	145,06	-0,34	1044,83	2,25
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 28/30	-17,15	-3,24	2,43	0,11	58,70	-3,23
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 28/32	-72,51	12,43	29,98	0,31	563,79	9,36
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 28/33	-210,04	6,74	136,49	0,82	1034,16	3,26
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/28	-263,58	4,47	151,69	0,15	991,99	1,06
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/29	76,35	-0,47	-44,73	0,03	-145,66	-0,14
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/30	-94,43	11,83	33,41	-0,16	564,08	9,53
B57	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/30	-12,20	-3,11	0,33	0,16	50,82	-3,46
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-28,92	12,32	-175,32	0,39	-420,12	15,79
B221	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-169,00	-6,05	-133,32	-0,06	-235,64	-6,35
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-264,87	-1,14	-312,02	0,07	-632,03	5,36
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	81,34	3,23	17,91	0,17	-0,95	3,48
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	-226,43	3,31	-329,51	0,21	-697,83	11,10
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-12,70	10,42	-159,32	0,41	-392,24	16,42
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-92,55	-11,94	-38,02	-0,33	-498,11	15,86
B221	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	40,61	2,40	45,10	0,08	74,85	-2,85
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	71,31	-0,64	28,76	0,04	1,99	0,81
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-18,51	3,39	-3,41	0,02	-57,12	-3,05
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-202,29	-7,27	-124,71	-0,48	-720,80	11,90
B221	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	40,54	1,91	44,54	0,07	78,76	-2,43
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-94,48	-11,82	-33,42	-0,16	-564,08	-9,53
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-12,18	3,11	-0,32	0,16	-50,80	3,46
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-237,60	-6,73	-140,76	0,11	-1025,82	-2,48
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-289,39	-5,12	-153,08	-0,54	-998,32	-0,58
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/33	55,81	1,98	45,38	0,25	180,72	1,05
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-116,57	-11,24	-36,89	-0,64	-565,60	-10,09
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/29	86,57	2,59	52,89	0,14	149,64	-3,03
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	27,53	3,96	30,81	0,16	57,10	-3,56
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-242,84	-10,34	87,75	-0,99	-1030,41	13,85
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-186,87	-11,73	119,66	-1,03	-900,64	14,39
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-185,14	-12,75	120,29	-1,13	-874,37	12,37
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-240,84	-10,86	85,26	-1,13	-1024,33	11,70
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	71,67	2,39	50,19	0,19	175,87	-2,31

Studentská verze

Pole 3 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B25, B26, B222, B223

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-269,55	10,22	-65,91	-1,20	1065,57	-11,22
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	215,61	-3,90	-15,69	0,05	126,66	4,64
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-196,70	13,75	-124,62	-1,25	939,39	-12,26
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/4	-0,99	4,52	2,72	-0,18	43,96	-5,75
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-253,44	11,54	-87,37	-1,29	1098,17	-11,47
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-190,67	13,48	-122,31	-1,25	923,03	-12,62
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/1	-269,55	10,22	-66,06	-1,20	1062,61	-10,76
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/3	-196,70	13,75	-124,78	-1,25	933,79	-11,64
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	222,77	-4,11	-16,27	-0,07	129,79	4,40
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/7	-188,90	12,75	-120,27	-1,72	962,69	-12,36
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/8	31,10	-2,18	-37,52	0,53	-0,26	2,62
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/5	-230,55	11,73	-90,13	-1,23	1106,48	-11,13
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/1	-247,31	10,62	-70,22	-0,82	928,11	11,32
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/7	-188,90	14,70	-127,62	-1,72	705,59	16,20
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/3	-194,51	13,00	-129,99	-1,72	717,14	15,07
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/6	61,55	0,28	-60,07	0,25	-242,82	-0,10
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/2	222,77	-4,11	-23,32	-0,07	88,71	-4,12
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-247,31	10,62	-70,22	-0,82	928,10	11,32
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	222,77	-4,11	-23,32	-0,07	88,71	-4,12
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-188,90	14,70	-127,62	-1,72	705,58	16,20
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	31,10	-2,18	-44,57	0,53	-85,43	-1,90
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-231,12	10,16	-62,43	-0,78	943,95	11,22
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/2	222,77	-4,11	-24,39	-0,07	84,78	-4,80
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/3	-194,51	13,00	-131,11	-1,72	695,60	17,22
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/7	-188,90	14,85	-128,73	-1,72	684,45	18,65
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/6	61,46	0,43	-61,15	0,25	-252,82	-0,05
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/7	-196,33	19,20	-127,10	0,39	696,18	19,19
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/5	-244,39	13,92	-58,53	1,34	926,51	13,34
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/2	216,79	-2,98	-24,19	0,50	81,56	-5,20
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/1	-280,58	12,03	-74,71	-0,06	893,88	13,79
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/2	223,83	-1,57	-24,60	1,33	84,24	-4,50
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/7	-210,27	16,00	-126,73	-0,86	674,42	19,41
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-105,46	-13,45	-36,66	-0,17	-619,24	-9,98
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	248,18	3,23	7,35	0,41	-144,15	3,92
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-251,70	-7,31	-145,86	0,11	-1098,92	-2,97
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-305,42	-5,66	-157,90	-0,58	-1070,83	-1,06
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	252,79	2,98	7,97	0,58	-145,98	2,79
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/14	43,61	0,37	42,66	0,19	129,20	0,54
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/22	-129,41	-12,88	-39,80	-0,70	-620,02	-10,62
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/16	21,04	3,91	32,03	0,08	2,89	-2,76
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	199,55	3,09	15,71	0,61	-119,38	-6,66
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-256,81	-10,77	91,49	-1,04	-1103,63	14,39
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-193,91	-11,80	121,03	-1,11	-957,78	15,20
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	210,26	3,63	15,83	0,24	-123,78	-5,22
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/15	-198,76	-13,21	124,42	-1,20	-947,44	12,79
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/21	-248,12	-11,05	87,05	-1,21	-1081,21	12,47
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	64,92	2,23	51,82	0,11	121,92	-1,56
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-210,32	-16,00	126,73	-0,86	-674,37	-19,41
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	30,30	2,53	46,63	0,41	102,62	2,44
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-263,38	-11,15	56,69	0,16	-913,57	-13,01
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	223,83	1,57	24,60	1,33	-84,24	4,50
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-300,76	-9,27	79,89	-1,42	-872,24	-14,19
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	230,86	0,16	25,34	2,17	-85,89	3,77
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/22	-222,60	-12,88	127,45	-2,04	-632,52	-20,03
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/7	-100,80	13,34	154,43	-0,38	-368,25	-10,56
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-229,31	7,20	260,86	-2,76	-922,33	-0,92
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/1	-244,89	7,12	260,35	-2,74	-887,06	0,07
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	192,95	2,83	31,00	1,59	-66,69	-7,32
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	63,53	3,65	72,88	0,67	264,66	-3,06
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/8	-40,60	0,12	60,48	-0,73	-182,25	2,17

Studentská verze

Pole 3 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B25, B26, B222, B223

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-256,11	9,75	-61,81	-1,12	992,41	-10,83
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	85,98	-1,82	-52,01	0,16	-156,76	2,20
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	28,13	-3,58	-27,00	0,14	-41,57	3,15
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-183,26	13,28	-120,53	-1,17	866,22	-11,87
B25	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-240,00	11,07	-83,27	-1,21	1025,01	-11,07
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/28	-256,11	9,75	-61,81	-1,12	989,64	-10,39
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/30	28,13	-3,58	-27,00	0,14	-42,78	2,99
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/32	-183,26	13,28	-120,53	-1,17	860,82	-11,27
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-182,68	12,44	-118,25	-1,68	905,33	-11,61
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	42,46	-2,71	-33,30	0,56	-71,14	2,99
B25	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/33	-218,72	11,17	-85,73	-1,20	1032,64	-10,75
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/28	-235,48	10,06	-58,47	-0,79	871,02	10,54
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/29	83,27	-1,74	-53,55	0,18	-270,25	-1,46
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/30	42,46	-2,71	-33,30	0,56	-140,23	-2,64
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/32	-182,68	12,44	-118,25	-1,68	660,05	14,30
B25	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/31	67,30	-1,95	-51,17	0,29	-286,08	-1,98
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-235,48	10,06	-58,47	-0,79	871,02	10,55
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	83,27	-1,74	-53,55	0,18	-270,26	-1,46
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	42,46	-2,71	-33,30	0,56	-140,23	-2,64
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-182,68	12,44	-118,25	-1,68	660,04	14,30
B26	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-219,28	9,60	-50,68	-0,74	886,86	10,45
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 28/32	-182,68	12,44	-118,25	-1,68	640,54	16,36
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 28/31	67,22	-1,96	-51,18	0,29	-294,53	-2,31
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 28/30	42,97	-3,82	-34,00	-0,11	-163,68	-3,19
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 28/32	-189,56	16,66	-116,71	0,38	652,57	16,87
B26	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 28/33	-231,75	13,12	-45,77	1,26	871,89	12,44
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/28	-266,76	11,46	-61,65	-0,06	840,47	12,90
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/29	94,10	-2,18	-52,69	0,07	-277,10	-1,86
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/32	-202,49	13,61	-116,04	-0,81	631,83	17,01
B26	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/30	43,55	-3,08	-34,09	0,41	-153,91	-3,30
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-94,48	-11,82	-33,42	-0,16	-564,08	-9,53
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-12,18	3,11	-0,32	0,16	-50,80	3,46
B222	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-237,60	-6,73	-140,76	0,11	-1025,82	-2,48
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-289,39	-5,12	-153,08	-0,54	-998,32	-0,58
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/33	55,81	1,98	45,38	0,25	180,72	1,05
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-116,57	-11,24	-36,89	-0,64	-565,60	-10,09
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/29	86,57	2,59	52,89	0,14	149,64	-3,03
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	27,53	3,96	30,81	0,16	57,10	-3,56
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-242,84	-10,34	87,75	-0,99	-1030,41	13,85
B222	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-186,87	-11,73	119,66	-1,03	-900,64	14,39
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-185,14	-12,75	120,29	-1,13	-874,37	12,37
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-240,84	-10,86	85,26	-1,13	-1024,33	11,70
B222	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	71,67	2,39	50,19	0,19	175,87	-2,31
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-202,53	-13,60	116,03	-0,81	-631,78	-17,01
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	43,57	3,07	34,10	0,41	153,89	3,30
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-249,56	-10,58	43,63	0,16	-860,16	-12,12
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-285,77	-8,92	66,19	-1,35	-820,62	-13,29
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	101,36	1,52	52,71	0,63	279,07	1,78
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	47,21	2,38	34,76	0,87	144,78	3,43
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-213,81	-10,59	116,11	-1,93	-591,41	-17,45
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-94,77	10,85	139,11	-0,29	-325,91	-8,64
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-217,47	6,57	239,66	-2,63	-869,29	-0,74
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-233,06	6,50	238,50	-2,61	-835,86	0,20
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	85,82	1,22	59,47	0,65	284,98	-1,57
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-29,24	-0,48	39,51	-0,60	-133,09	2,29
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	69,08	1,27	57,79	0,75	303,62	-1,35

Studentská verze

Pole 4 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B34, B36, B37, B38, B39, B223, B224, B233

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-244,69	-5,75	-264,34	-2,66	885,47	0,21
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-99,62	-12,71	-144,58	-0,29	352,45	9,80
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	198,12	-3,68	-30,97	1,08	69,47	6,96
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-228,90	-6,13	-260,54	-2,62	900,34	0,75
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/2	208,48	-5,39	-31,20	0,05	73,63	6,04
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/23	-140,62	1,53	-216,56	-1,78	516,32	-2,82
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/23	-177,35	4,18	-249,34	-0,37	697,57	-2,77
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/15	-32,76	-7,64	-83,79	1,49	120,06	7,45
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/5	-212,45	0,41	-262,69	0,40	897,42	0,84
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-269,84	0,31	843,69	0,41
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/2	207,38	-5,46	-32,26	0,07	68,90	5,64
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/16	-171,86	2,40	-244,25	-0,38	655,79	-0,97
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/6	57,24	-3,88	-74,49	0,19	-281,04	2,25
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-270,10	0,31	834,22	0,44
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	207,38	-5,46	-32,51	0,07	67,77	5,45
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-27,27	-9,38	-78,99	1,48	97,01	7,38
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-177,35	4,18	-250,44	-0,37	656,34	-2,08
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-171,86	2,44	-244,50	-0,38	647,21	-0,89
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-32,76	-7,64	-84,93	1,49	106,14	6,19
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-211,85	0,28	-261,43	0,43	854,34	0,94
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-275,32	0,31	522,04	1,53
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/16	-171,86	3,51	-249,52	-0,38	364,41	2,54
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/6	56,98	-2,79	-79,83	0,19	-372,13	-1,68
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/12	-26,85	-8,30	-83,07	1,48	2,89	-2,78
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/3	-177,78	4,17	-256,60	-0,36	367,44	2,73
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-269,84	0,31	843,66	0,41
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	207,38	-5,46	-32,26	0,07	68,90	5,64
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-27,27	-9,41	-78,73	1,48	99,77	7,71
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-177,35	4,18	-250,19	-0,37	665,10	-2,22
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-171,86	2,40	-244,25	-0,38	655,77	-0,97
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-32,76	-7,64	-84,67	1,49	109,11	6,46
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-211,87	0,28	-261,18	0,43	863,48	0,93
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-270,10	0,31	834,25	0,44
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 1/16	-171,86	2,44	-244,50	-0,38	647,24	-0,89
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 1/6	57,22	-3,84	-74,74	0,19	-283,65	2,11
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-229,07	-0,95	275,32	0,31	-522,01	-1,53
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	207,38	5,46	37,53	0,07	-27,67	0,80
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-177,35	-4,18	255,45	-0,37	-366,72	-2,73
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-27,27	8,30	84,22	1,48	-3,57	2,78
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-171,86	-3,51	249,52	-0,38	-364,39	-2,54
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	90,15	7,64	90,15	1,49	-5,91	2,59
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-203,24	0,99	241,75	0,71	-565,16	-0,07
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/1	-229,07	-0,95	276,05	0,31	-465,53	-1,72
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/8	-177,35	-4,18	256,15	-0,37	-314,31	-3,59
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/12	-171,86	-3,70	250,21	-0,38	-313,19	-3,28
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/14	56,99	2,60	80,55	0,19	388,57	2,23
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/15	-177,78	-4,17	257,32	-0,36	-314,76	-3,59
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/16	-26,85	8,11	83,77	1,48	14,21	4,47
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-276,05	0,31	465,50	1,72
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	207,38	-5,46	-38,23	0,07	19,90	-1,92
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-27,27	-8,11	-84,94	1,48	-13,77	-4,47
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-177,35	4,18	-256,15	-0,37	314,28	3,59
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-171,86	3,70	-250,21	-0,38	313,16	3,28
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-32,76	-7,64	-90,88	1,49	-12,65	-4,16
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-201,70	-1,14	-239,06	0,74	515,77	-0,27
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-277,55	0,31	327,15	2,20
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/16	-171,86	4,17	-251,66	-0,38	187,72	5,26
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/13	51,06	-2,14	-89,20	0,21	-431,22	-2,99
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/22	-27,27	-7,64	-86,45	1,48	-56,61	-8,43
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/23	-177,35	4,18	-257,59	-0,37	185,88	5,69
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-210,32	-16,00	126,73	-0,86	-674,37	-19,41
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	30,30	2,53	46,63	0,41	102,62	2,44
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-263,38	-11,15	56,69	0,16	-913,57	-13,01
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	223,83	1,57	24,60	1,33	-84,24	4,50
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-300,76	-9,27	79,89	-1,42	-872,24	-14,19
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	230,86	0,16	25,34	2,17	-85,89	3,77
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/22	-227,60	-12,88	127,45	-2,04	-632,52	-20,03
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/7	-100,80	13,34	154,43	-0,38	-368,25	-10,56
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-229,31	7,20	260,86	-2,76	-922,33	-0,92
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/1	-244,89	7,12	260,35	-2,74	-887,06	0,07
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	192,95	2,83	31,00	1,59	-66,69	-7,32

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	63,53	3,65	72,88	0,67	264,66	-3,06
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/8	-40,60	0,12	60,48	-0,73	-182,25	2,17
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-155,47	-2,97	217,95	-0,10	-99,32	-5,35
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/6	-207,15	5,06	207,13	0,05	-331,93	3,49
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-160,67	-2,66	223,70	-0,11	-96,03	-5,72
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-256,84	5,92	268,31	-0,17	-241,08	1,07
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	218,97	5,57	40,67	0,41	7,57	4,37
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/3	-82,89	12,92	157,95	0,03	46,68	10,26
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/15	34,70	-13,80	286,51	-0,26	-27,06	15,98
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-71,85	-7,39	415,43	-0,41	-390,57	14,23
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/6	-68,79	-7,04	403,61	-0,41	-393,60	14,38
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	181,90	3,18	47,15	0,30	24,11	-5,96
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	37,81	-13,45	276,23	-0,26	-29,75	16,16
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/25	-88,08	0,51	380,40	-0,29	-235,56	7,36
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/11	181,96	3,17	49,03	0,30	28,60	-5,66
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	181,90	3,18	47,48	0,30	28,13	-5,69
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/5	88,28	-2,87	99,32	0,10	455,53	2,18
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-277,55	0,31	327,12	2,20
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	207,38	-5,46	-39,67	0,07	0,43	-4,65
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-27,27	-7,64	-86,45	1,48	-56,62	-8,43
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-171,86	4,17	-251,66	-0,38	187,70	5,26
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-32,76	-7,64	-92,38	1,49	-58,46	-8,00
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	-188,59	-1,87	-217,74	0,88	402,00	-2,17
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/2	207,38	-5,46	-40,20	0,07	-8,55	-5,88
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/1	-229,07	0,95	-278,11	0,31	264,65	2,41
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/16	-171,86	4,38	-252,19	-0,38	131,04	6,22
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/13	51,06	-2,14	-89,76	0,21	-451,35	-3,48
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 1/1	-239,92	-0,42	-260,23	0,02	278,58	1,96
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 1/15	-33,03	-10,45	-93,66	0,04	-73,36	-9,66
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/1	-239,92	-0,42	-260,34	0,02	266,90	1,94
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/2	205,23	-5,45	-38,69	0,09	-11,48	-6,12
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/16	-171,14	4,70	-237,10	-0,06	113,49	6,43
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/14	-201,69	-3,66	-204,62	0,10	335,05	-2,83
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/13	73,79	-2,89	-85,69	-0,12	-443,06	-3,90
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/22	-27,85	-10,18	-88,10	0,05	-74,29	-10,52
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/23	-176,32	4,43	-242,77	-0,06	110,21	6,82

Studentská verze

Studentská verze

Pole 4 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B34, B36, B37, B38, B39, B223, B224, B233

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	85,03	-0,97	-59,50	0,68	-285,53	1,43
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-93,63	-10,37	-128,60	-0,21	311,42	8,07
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-232,94	-5,21	-242,47	-2,53	834,22	0,06
B34	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-217,15	-5,59	-238,68	-2,49	849,09	0,60
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/28	-233,05	-2,80	-245,19	-2,25	820,68	0,61
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/32	-129,51	1,89	-195,25	-1,66	467,99	-2,98
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	648,79	-2,91
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	827,87	0,14
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	69,24	7,31
B34	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/33	-201,74	0,50	-240,35	0,33	846,61	0,69
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	795,84	0,28
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/29	79,03	-1,88	-59,75	0,07	-297,57	1,04
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	61,26	6,33
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	619,19	-2,35
B34	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/31	62,03	-2,02	-58,13	0,13	-317,64	0,87
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	787,18	0,31
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	79,03	-1,88	-59,75	0,07	-299,66	0,97
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	59,10	6,06
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	611,19	-2,20
B36	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-201,14	0,36	-237,95	0,36	807,30	0,81
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	504,88	1,50
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	-11,25	-2,62
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	350,28	2,70
B36	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/31	61,78	-2,04	-58,21	0,13	-386,27	-1,52
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	795,81	0,28
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	79,03	-1,88	-59,75	0,07	-297,57	1,04
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	61,25	6,32
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	619,17	-2,35
B37	hl.n18 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-201,16	0,36	-237,96	0,36	815,63	0,80
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	787,21	0,31
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	59,11	6,06
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	611,22	-2,20
B37	hl.n18 - Obecný průřez	35,000	Kombinace 28/31	62,01	-2,02	-58,13	0,13	-319,67	0,80
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-218,36	-1,03	246,62	0,24	-504,85	-1,50
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	79,03	1,88	59,75	0,07	368,08	1,18
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-167,07	-4,26	227,90	-0,44	-350,25	-2,70
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-22,05	7,55	61,45	1,42	11,25	2,62
B38	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-192,53	0,91	213,04	0,64	-548,00	-0,04
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/28	-218,36	-1,03	246,62	0,24	-454,33	-1,71
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/30	-167,07	-4,26	227,90	-0,44	-303,56	-3,57
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/33	61,78	2,04	58,23	0,13	398,20	1,94
B38	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/32	-22,05	7,55	61,45	1,42	23,84	4,18
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	454,30	1,71
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	79,03	-1,88	-59,75	0,07	-380,33	-1,56
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	-23,85	-4,18
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	303,53	3,57
B39	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-190,99	-1,05	-209,63	0,67	504,57	-0,29
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	331,04	2,22
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	-54,57	-7,97
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	189,61	5,71
B39	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/31	61,76	-2,05	-58,27	0,13	-427,33	-2,97
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-202,53	-13,60	116,03	-0,81	-631,78	-17,01
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	43,57	3,07	34,10	0,41	153,89	3,30
B223	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-249,56	-10,58	43,63	0,16	-860,16	-12,12
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-285,77	-8,92	66,19	-1,35	-820,62	-13,29
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	101,36	1,52	52,71	0,63	279,07	1,78
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	47,21	2,38	34,76	0,87	144,78	3,43
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-213,81	-10,59	116,11	-1,93	-591,41	-17,45
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-94,77	10,85	139,11	-0,29	-325,91	-8,64
B223	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-217,47	6,57	239,66	-2,63	-869,29	-0,74
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-233,06	6,50	238,50	-2,61	-835,86	0,20
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	85,82	1,22	59,47	0,65	284,98	-1,57
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-29,24	-0,48	39,51	-0,60	-133,09	2,29
B223	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	69,08	1,27	57,79	0,75	303,62	-1,35
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-151,18	-3,11	194,27	-0,10	-107,43	-5,82
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-42,24	10,67	86,13	0,05	49,84	9,63
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-202,87	4,92	183,45	0,05	-340,04	3,02
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-247,05	5,06	236,49	-0,16	-255,61	0,84
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	115,81	3,35	60,32	-0,01	419,08	2,76
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-73,10	12,07	126,12	0,04	32,16	10,04
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	33,37	-13,69	248,20	-0,25	-35,60	15,22

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-73,18	-7,28	377,12	-0,40	-399,11	13,47
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	88,46	-2,95	55,68	0,12	438,80	1,68
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-89,36	0,62	343,29	-0,27	-246,90	6,64
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	94,16	-3,97	56,32	0,09	410,55	2,34
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-65,22	6,24	216,82	-0,09	-80,97	0,14
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	86,95	-2,75	60,67	0,11	443,72	1,43
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	331,01	2,23
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	79,03	-1,88	-59,75	0,07	-410,20	-2,50
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-22,05	-7,55	-61,45	1,42	-54,57	-7,97
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	189,58	5,71
B233	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-183,79	-1,79	-193,98	0,81	403,88	-1,72
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/28	-218,36	1,03	-246,62	0,24	275,56	2,46
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/32	-167,07	4,26	-227,90	-0,44	138,33	6,67
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/31	61,76	-2,06	-58,27	0,13	-440,44	-3,43
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 28/28	-229,99	-0,14	-230,10	0,03	289,10	2,01
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 28/29	100,02	-2,44	-57,59	-0,12	-419,01	-3,33
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 28/30	-23,11	-10,18	-63,53	0,05	-62,84	-9,60
B233	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 28/32	-166,79	4,69	-213,74	-0,05	131,21	6,67
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/28	-229,99	-0,14	-230,10	0,03	278,77	2,01
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/30	-23,11	-10,18	-63,53	0,05	-65,69	-10,06
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/33	-197,34	-3,67	-181,26	0,10	343,17	-2,38
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/31	83,71	-2,61	-55,45	-0,12	-431,18	-3,83
B233	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/32	-166,79	4,69	-213,74	-0,05	121,61	6,88

Studentská verze

Studentská verze

Pole 5 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B49, B224, B234, B235, B236, B237, B238

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-376,67	0,06	81,48	-4,60
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	194,41	-3,11	-50,52	-0,01	-40,44	3,22
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	194,41	-3,13	-48,92	-0,01	-39,35	3,24
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	23,91	16,02	-316,37	-1,27	-71,56	-9,67
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-226,71	0,49	-43,24	-1,11
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	-36,95	13,04	-360,96	-0,86	223,79	-8,63
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-378,40	0,06	-145,05	-1,91
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/7	23,91	16,58	-318,18	-1,27	-261,89	0,10
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/1	-83,22	4,52	-380,08	0,06	-147,12	-1,91
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/13	26,36	2,97	-222,24	-0,17	-626,73	-0,19
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-155,47	-2,97	217,95	-0,10	-99,32	-5,35
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/6	-207,15	5,06	207,13	0,05	-331,93	3,49
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-160,67	-2,66	223,70	-0,11	-96,03	-5,72
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-256,84	5,92	268,31	-0,17	-241,08	1,07
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	218,97	5,57	40,67	0,41	7,57	4,37
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/3	-82,89	12,92	157,95	0,03	46,68	10,26
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/15	34,70	-13,80	286,51	-0,26	-27,06	15,98
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-71,85	-7,39	415,43	-0,41	-390,57	14,23
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/6	-68,79	-7,04	403,61	-0,41	-393,60	14,38
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	181,90	3,18	47,15	0,30	24,11	-5,96
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	37,81	-13,45	276,23	-0,26	-29,75	16,16
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/25	-88,08	0,51	380,40	-0,29	-235,56	7,36
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/11	181,96	3,17	49,03	0,30	28,60	-5,66
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	181,90	3,18	47,48	0,30	28,13	-5,69
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/5	88,28	-2,87	99,32	0,10	455,53	2,18
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-59,60	-4,76	-231,75	-0,07	63,34	-0,82
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-70,47	10,34	-407,51	-0,36	355,06	-13,39
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/17	-67,30	10,00	-397,30	-0,36	358,67	-13,61
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	186,36	-3,09	-47,14	0,18	-25,75	5,06
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	-67,34	9,99	-395,76	-0,36	359,15	-13,58
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	32,06	15,46	-286,74	-0,23	19,36	-15,33
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/25	-90,79	6,86	-370,71	-0,14	212,29	-6,13
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/11	195,28	-2,88	-48,08	-0,04	-23,68	3,63
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/3	15,42	20,04	-322,10	-0,14	28,26	-14,64
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	194,41	-3,13	-48,15	-0,01	-23,58	4,26
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/5	-56,66	12,65	-411,58	-0,73	342,96	-12,68
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/7	23,91	15,72	-315,57	-1,27	31,13	-14,83
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-225,94	0,49	30,36	-0,57
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/14	-53,19	12,25	-399,58	-0,73	347,77	-12,90
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-376,67	0,06	81,52	-4,60
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/11	194,41	-3,11	-50,52	-0,01	-40,44	3,22
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/3	20,43	16,09	-326,79	-1,26	-79,15	-9,35
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/7	23,91	16,02	-316,37	-1,27	-71,53	-9,68
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/13	43,66	2,93	-145,54	-0,24	-515,55	-1,67
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-378,40	0,06	-145,09	-1,90
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	194,41	-3,11	-52,32	-0,01	-71,29	1,36
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	194,41	-3,13	-50,65	-0,01	-69,22	1,36
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	23,91	16,58	-318,18	-1,27	-261,93	0,11
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-228,44	0,49	-179,74	-2,10
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	-11,36	14,30	-280,65	-1,02	22,03	-0,35
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-382,34	0,06	-586,23	3,31
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/7	23,91	17,67	-322,28	-1,27	-633,36	19,97
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/1	-83,22	4,52	-384,18	0,06	-590,34	3,33
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/13	18,29	9,24	-340,64	-0,63	-984,95	10,50
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-232,38	0,49	-446,99	-4,03
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-382,51	0,06	-586,27	3,31
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	194,41	-3,11	-56,61	-0,01	-134,37	-2,25
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	194,41	-3,13	-54,76	-0,01	-130,26	-2,27
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	23,91	17,67	-322,46	-1,27	-633,39	19,97
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-232,55	0,49	-447,01	-4,03
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-383,03	0,06	-616,85	3,67
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/7	23,91	17,75	-323,00	-1,27	-659,18	21,39
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/1	-83,22	4,52	-384,90	0,06	-621,11	3,69
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/13	18,29	9,24	-341,35	-0,63	-1012,23	11,24
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-233,07	0,49	-465,62	-4,16
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-383,03	0,06	-616,89	3,67
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	194,41	-3,11	-57,15	-0,01	-138,92	-2,50
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	194,41	-3,13	-55,28	-0,01	-134,66	-2,52
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	23,91	17,75	-323,00	-1,27	-659,21	21,39
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-59,09	-1,63	-233,07	0,49	-465,64	-4,16
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/25	-83,22	4,50	-383,40	0,06	-645,59	4,01

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/7	23,91	17,82	-323,38	-1,27	-683,42	22,72
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/1	-83,22	4,52	-385,28	0,06	-649,99	4,03
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/13	18,31	9,23	-341,94	-0,63	-1037,86	11,92
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 1/11	199,33	-2,60	-56,64	0,27	-140,59	-2,83
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 1/8	-47,47	-3,64	-242,67	-0,50	-494,74	-4,46
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 1/3	39,18	14,05	-320,12	-2,23	-690,10	21,32
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/25	-65,39	2,22	-376,30	-1,05	-650,03	3,89
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/7	41,94	15,87	-310,09	-2,21	-676,81	23,30
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/1	-65,27	2,23	-378,16	-1,05	-654,45	3,92
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/2	199,21	-2,61	-55,01	0,28	-138,72	-2,97
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/13	46,38	6,43	-336,25	-2,02	-1038,00	11,92
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/8	-47,47	-3,64	-242,89	-0,50	-505,64	-4,62
B238	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	17,88	12,43	-302,03	-3,32	-623,90	21,94
B238	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-37,75	-4,17	-255,29	-1,36	-571,34	-3,34
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/25	-78,44	-2,30	-395,20	-4,42	-723,33	5,97
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/11	219,14	0,28	-58,13	1,80	-137,44	-3,13
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/15	0,41	-7,63	-207,39	-6,17	-737,99	3,70
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/1	-78,36	-2,31	-397,09	-4,44	-727,93	6,00
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	219,06	0,29	-56,23	1,82	-132,83	-3,16
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	23,65	-0,88	-337,58	-5,88	-1079,19	11,83

Studentská verze

Studentská verze

Pole 5 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B49, B224, B234, B235, B236, B237, B238

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	107,59	-4,10
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	70,00	4,15	-61,61	-0,48	-431,01	-1,65
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-17,13	-0,61
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-51,99	-8,83
B49	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-40,46	12,52	-332,86	-0,83	242,28	-7,81
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-95,31	-1,76
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-129,98	-1,96
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-223,96	0,45
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/31	26,34	2,35	-180,31	-0,14	-574,92	-0,04
B49	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/29	70,00	4,15	-61,61	-0,48	-467,96	0,84
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-151,18	-3,11	194,27	-0,10	-107,43	-5,82
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-42,24	10,67	86,13	0,05	49,84	9,63
B224	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-202,87	4,92	183,45	0,05	-340,04	3,02
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-247,05	5,06	236,49	-0,16	-255,61	0,84
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	115,81	3,35	60,32	-0,01	419,08	2,76
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-73,10	12,07	126,12	0,04	32,16	10,04
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	33,37	-13,69	248,20	-0,25	-35,60	15,22
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-73,18	-7,28	377,12	-0,40	-399,11	13,47
B224	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	88,46	-2,95	55,68	0,12	438,80	1,68
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-89,36	0,62	343,29	-0,27	-246,90	6,64
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	94,16	-3,97	56,32	0,09	410,55	2,34
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-65,22	6,24	216,82	-0,09	-80,97	0,14
B224	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	86,95	-2,75	60,67	0,11	443,72	1,43
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	90,20	4,40	-56,32	0,11	-412,01	-2,66
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-63,72	-4,78	-205,10	-0,06	71,26	0,13
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-71,46	9,97	-369,11	-0,35	367,07	-12,63
B234	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	27,90	15,43	-258,55	-0,22	27,76	-14,36
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/28	-91,10	6,01	-334,21	-0,14	225,85	-5,43
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/32	15,10	19,16	-284,08	-0,14	42,39	-13,91
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/31	-56,61	-2,14	-168,24	-0,01	35,74	0,25
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/33	-56,69	12,03	-372,26	-0,71	357,25	-11,96
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	41,18	-13,86
B234	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	44,07	0,12
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	107,63	-4,11
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/29	70,00	4,15	-61,61	-0,48	-431,00	-1,65
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-17,11	-0,61
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-51,96	-8,83
B234	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/31	43,63	2,30	-105,42	-0,22	-488,36	-1,15
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-95,35	-1,76
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	70,00	4,15	-61,61	-0,48	-467,97	0,84
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-130,00	-1,96
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-224,00	0,45
B235	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-14,86	13,21	-250,83	-0,99	57,89	-0,01
B235	hl.n26 - Obecný průřez	928,000	Kombinace 28/33	-0,87	0,05	0,45	0,00	0,69	0,02
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-487,52	2,76
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-348,28	-4,58
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-556,50	18,39
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/31	18,26	8,62	-294,60	-0,61	-882,12	9,92
B235	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/33	-0,88	0,05	0,44	0,00	0,79	0,03
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-487,56	2,76
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	70,00	4,15	-61,61	-0,48	-539,42	5,65
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-348,30	-4,58
B236	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-556,54	18,39
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-514,57	3,07
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-363,34	-4,76
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/33	-0,88	0,05	0,44	0,00	0,82	0,03
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-579,44	19,63
B236	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/31	18,26	8,62	-294,61	-0,61	-905,69	10,61
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-514,61	3,07
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	70,00	4,15	-61,61	-0,48	-544,35	5,98
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-59,12	-2,23	-188,19	0,51	-363,36	-4,76
B237	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-579,47	19,63
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/28	-83,24	3,90	-338,15	0,08	-539,93	3,36
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/33	-0,87	0,05	0,44	0,00	0,86	0,04
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/31	18,28	8,61	-294,81	-0,61	-927,79	11,25
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/32	20,41	15,47	-286,67	-1,24	-600,94	20,79
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 28/29	84,26	2,54	-61,82	-1,31	-551,75	6,18
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 28/30	-50,41	-3,93	-198,18	-0,33	-390,63	-5,07
B237	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 28/32	36,11	13,75	-273,77	-2,05	-581,65	20,68
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/28	-68,34	1,93	-331,58	-0,87	-543,92	3,27
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/32	36,11	13,75	-273,77	-2,05	-593,94	21,30

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/33	-0,93	0,04	0,43	0,00	0,85	0,04
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/31	43,32	6,13	-289,67	-1,84	-927,47	11,27
B237	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/30	-50,41	-3,93	-198,18	-0,33	-399,53	-5,25
B238	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	79,82	0,81	-56,77	-1,54	-569,69	4,75
B238	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	12,39	10,46	-265,64	-3,07	-540,83	19,94
B238	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-1,01	0,03	0,43	-0,01	0,80	0,04
B238	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-40,36	-4,28	-210,49	-1,10	-465,03	-3,96
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-80,38	-2,07	-349,68	-3,97	-612,79	5,38
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-1,62	-7,39	-159,97	-5,71	-622,85	3,08
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/33	-1,18	0,00	0,44	-0,02	0,75	0,04
B238	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	21,63	-0,65	-290,17	-5,41	-964,05	11,21

Studentská verze

Studentská verze

Pole 6 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B251, B256, B260, B261, B262, B263, B264

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-95,50	0,19	-480,11	-0,65
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	173,87	-4,79	-49,01	0,04	-49,50	4,46
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-180,52	-0,08	-152,66	-0,23
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	28,46	-19,99	-344,34	1,66	38,32	10,44
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	51,13	-16,74	-402,61	1,45	246,83	9,08
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-97,23	0,19	-537,92	-1,48
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/22	28,46	-20,55	-346,14	1,66	-168,78	-1,72
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/34	61,14	-17,04	-426,76	1,49	-45,94	-0,90
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-182,25	-0,08	-261,47	0,55
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 1/13	-38,03	-2,80	-203,40	0,31	-612,58	-1,34
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	131,69	6,24	36,96	0,23	42,67	6,31
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-21,52	-8,74	100,61	-0,04	88,30	-11,06
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-81,29	-0,02	239,60	0,00	-248,69	-4,38
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-21,33	-8,73	99,45	-0,04	87,86	-11,04
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/18	-70,02	-0,94	200,80	-0,02	-386,85	-4,89
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/9	-94,07	3,76	227,39	0,25	-279,27	-3,30
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/11	184,06	4,70	46,54	0,38	22,05	-7,93
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	32,20	22,42	430,76	0,63	-422,76	-16,11
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/25	-36,48	2,39	90,09	-0,15	378,06	0,25
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/21	35,73	22,39	420,18	0,65	-424,98	-16,76
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/6	35,66	22,33	418,68	0,65	-425,37	-16,73
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/7	21,70	25,92	382,71	0,58	-174,42	-19,50
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/25	-36,48	2,39	90,43	-0,15	385,73	0,46
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/7	21,70	26,00	383,05	0,58	-141,92	-17,30
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/5	-18,99	4,81	98,20	-0,13	460,75	-1,60
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/8	7,12	0,26	88,87	-0,04	113,26	0,56
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	178,96	-4,65	-46,40	0,24	-28,81	6,89
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	19,94	-23,84	-350,69	0,40	137,39	17,55
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	32,09	-19,83	-423,10	0,46	385,95	14,19
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/17	35,36	-19,96	-412,67	0,47	388,93	14,83
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	35,30	-19,92	-411,17	0,47	389,46	14,80
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	1,82	0,42	-110,70	-0,05	-134,19	-0,88
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/23	7,26	2,85	-191,07	-0,06	-71,90	-0,80
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/13	-31,70	-2,91	-95,89	-0,18	-472,25	1,45
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-94,73	0,19	-449,19	-0,21
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/11	173,87	-4,79	-48,21	0,04	-33,70	6,02
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/5	52,24	-15,78	-435,69	1,40	377,39	13,69
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/22	28,46	-19,68	-343,54	1,66	150,10	16,89
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/14	55,37	-15,99	-423,40	1,41	381,42	14,28
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-95,50	0,19	-480,10	-0,65
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/22	28,46	-19,99	-344,34	1,66	38,36	10,44
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-180,52	-0,08	-152,64	-0,23
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 1/13	-49,70	-2,53	-120,75	0,25	-519,63	0,20
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-97,23	0,19	-537,93	-1,48
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	173,87	-4,79	-50,81	0,04	-79,44	1,59
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-182,25	-0,08	-261,49	0,55
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	28,46	-20,55	-346,14	1,66	-168,82	-1,72
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	45,99	-17,87	-360,89	1,48	17,61	-1,25
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	173,85	-4,75	-49,16	0,04	-77,34	1,59
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-101,18	0,19	-653,00	-3,07
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/22	28,46	-21,64	-350,25	1,66	-572,69	-26,18
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/34	61,14	-17,04	-430,86	1,49	-543,36	-20,67
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-186,19	-0,08	-475,17	2,06
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 1/13	-23,03	-10,28	-336,75	0,95	-968,29	-13,70
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-101,35	0,19	-653,01	-3,07
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	173,87	-4,79	-55,10	0,04	-140,77	-3,96
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-186,36	-0,08	-475,18	2,06
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	28,46	-21,64	-350,43	1,66	-572,73	-26,19
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-101,87	0,19	-661,13	-3,18
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/22	28,46	-21,71	-350,97	1,66	-600,75	-27,92
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/34	61,14	-17,04	-431,58	1,49	-577,86	-22,03
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-186,88	-0,08	-490,09	2,16
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 1/13	-23,20	-10,25	-337,59	0,95	-995,26	-14,49
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-101,87	0,19	-661,14	-3,18
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	173,87	-4,79	-55,64	0,04	-145,20	-4,35
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-186,88	-0,08	-490,11	2,16
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	28,46	-21,71	-350,97	1,66	-600,79	-27,92
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/25	-67,17	-1,37	-102,23	0,19	-668,78	-3,29
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/34	61,14	-17,04	-431,96	1,49	-610,24	-23,31
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/23	-0,77	1,24	-187,25	-0,08	-504,12	2,26
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/13	-23,19	-10,25	-337,97	0,95	-1020,60	-15,25

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 1/22	28,46	-21,78	-351,35	1,66	-627,08	-29,55
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 1/11	179,97	-4,79	-55,50	0,03	-146,10	-4,72
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 1/22	59,98	-23,51	-338,89	0,65	-556,26	-29,28
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 1/23	-24,69	2,70	-154,19	0,85	-595,88	1,04
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/13	33,21	-10,15	-478,14	3,46	-1033,56	-20,70
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/22	9,99	-16,59	-344,13	4,24	-726,31	-30,38
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 1/23	30,24	2,27	-198,06	0,54	-437,46	2,45
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	167,00	-2,41	-55,56	1,30	-155,61	-4,90
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	9,87	-16,58	-344,15	4,24	-726,77	-30,38
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	30,29	2,27	-198,04	0,54	-437,09	2,45
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/25	-48,18	-0,66	-157,78	5,95	-657,47	-15,98
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/23	22,47	4,37	-222,26	3,34	-510,96	-1,45
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	17,93	-6,14	-480,27	5,74	-1082,51	-21,86
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/9	-45,94	-3,13	-149,01	5,98	-633,78	-18,62

Studentská verze

Studentská verze

Pole 6 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B251, B256, B260, B261, B262, B263, B264

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-452,97	-1,07
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	237,80	8,88
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	59,70	9,52
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-125,52	-0,65
B251	hl.n25 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	47,34	-15,39	-375,42	1,38	267,08	8,17
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-487,51	-1,42
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-129,61	-1,64
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	6,57	-0,84
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-211,06	0,61
B251	hl.n25 - Obecný průřez	600,000	Kombinace 28/31	-38,68	-1,96	-162,09	0,25	-560,07	-1,28
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-16,75	-8,58	71,61	-0,04	77,28	-10,59
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-76,52	0,14	210,60	0,00	-259,71	-3,91
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-65,44	-0,79	172,96	-0,03	-397,43	-4,45
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	7,25	-1,23	58,12	0,07	422,38	-3,26
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-87,15	2,31	203,53	0,21	-293,58	-3,05
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-46,09	7,87	187,55	0,24	-144,06	4,77
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/29	44,84	15,65	369,60	0,48	-302,32	-10,94
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	16,23	24,58	355,73	0,54	-182,11	-17,96
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	30,27	21,04	393,21	0,61	-432,67	-15,23
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-38,33	1,06	54,04	-0,17	368,55	1,10
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-38,33	1,06	54,04	-0,17	373,14	1,20
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	5,27	-1,06	52,48	-0,06	100,67	1,30
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-20,92	3,44	60,30	-0,15	447,63	-0,83
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	44,43	-13,25	-363,93	0,35	281,01	9,42
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	14,99	-22,57	-323,71	0,37	147,68	16,14
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	30,41	-18,69	-385,69	0,45	399,23	13,43
B260	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	0,21	1,51	-74,79	-0,06	-121,44	-1,61
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/32	6,13	3,48	-156,00	-0,05	-57,23	-1,48
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/31	-32,87	-2,25	-59,36	-0,17	-456,98	0,74
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-434,26	-0,89
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	363,07	14,15
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/33	51,58	-14,95	-396,98	1,34	392,95	12,98
B260	hl.n21 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	162,26	15,56
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-452,97	-1,07
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	59,74	9,52
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-125,50	-0,65
B260	hl.n21 - Obecný průřez	370,000	Kombinace 28/31	-50,36	-1,70	-81,25	0,18	-491,37	-0,23
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-487,52	-1,42
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	6,53	-0,84
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-129,64	-1,65
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-211,08	0,61
B261	hl.n26 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	42,19	-15,96	-331,97	1,40	54,69	-1,18
B261	hl.n26 - Obecný průřez	464,000	Kombinace 28/33	-0,58	0,06	0,08	0,00	0,91	0,01
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-554,31	-2,08
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-495,67	-23,22
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	-440,55	-19,64
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/33	-0,59	0,06	0,08	0,00	0,97	0,06
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-376,47	3,05
B261	hl.n26 - Obecný průřez	1160,000	Kombinace 28/31	-23,69	-9,45	-291,33	0,89	-865,48	-12,67
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-554,31	-2,08
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	-440,59	-19,64
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-495,71	-23,22
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-376,49	3,05
B262	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-0,59	0,06	0,08	0,00	0,97	0,06
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-558,91	-2,13
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-520,92	-24,71
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	-471,38	-20,93
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/33	-0,58	0,06	0,08	0,00	0,98	0,06
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-387,88	3,22
B262	hl.n28 - Obecný průřez	80,000	Kombinace 28/31	-23,86	-9,41	-291,46	0,89	-888,79	-13,39
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-558,92	-2,13
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	-471,43	-20,94
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-520,95	-24,71
B263	hl.n30 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-387,89	3,22
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/28	-67,80	-0,57	-57,58	0,13	-563,23	-2,17
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/29	60,48	-16,21	-385,45	1,42	-500,29	-22,15
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/33	-0,59	0,06	0,08	0,00	0,99	0,07
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/32	-1,41	2,04	-142,59	-0,14	-398,57	3,37
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/31	-23,85	-9,41	-291,46	0,89	-910,65	-14,09
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,000	Kombinace 28/30	24,64	-18,60	-315,57	1,58	-544,58	-26,11
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 28/29	82,90	-18,28	-375,02	0,51	-492,75	-22,62

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 28/30	54,20	-20,44	-303,48	0,52	-474,82	-25,84
B263	hl.n30 - Obecný průřez	75,001	Kombinace 28/32	-27,65	3,37	-110,00	0,72	-491,58	2,15
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/31	30,18	-9,65	-431,88	3,22	-922,78	-19,53
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/28	43,96	-1,33	-56,80	-0,07	-560,77	-2,55
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/30	4,56	-13,70	-308,50	3,99	-643,07	-26,82
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/33	-0,48	0,03	0,08	-0,02	1,04	0,07
B263	hl.n30 - Obecný průřez	120,000	Kombinace 28/32	27,34	2,74	-153,65	0,31	-331,11	3,57
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	58,56	-6,64	-378,02	2,78	-557,52	-14,05
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	4,44	-13,68	-308,52	4,00	-643,52	-26,82
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-0,48	0,03	0,08	-0,02	1,04	0,07
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-43,92	-1,34	-56,81	-0,07	-560,86	-2,55
B264	hl.n28 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	27,39	2,74	-153,63	0,31	-330,75	3,57
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-51,03	-0,37	-112,81	5,63	-547,28	-14,82
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	19,63	4,65	-177,30	3,02	-400,77	-0,30
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	14,96	-5,85	-433,43	5,40	-967,72	-20,66
B264	hl.n28 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/33	-0,26	0,00	0,07	-0,03	1,14	0,08

Studentská verze

Studentská verze

Pole 7 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní
 Výběr : B246, B247, B249, B250, B255, B256, B259
 Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N			Vy			Vz			Mx			My			Mz		
				[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-93,33	4,00	-237,48	1,40	760,50	2,81												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	143,18	-3,43	-28,22	1,67	42,68	8,99												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/6	-11,63	0,89	-66,14	-0,84	-274,36	-0,01												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-80,28	3,27	-225,80	1,85	901,98	2,79												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-39,27	8,46	-87,64	-0,10	313,44	-6,03												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/7	-39,57	10,55	-104,79	0,07	263,15	-4,66												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/5	-71,16	5,00	-224,49	1,93	896,70	3,46												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-29,00	-0,10	38,81	8,47												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-97,83	-1,20	144,54	-5,58												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/5	-52,40	-0,12	-227,69	-0,36	906,78	3,49												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/9	-69,14	1,21	-245,56	-0,23	716,45	3,75												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/1	-67,81	0,50	-251,44	-0,23	729,94	3,14												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/12	-32,21	-2,51	-190,06	0,50	577,92	6,07												
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 1/6	-18,41	2,51	-67,80	0,00	-289,74	0,33												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-69,14	1,18	-245,82	-0,23	707,82	3,79												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-30,09	-0,10	33,94	7,37												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-27,30	7,86	-93,08	-1,20	115,03	-3,76												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-98,96	-1,20	128,31	-4,39												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-32,21	-2,54	-190,31	0,50	571,24	5,95												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-52,38	-0,12	-228,82	-0,36	869,13	3,47												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-25,76	7,18	-98,11	-1,20	126,56	-4,39												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	138,20	-6,66	-30,95	-0,11	35,69	7,37												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/9	-69,14	0,10	-251,04	-0,23	423,45	4,52												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-35,11	-0,10	-3,39	-0,26												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-104,19	-1,20	12,01	3,91												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/1	-67,81	0,50	-256,92	-0,23	429,99	3,74												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/6	-18,89	1,39	-73,20	0,00	-372,95	2,64												
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 1/17	-52,90	-0,06	-216,89	-0,49	603,80	4,71												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-69,14	-0,10	251,04	-0,23	-423,42	-4,52												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	138,41	6,66	35,11	-0,10	3,39	0,26												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-25,97	-7,19	104,19	-1,20	-12,00	-3,91												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-32,21	3,62	195,33	0,50	-350,46	-1,55												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-51,57	-0,35	222,77	-0,49	-610,33	-3,92												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/9	-69,14	0,09	251,77	-0,23	-371,92	-4,52												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/15	-25,97	-7,19	104,91	-1,20	9,42	-5,39												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/1	-67,81	-0,50	257,65	-0,23	-377,26	-3,84												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/14	-19,18	-1,19	74,00	0,00	388,04	-2,91												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/22	-27,30	-6,59	99,03	-1,20	14,76	-6,08												
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 1/2	138,41	6,66	35,81	-0,10	10,66	1,63												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-69,14	-0,09	-251,77	-0,23	371,89	4,52												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-35,81	-0,10	-10,66	-1,63												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-104,91	-1,20	-9,43	5,39												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-32,21	-3,81	-196,02	0,50	310,35	0,63												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-51,03	0,48	-220,64	-0,52	564,63	4,11												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/9	-69,14	-0,56	-253,27	-0,23	245,69	4,36												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-37,25	-0,10	-28,92	-4,96												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/1	-67,81	0,50	-259,15	-0,23	248,09	4,09												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-106,42	-1,20	-62,25	9,02												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/21	-21,57	0,64	-78,19	-0,01	-425,78	3,35												
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 1/7	-27,30	6,12	-100,53	-1,20	-64,65	9,29												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	107,78	2,59	21,20	1,44	-33,25	6,36												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-39,25	6,26	78,57	-0,08	-328,62	6,16												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-53,11	-7,81	-21,52	-2,05	-453,25	-9,23												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-79,59	-1,48	-5,04	-1,91	-922,13	-1,12												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/15	-54,47	-8,29	-24,33	-1,90	-529,86	-8,46												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/12	-53,96	-8,03	-26,29	-1,97	-513,58	-9,32												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/23	-44,93	5,72	85,13	0,43	-288,62	7,26												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/9	-102,62	-2,39	233,36	1,16	-775,70	-1,96												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	153,50	1,41	27,40	2,84	-50,62	-9,76												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/11	153,18	1,40	28,17	2,84	-52,56	-9,76												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/22	-40,40	-9,21	81,78	-0,16	-299,24	5,56												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	143,18	3,43	28,22	1,67	-42,68	-8,99												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/1	-92,19	-3,24	243,30	1,46	-774,95	-2,34												
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	-11,63	-0,89	66,14	-0,84	274,36	0,01												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	131,69	6,24	36,96	0,23	42,67	6,31												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-21,52	-8,74	100,61	-0,04	88,30	-11,06												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-81,29	-0,02	239,60	0,00	-248,69	-4,38												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-21,33	-8,73	99,45	-0,04	87,86	-11,04												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/18	-70,02	-0,94	200,80	-0,02	-386,85	-4,89												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/9	-94,07	3,76	227,39	0,25	-279,27	-3,30												
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/11	184,06	4,70	46,54	0,38	22,05	-7,93												

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	32,20	22,42	430,76	0,63	-422,76	-16,11
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/25	-36,48	2,39	90,09	-0,15	378,06	0,25
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/21	35,73	22,39	420,18	0,65	-424,98	-16,76
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/6	35,66	22,33	418,68	0,65	-425,37	-16,73
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/7	21,70	25,92	382,71	0,58	-174,42	-19,50
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/25	-36,48	2,39	90,43	-0,15	385,73	0,46
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/7	21,70	26,00	383,05	0,58	-141,92	-17,30
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/5	-18,99	4,81	98,20	-0,13	460,75	-1,60
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/8	7,12	0,26	88,87	-0,04	113,26	0,56
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-69,14	-0,56	-253,27	-0,23	245,66	4,36
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-37,25	-0,10	-28,92	-4,96
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-106,42	-1,20	-62,26	9,02
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/12	-32,21	-4,28	-197,47	0,50	211,98	-1,77
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/26	-47,87	0,89	-211,96	-0,58	456,29	4,81
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/2	138,41	-6,66	-37,78	-0,10	-37,36	-6,46
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/1	-67,81	0,50	-259,71	-0,23	189,73	4,21
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/3	-25,97	7,19	-106,97	-1,20	-86,26	10,65
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 1/21	-23,21	0,40	-82,03	-0,02	-443,75	3,43
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 1/2	140,80	-6,26	-36,61	-0,03	-36,07	-6,93
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 1/3	-24,72	10,10	-108,26	-0,07	-68,67	10,83
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/9	-82,93	-1,24	-233,83	0,02	247,64	4,32
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/12	-43,56	-6,57	-198,29	0,10	152,15	-3,49
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/11	131,50	-6,23	-38,12	0,23	-43,12	-6,30
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 1/3	-21,52	8,74	-100,63	-0,04	-88,29	11,06

Studentská verze

Studentská verze

Pole 7 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní
 Výběr : B246, B247, B249, B250, B255, B256, B259
 Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-85,18	2,90	-223,49	1,42	727,68	2,41
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	15,89	0,74	-23,66	-0,40	-135,99	0,16
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-24,85	-1,99	-89,13	0,48	117,45	4,40
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-3,77	-0,19	-52,94	-0,82	-305,29	-0,42
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-73,29	2,93	-205,99	1,81	854,74	2,85
B246	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-32,27	8,11	-67,83	-0,14	266,21	-5,97
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/32	-32,49	9,26	-90,52	0,02	230,41	-5,16
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/33	-65,02	4,47	-204,41	1,85	849,92	3,47
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	571,45	5,99
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	715,30	3,08
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	97,30	-5,57
B246	hl.n14 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/33	-47,10	-0,33	-207,35	-0,31	859,54	3,50
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	685,40	3,12
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/29	14,18	0,30	-9,72	-0,12	-54,65	0,19
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	87,24	-4,66
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	548,65	5,44
B246	hl.n14 - Obecný průřez	175,000	Kombinace 28/31	-11,99	1,60	-53,32	0,06	-319,01	-0,30
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	677,31	3,13
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	14,18	0,30	-9,72	-0,12	-54,99	0,20
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	542,48	5,30
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	84,52	-4,41
B247	hl.n19 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-47,08	-0,33	-207,35	-0,30	825,33	3,44
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	413,78	3,47
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	341,46	0,51
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	-4,20	3,64
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/31	-12,48	1,59	-53,45	0,05	-381,97	1,60
B247	hl.n19 - Obecný průřez	1145,000	Kombinace 28/33	-46,27	0,13	-196,07	-0,43	594,13	3,65
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-62,52	-0,29	230,23	-0,17	-413,75	-3,47
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	14,18	-0,30	9,72	-0,12	66,12	-0,54
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-20,67	-6,98	77,49	-1,14	4,21	-3,64
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-25,80	3,42	175,58	0,55	-341,44	-0,51
B249	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-46,27	-0,13	196,07	-0,43	-594,11	-3,65
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/28	-62,52	-0,29	230,23	-0,17	-366,59	-3,53
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/30	-20,67	-6,98	77,49	-1,14	20,09	-5,08
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/33	-12,77	-1,58	53,56	0,05	392,94	-1,93
B249	hl.n10 - Obecný průřez	205,000	Kombinace 28/32	-25,80	3,42	175,58	0,55	-305,47	0,35
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	366,56	3,53
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	14,18	0,30	-9,72	-0,12	-68,11	0,60
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	305,45	-0,35
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	-20,10	5,08
B250	hl.n20 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-45,73	0,26	-193,22	-0,46	553,96	3,80
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	251,51	3,68
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	217,68	-2,44
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	-58,83	8,60
B250	hl.n20 - Obecný průřez	500,000	Kombinace 28/31	-14,94	1,49	-55,15	0,04	-419,96	2,66
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-33,06	6,32	69,44	0,07	-295,08	7,22
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-46,68	-7,74	-31,10	-1,90	-417,70	-8,16
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-73,36	-1,31	-16,12	-1,79	-871,90	-0,93
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	25,17	-1,39	33,54	-0,44	171,76	-2,94
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-47,87	-8,11	-36,04	-1,82	-480,80	-8,29
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-38,59	5,90	73,88	0,51	-241,53	7,43
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-93,41	-1,44	219,99	1,25	-742,29	-1,68
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-32,26	-8,11	67,78	-0,14	-266,42	5,97
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-85,20	-2,90	223,49	1,42	-727,71	-2,40
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-73,30	-2,93	205,99	1,81	-854,76	-2,85
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-3,76	0,19	52,94	-0,82	305,28	0,42
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-16,75	-8,58	71,61	-0,04	77,28	-10,59
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-76,52	0,14	210,60	0,00	-259,71	-3,91
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-65,44	-0,79	172,96	-0,03	-397,43	-4,45
B256	hl.n22 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	7,25	-1,23	58,12	0,07	422,38	-3,26
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/28	-87,15	2,31	203,53	0,21	-293,58	-3,05
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-46,09	7,87	187,55	0,24	-144,06	4,77
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/29	44,84	15,65	369,60	0,48	-302,32	-10,94
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	16,23	24,58	355,73	0,54	-182,11	-17,96
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	30,27	21,04	393,21	0,61	-432,67	-15,23
B256	hl.n22 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-38,33	1,06	54,04	-0,17	368,55	1,10
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-38,33	1,06	54,04	-0,17	373,14	1,20
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	5,27	-1,06	52,48	-0,06	100,67	1,30
B256	hl.n22 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-20,92	3,44	60,30	-0,15	447,63	-0,83
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	251,48	3,68
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	14,18	0,30	-9,72	-0,12	-72,97	0,75

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	217,66	-2,44
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	-58,84	8,60
B259	hl.n21 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-42,78	0,69	-184,19	-0,52	459,57	4,41
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/30	-25,80	-3,42	-175,58	0,55	178,17	-3,38
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/28	-62,52	0,29	-230,23	-0,17	199,72	3,74
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/32	-20,67	6,98	-77,49	-1,14	-76,27	10,18
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,000	Kombinace 28/31	-16,58	1,46	-58,43	0,03	-432,68	2,95
B259	hl.n21 - Obecný průřez	225,001	Kombinace 28/32	-19,90	9,58	-79,75	-0,07	-58,94	10,34
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/28	-76,50	-0,13	-210,61	0,00	259,66	3,91
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/29	23,78	1,29	-30,27	0,08	-249,06	2,77
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/30	-37,32	-5,46	-176,22	0,08	163,72	-3,88
B259	hl.n21 - Obecný průřez	270,000	Kombinace 28/32	-16,76	8,59	-71,63	-0,04	-77,26	10,59

Studentská verze

Studentská verze

Pole 8 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B244, B245, B254, B255

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N		Vy		Vz		Mx		My		Mz	
				[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]		
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-96,57	8,79	-2,75	0,34	803,19	-4,87						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	114,49	-4,58	-12,24	0,33	76,16	6,36						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-40,83	-4,92	-74,54	0,44	473,53	6,16						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-66,10	14,03	35,39	-0,02	446,09	-12,14						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-65,81	14,01	35,47	-0,02	443,51	-12,12						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-84,06	4,07	-8,78	0,53	923,79	0,00						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/9	-96,57	8,75	-2,91	0,34	803,06	-4,48						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/15	-41,12	-4,90	-74,78	0,44	472,76	5,92						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/5	-84,07	4,07	-8,93	0,53	923,39	0,19						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	116,61	-5,57	-13,03	-0,19	76,73	6,15						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/8	-29,30	-5,60	-74,04	0,05	564,26	5,81						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/7	-45,92	9,83	29,47	-2,04	388,35	-10,97						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/5	-53,20	-0,06	-9,90	-1,66	939,98	0,57						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	1497,500	Kombinace 1/5	-55,94	0,85	-0,25	-1,85	932,68	0,52						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/9	-69,78	3,05	-9,06	-1,89	789,95	3,69						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/15	-29,50	-5,59	-81,48	0,05	405,43	-6,01						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/8	-29,30	-5,60	-81,10	0,05	403,31	-6,01						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/6	-10,91	3,58	-59,98	-0,04	-252,18	4,44						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/5	-56,68	1,24	4,23	-1,94	933,60	1,16						
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 1/7	-45,92	7,88	22,13	-2,04	441,89	7,79						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/9	-69,78	3,05	-9,06	-1,89	789,95	3,69						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	116,61	-5,57	-20,09	-0,19	42,37	-5,40						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-29,30	-5,60	-81,10	0,05	403,30	-6,01						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-45,92	7,88	22,13	-2,04	441,89	7,79						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-45,72	7,87	22,51	-2,04	439,77	7,79						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/15	-29,50	-5,59	-82,60	0,05	391,89	-6,95						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/6	-10,97	3,43	-61,07	-0,04	-262,16	5,02						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 1/5	-56,73	1,32	4,35	-1,95	934,21	1,41						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/2	119,43	-4,77	-21,13	0,20	40,49	-6,54						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/8	-34,99	-6,78	-82,12	-0,76	411,05	-6,89						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/15	-35,23	-6,77	-82,55	-0,77	413,09	-6,88						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 1/5	-69,96	-0,36	4,03	-2,84	927,11	1,46						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/9	-87,50	2,17	-9,43	-2,00	799,73	3,57						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/3	-52,91	7,91	20,01	-2,02	467,86	8,34						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/16	-52,86	7,80	21,96	-2,05	451,17	9,22						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/2	107,78	-2,59	-21,20	1,44	33,25	-6,36						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/8	-39,03	-6,15	-80,07	-0,05	343,38	-7,05						
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 1/7	-53,11	7,81	21,52	-2,05	453,18	9,23						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	55,02	5,72	2,41	0,49	-49,23	7,78						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-69,18	-5,63	-144,67	-0,72	-857,92	-3,95						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-54,47	-6,93	-116,91	-0,65	-657,20	-6,83						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	-76,82	-7,31	-169,02	-0,45	-927,50	-2,73						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	42,35	4,93	2,60	0,92	-42,19	7,98						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/9	-121,23	-7,91	2,96	-0,15	-791,08	6,81						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	127,85	3,85	11,96	0,81	-84,42	-7,75						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/23	-49,00	6,35	77,98	0,37	-481,35	-6,16						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/3	-49,37	6,34	78,05	0,37	-483,89	-6,13						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-81,75	-13,96	-38,38	-0,38	-419,78	14,05						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/22	-71,64	-13,98	-36,26	-0,14	-439,20	12,39						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/13	-92,05	-3,74	9,12	0,39	-919,52	0,38						
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	-9,21	-4,86	50,96	-0,25	131,40	5,15						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	107,78	2,59	21,20	1,44	-33,25	6,36						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-39,25	6,26	78,57	-0,08	-328,62	6,16						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-53,11	-7,81	-21,52	-2,05	-453,25	-9,23						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-79,59	-1,48	-5,04	-1,91	-922,13	-1,12						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/15	-54,47	-8,29	-24,33	-1,90	-529,86	-8,46						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/12	-53,96	-8,03	-26,29	-1,97	-513,58	-9,32						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/23	-44,93	5,72	85,13	0,43	-288,62	7,26						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/9	-102,62	-2,39	233,36	1,16	-775,70	-1,96						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	153,50	1,41	27,40	2,84	-50,62	-9,76						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/11	153,18	1,40	28,17	2,84	-52,56	-9,76						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/22	-40,40	-9,21	81,78	-0,16	-299,24	5,56						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	143,18	3,43	28,22	1,67	-42,68	-8,99						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/1	-92,19	-3,24	243,30	1,46	-774,95	-2,34						
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	-11,63	-0,89	66,14	-0,84	274,36	0,01						

Studentská verze

Pole 8 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B244, B245, B254, B255

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-89,16	6,23	-2,11	0,35	756,88	-2,95
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	17,35	2,10	-26,35	-0,10	-71,47	-2,44
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-33,87	-5,40	-72,54	0,41	411,60	6,55
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-58,69	11,47	36,02	-0,01	399,78	-10,21
B244	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-76,82	3,57	-6,70	0,50	859,27	0,41
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/28	-89,16	6,23	-2,11	0,35	756,78	-2,67
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/30	-33,87	-5,40	-72,54	0,41	408,34	6,30
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/33	-76,83	3,57	-6,70	0,50	858,98	0,57
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-24,41	-5,84	-71,77	0,15	501,31	6,16
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-40,06	7,49	30,32	-1,94	341,24	-9,17
B244	hl.n10 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/33	-48,10	-0,30	-7,53	-1,56	874,41	0,92
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/28	-63,92	2,66	-0,86	-1,78	752,22	2,66
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/29	15,38	1,71	-22,54	-0,23	-101,78	1,21
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/32	-40,06	7,49	30,32	-1,94	404,16	6,76
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/30	-24,41	-5,84	-71,77	0,15	352,40	-6,16
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/31	-5,26	3,21	-52,17	0,07	-287,78	3,42
B244	hl.n10 - Obecný průřez	2120,000	Kombinace 28/33	-51,58	0,99	13,94	-1,83	880,57	1,00
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-63,92	2,66	-0,86	-1,78	752,22	2,66
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	15,38	1,71	-22,54	-0,23	-101,78	1,21
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-24,41	-5,84	-71,77	0,15	352,39	-6,16
B245	hl.n14 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-40,06	7,49	30,32	-1,94	404,16	6,76
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 28/30	-24,41	-5,84	-71,77	0,15	340,56	-7,14
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 28/31	-5,31	3,21	-52,19	0,07	-296,39	3,95
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,000	Kombinace 28/33	-51,63	1,08	15,18	-1,85	882,88	1,21
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 28/30	-29,37	-6,94	-71,76	-0,60	362,16	-7,08
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 28/33	-64,10	-0,53	14,82	-2,67	876,19	1,26
B245	hl.n14 - Obecný průřez	165,001	Kombinace 28/31	-2,47	4,25	-51,81	0,53	-294,88	3,97
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/28	-81,06	2,10	0,15	-1,85	764,18	2,50
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/29	20,77	2,07	-29,28	-0,11	-145,65	2,31
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/32	-46,68	7,74	31,10	-1,90	417,63	8,16
B245	hl.n14 - Obecný průřez	210,000	Kombinace 28/30	-33,05	-6,32	-69,43	0,07	295,16	-7,22
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-18,25	3,61	-9,12	-0,06	-193,49	5,18
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-63,24	-5,44	-139,59	-0,67	-793,03	-3,94
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-48,52	-6,74	-111,83	-0,60	-592,31	-6,82
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	-70,32	-7,04	-164,32	-0,42	-862,49	-2,74
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-111,65	-5,38	2,70	-0,08	-745,89	4,59
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-40,18	6,73	76,30	0,38	-420,26	-6,67
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-72,17	-11,43	-38,64	-0,32	-374,60	11,82
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	17,29	-1,94	26,97	-0,10	72,69	2,36
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-63,50	-11,45	-36,92	-0,12	-393,28	10,44
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-36,08	5,84	74,10	0,41	-414,36	-6,41
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-84,16	-3,28	7,01	0,37	-855,35	-0,05
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-1,40	-2,36	50,38	-0,23	174,75	3,21
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-33,06	6,32	69,44	0,07	-295,08	7,22
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-46,68	-7,74	-31,10	-1,90	-417,70	-8,16
B255	hl.n15 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-73,36	-1,31	-16,12	-1,79	-871,90	-0,93
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	25,17	-1,39	33,54	-0,44	171,76	-2,94
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-47,87	-8,11	-36,04	-1,82	-480,80	-8,29
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/32	-38,59	5,90	73,88	0,51	-241,53	7,43
B255	hl.n15 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-93,41	-1,44	219,99	1,25	-742,29	-1,68
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-32,26	-8,11	67,78	-0,14	-266,42	5,97
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/28	-85,20	-2,90	223,49	1,42	-727,71	-2,40
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-73,30	-2,93	205,99	1,81	-854,76	-2,85
B255	hl.n15 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-3,76	0,19	52,94	-0,82	305,28	0,42

Pole 9 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B243, B252, B253, B254

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
				[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-70,96	7,11	142,16	0,04	497,94	-8,57
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	68,60	-5,98	4,89	0,33	53,65	7,91
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-55,03	9,05	125,96	-0,05	363,94	-9,66
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/6	-5,01	1,31	-30,65	-0,07	-41,54	-1,28
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-66,65	6,27	145,34	0,11	532,25	-7,23
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/11	68,34	-5,97	5,39	0,33	55,38	7,89
B243	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	65,50	-6,69	4,65	-0,02	52,19	7,39
B243	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/7	-34,88	7,18	119,79	-0,59	381,39	-8,68
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/1	-45,64	4,05	93,14	-0,32	567,82	-1,18
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/3	-37,05	6,49	118,64	-0,59	517,08	-1,40
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/6	-5,55	0,40	-34,64	-0,09	-77,33	-0,29
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/5	-40,27	4,86	168,03	-0,52	718,10	-2,52
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 1/8	-16,01	-2,99	20,39	0,15	240,58	-1,18
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-45,64	4,05	93,14	-0,32	567,83	-1,18
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	65,50	-6,69	1,69	-0,02	55,44	0,54
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/3	-37,05	6,49	118,64	-0,59	517,09	-1,40
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-34,88	6,22	116,71	-0,59	502,54	-1,39
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/8	-16,01	-2,99	20,39	0,15	240,59	-1,18
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-40,27	4,86	168,03	-0,52	718,12	-2,52
B252	hl.n10 - Obecný průřez	607,490	Kombinace 1/5	-39,98	4,76	171,68	-0,54	821,42	0,25
B252	hl.n10 - Obecný průřez	607,510	Kombinace 1/5	-39,98	4,76	171,68	-0,54	821,42	0,25
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/2	65,50	-6,69	-2,44	-0,02	54,99	-7,59
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/6	-5,54	-0,74	-38,77	-0,09	-121,93	-0,50
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/5	-39,85	4,66	170,97	-0,54	925,28	2,96
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 1/3	-37,05	6,49	114,34	-0,59	658,60	6,98
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 1/2	67,70	-6,51	-2,47	0,06	56,17	-7,76
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 1/5	-57,31	2,87	165,42	-0,98	915,92	3,04
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 1/3	-48,56	5,25	100,52	-0,74	612,83	7,01
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/1	-69,16	5,62	144,65	-0,72	857,87	3,95
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/3	-54,45	6,92	116,88	-0,65	657,07	6,83
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/6	1,28	-0,93	-38,20	-0,08	-120,00	-0,46
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/5	-67,05	5,08	167,35	-0,72	918,31	2,71
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 1/2	55,02	-5,72	-2,41	0,49	49,23	-7,78
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	36,76	2,91	-7,04	0,27	-40,33	5,33
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-39,06	6,43	-150,86	-0,08	-358,88	7,19
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	1,34	-0,38	17,94	-0,06	34,94	-1,51
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	-60,53	0,76	-216,19	-0,24	-521,65	5,07
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/15	-28,01	-3,50	-87,42	-0,29	-216,23	-3,23
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	26,07	2,28	-6,96	0,56	-35,18	5,37
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/1	-82,42	-8,56	-149,89	-0,16	-476,23	9,98
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	77,53	5,39	-5,62	0,60	-58,01	-8,85
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-70,05	-10,62	-162,63	-0,23	-401,25	11,36
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/14	-6,37	-0,96	31,07	-0,11	39,51	1,42
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	68,60	5,98	-4,89	0,33	-53,65	-7,91
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/13	-66,66	-6,27	-145,34	0,11	-532,23	7,23
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	-5,01	-1,31	30,65	-0,07	41,54	1,28
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	55,02	5,72	2,41	0,49	-49,23	7,78
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-69,18	-5,63	-144,67	-0,72	-857,92	-3,95
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-54,47	-6,93	-116,91	-0,65	-657,20	-6,83
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	-76,82	-7,31	-169,02	-0,45	-927,50	-2,73
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	42,35	4,93	2,60	0,92	-42,19	7,98
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/9	-121,23	-7,91	2,96	-0,15	-791,08	6,81
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	127,85	3,85	11,96	0,81	-84,42	-7,75
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/23	-49,00	6,35	77,98	0,37	-481,35	-6,16
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/3	-49,37	6,34	78,05	0,37	-483,89	-6,13
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-81,75	-13,96	-38,38	-0,38	-419,78	14,05
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/22	-71,64	-13,98	-36,26	-0,14	-439,20	12,39
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/13	-92,05	-3,74	9,12	0,39	-919,52	0,38
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	-9,21	-4,86	50,96	-0,25	131,40	5,15

Studentská verze

Pole 9 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B243, B252, B253, B254

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx	Stav	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-64,61	6,77	129,62	0,04	454,70	-8,02
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	5,27	-0,31	-9,49	0,00	-15,00	0,30
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-51,55	7,99	115,30	-0,05	332,81	-8,89
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-1,79	0,26	-40,81	-0,07	-70,95	-0,53
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-60,30	5,93	132,80	0,10	489,01	-6,67
B243	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-17,63	-3,19	4,85	0,15	161,17	2,57
B243	hl.n6 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/30	-18,40	-3,37	13,08	0,11	175,79	2,45
B243	hl.n6 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/33	-50,93	4,60	129,66	0,24	500,13	-5,93
B243	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-32,93	6,26	108,97	-0,57	348,95	-7,98
B243	hl.n6 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-12,06	-3,21	11,11	0,16	174,96	2,45
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/28	-41,52	3,82	83,47	-0,30	511,32	-0,93
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/29	4,64	-0,35	-6,29	-0,02	-16,41	-0,12
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/30	-12,06	-3,21	11,11	0,16	186,34	-0,94
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/32	-32,93	6,26	108,97	-0,57	460,57	-1,15
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/31	-3,76	0,45	-41,99	-0,07	-117,03	-0,06
B243	hl.n6 - Obecný průřez	1070,000	Kombinace 28/33	-36,16	4,63	158,36	-0,51	661,60	-2,27
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-41,52	3,82	83,47	-0,30	511,33	-0,93
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	4,64	-0,35	-6,29	-0,02	-16,41	-0,12
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-12,06	-3,21	11,11	0,16	186,34	-0,94
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-32,93	6,26	108,97	-0,57	460,59	-1,15
B252	hl.n10 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	-36,16	4,63	158,36	-0,51	661,61	-2,27
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/31	-3,76	0,45	-41,99	-0,07	-168,05	0,49
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/33	-35,74	4,43	165,61	-0,53	859,65	2,93
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,000	Kombinace 28/32	-32,93	6,26	108,97	-0,57	592,96	6,94
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 28/30	-17,73	-3,92	20,71	-0,17	244,62	-4,86
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 28/33	-51,92	2,76	160,24	-0,91	850,96	3,00
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1215,001	Kombinace 28/32	-43,17	5,14	95,35	-0,68	547,87	6,97
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/28	-63,22	5,43	139,57	-0,67	792,98	3,94
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/29	7,63	-0,33	-25,41	-0,01	-101,22	-0,62
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/30	-48,51	6,74	111,80	-0,60	592,18	6,82
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/31	4,05	0,33	-41,19	-0,03	-165,73	0,59
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/33	-61,11	4,90	162,27	-0,67	853,42	2,70
B252	hl.n10 - Obecný průřez	1260,000	Kombinace 28/30	-18,25	-3,61	9,15	-0,06	193,60	-5,18
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-36,20	5,13	-141,46	-0,07	-329,23	6,53
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	8,63	-1,09	25,66	-0,11	59,13	-2,09
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	-54,85	0,71	-201,73	-0,23	-479,31	4,77
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-22,33	-3,56	-72,96	-0,27	-173,88	-3,52
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-75,09	-8,11	-136,65	-0,15	-434,64	9,34
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-65,96	-9,37	-151,30	-0,22	-371,39	10,46
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	-2,57	0,27	41,86	-0,10	67,70	0,55
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-13,39	3,19	28,42	0,18	-109,57	-3,09
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-17,63	3,19	-4,84	0,15	-161,14	-2,57
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-60,31	-5,94	-132,80	0,10	-488,99	6,67
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-1,79	-0,26	40,81	-0,07	70,94	0,53
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-18,25	3,61	-9,12	-0,06	-193,49	5,18
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-63,24	-5,44	-139,59	-0,67	-793,03	-3,94
B254	hl.n11 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-48,52	-6,74	-111,83	-0,60	-592,31	-6,82
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	-70,32	-7,04	-164,32	-0,42	-862,49	-2,74
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-111,65	-5,38	2,70	-0,08	-745,89	4,59
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-40,18	6,73	76,30	0,38	-420,26	-6,67
B254	hl.n11 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-72,17	-11,43	-38,64	-0,32	-374,60	11,82
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	17,29	-1,94	26,97	-0,10	72,69	2,36
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-63,50	-11,45	-36,92	-0,12	-393,28	10,44
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-36,08	5,84	74,10	0,41	-414,36	-6,41
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-84,16	-3,28	7,01	0,37	-855,35	-0,05
B254	hl.n11 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-1,40	-2,36	50,38	-0,23	174,75	3,21

Studentská verze

Pole 10 - Maximální hodnoty

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B240, B241, B242, B253, B258

Kombinace : Kombinace 1

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-41,71	-1,99	196,76	-0,04	-5,48	1,76
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	45,62	-2,97	12,19	0,07	24,83	2,22
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-28,18	-5,49	162,98	0,01	-2,03	5,37
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-12,21	3,07	26,76	-0,03	-3,28	-2,44
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/13	-31,60	-0,97	104,67	-0,04	-7,29	0,83
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/1	-41,71	-1,99	196,66	-0,04	3,35	1,67
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 1/15	-28,18	-5,49	162,88	0,01	5,29	5,13
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/2	45,99	-3,26	12,55	-0,11	25,60	2,06
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/16	-19,80	3,23	82,00	0,04	2,50	-2,45
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 1/22	-24,65	-4,06	160,05	0,19	6,27	4,83
B240	hl.n3 - Obecný průřez	663,750	Kombinace 1/5	-34,68	-3,31	222,12	0,10	146,76	1,35
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/1	-40,66	-1,56	203,65	0,07	172,89	0,41
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/15	-26,56	-5,09	163,61	0,14	141,50	0,97
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/6	-4,26	1,76	-13,60	-0,02	-13,51	0,04
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/2	45,99	-3,26	10,81	-0,11	35,24	-0,63
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 1/5	-34,79	-3,31	221,75	0,10	192,51	0,67
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-40,66	-1,56	203,65	0,18	175,66	0,41
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	45,99	-3,26	10,81	0,11	32,13	-0,63
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-26,56	-5,09	163,61	0,49	143,31	0,97
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-19,80	2,46	80,26	-0,20	69,27	0,05
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-34,85	-3,31	221,78	0,33	194,89	0,67
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/22	-24,65	-4,84	158,23	0,46	139,23	1,16
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/1	-40,66	-1,56	201,43	0,18	357,93	-0,99
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/22	-24,65	-5,68	156,01	0,46	280,62	-3,58
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/23	-21,71	2,20	83,50	-0,17	149,46	2,02
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/6	-2,03	0,85	-16,61	-0,14	-26,90	1,16
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/16	-19,80	1,61	78,12	-0,20	140,53	2,06
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/5	-36,07	-3,28	219,99	0,33	393,64	-2,27
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 1/15	-26,56	-5,09	161,39	0,49	289,55	-3,62
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/1	-40,66	-1,56	201,43	0,18	357,95	-0,99
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	45,99	-3,26	8,68	0,11	40,89	-3,57
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/23	-21,71	2,20	83,50	-0,17	149,46	2,02
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	-36,07	-3,28	219,99	0,33	393,66	-2,27
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/16	-19,80	1,61	78,12	-0,20	140,54	2,06
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	-26,56	-5,09	161,39	0,49	289,56	-3,62
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/6	-2,01	0,37	-18,10	-0,14	-35,84	1,47
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/5	-36,08	-3,28	218,45	0,33	506,53	-3,96
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 1/23	-21,71	2,20	82,02	-0,17	192,08	3,25
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 1/2	47,44	-3,53	6,87	-0,01	45,76	-5,37
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 1/22	-33,83	-8,28	154,73	-0,14	368,59	-6,54
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 1/6	-1,84	0,77	-17,51	0,01	-35,76	1,48
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/1	-56,66	-1,80	201,96	-0,27	476,91	-2,73
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/23	-26,93	2,55	80,55	-0,20	193,77	3,21
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/6	1,33	0,38	-17,94	-0,06	-34,95	1,51
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/5	-54,44	-3,24	213,89	-0,24	506,44	-4,48
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/2	36,76	-2,91	7,04	0,27	40,33	-5,33
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 1/22	-39,05	-6,44	150,87	-0,08	358,91	-7,19
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	36,76	2,91	-7,04	0,27	-40,33	5,33
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/7	-39,06	6,43	-150,86	-0,08	-358,88	7,19
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/14	1,34	-0,38	17,94	-0,06	34,94	-1,51
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/13	-60,53	0,76	-216,19	-0,24	-521,65	5,07
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/15	-28,01	-3,50	-87,42	-0,29	-216,23	-3,23
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/2	26,07	2,28	-6,96	0,56	-35,18	5,37
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/1	-82,42	-8,56	-149,89	-0,16	-476,23	9,98
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	77,53	5,39	-5,62	0,60	-58,01	-8,85
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/22	-70,05	-10,62	-162,63	-0,23	-401,25	11,36
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/14	-6,37	-0,96	31,07	-0,11	39,51	1,42
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	68,60	5,98	-4,89	0,33	-53,65	-7,91
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/13	-66,66	-6,27	-145,34	0,11	-532,23	7,23
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/14	-5,01	-1,31	30,65	-0,07	41,54	1,28
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/2	-11,70	2,03	-0,55	1,14	-6,67	-0,02
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/5	5,67	-0,99	-0,75	-0,56	3,15	0,01
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/15	5,67	-0,99	-0,76	-0,56	3,15	0,01
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 1/34	5,67	-0,99	-0,75	-0,56	3,15	0,01
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 1/35	4,65	-0,99	-1,43	-0,46	2,47	-0,08
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/1	-52,61	3,24	197,43	-0,98	-27,38	1,95
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/2	57,77	-1,32	13,22	1,10	28,75	2,38
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/15	-35,67	-6,09	172,88	-0,26	-19,30	5,69
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/16	-11,32	2,64	19,71	-0,35	-5,13	-2,50
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 1/13	-52,58	-3,26	197,69	-0,98	-27,40	1,97
B258	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/1	-52,61	-3,24	196,97	-0,98	-10,64	1,72

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B258	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/15	-35,67	-6,09	172,42	-0,26	-4,65	5,17
B258	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 1/2	57,77	-1,32	12,78	1,10	29,85	2,27

Studentská verze

Studentská verze

Pole 10 - Hodnoty od vlaku LM 71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní

Výběr : B240, B241, B242, B253, B258

Kombinace : Kombinace 28

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-37,99	-1,72	176,87	-0,03	-5,28	1,48
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	4,37	0,23	-6,42	0,00	2,20	-0,27
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-24,46	-5,23	143,09	0,02	-1,82	5,09
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-10,60	2,32	12,80	-0,03	-3,84	-2,33
B240	hl.n3 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-27,88	-0,70	84,78	-0,04	-7,09	0,54
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/28	-37,99	-1,72	176,87	-0,03	2,66	1,40
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,000	Kombinace 28/30	-24,46	-5,23	143,09	0,02	4,60	4,86
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/29	4,54	0,19	-6,36	-0,01	2,06	-0,24
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/32	-18,27	2,41	67,50	-0,02	1,26	-2,38
B240	hl.n3 - Obecný průřez	45,001	Kombinace 28/30	-22,97	-4,88	144,72	0,13	5,00	4,89
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/28	-37,07	-1,35	184,76	0,05	155,77	0,31
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/30	-22,97	-4,88	144,72	0,13	124,38	0,87
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/31	-2,73	1,71	-26,35	-0,03	-25,99	-0,25
B240	hl.n3 - Obecný průřez	870,000	Kombinace 28/33	-31,20	-3,10	202,86	0,09	175,39	0,57
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-37,07	-1,35	184,76	0,15	158,30	0,31
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	4,54	0,19	-6,36	-0,02	-3,50	-0,08
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-22,97	-4,88	144,72	0,46	125,95	0,86
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-18,27	2,41	67,50	-0,20	56,68	-0,23
B241	hl.n5 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-2,31	1,70	-26,57	-0,15	-25,81	-0,26
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/28	-37,07	-1,35	184,76	0,15	324,56	-0,90
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/30	-22,97	-4,88	144,72	0,46	256,18	-3,53
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/31	-0,49	1,65	-27,23	-0,15	-50,01	1,20
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/33	-32,48	-3,07	203,33	0,30	360,27	-2,18
B241	hl.n5 - Obecný průřez	900,000	Kombinace 28/32	-18,27	2,41	67,50	-0,20	117,42	2,10
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-37,07	-1,35	184,76	0,15	324,59	-0,90
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	4,54	0,19	-6,36	-0,02	-9,22	0,08
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	-22,97	-4,88	144,72	0,46	256,20	-3,53
B242	hl.n6 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-18,27	2,41	67,50	-0,20	117,43	2,10
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/31	-0,47	1,65	-27,23	-0,15	-64,03	2,05
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/33	-32,50	-3,07	203,33	0,30	464,98	-3,76
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,000	Kombinace 28/32	-18,27	2,41	67,50	-0,20	152,19	3,44
B242	hl.n6 - Obecný průřez	515,001	Kombinace 28/30	-31,50	-6,90	145,31	-0,13	339,09	-5,96
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/28	-51,54	-1,57	187,30	-0,25	435,51	-2,49
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/29	6,39	0,90	-17,15	-0,02	-38,36	1,10
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/32	-22,02	2,77	66,17	-0,18	154,03	3,45
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/31	3,98	1,67	-26,75	-0,05	-62,94	2,17
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/33	-49,32	-3,01	199,23	-0,22	465,05	-4,24
B242	hl.n6 - Obecný průřez	560,000	Kombinace 28/30	-36,19	-5,14	141,47	-0,07	329,25	-6,53
B253	hl.n7 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-36,20	5,13	-141,46	-0,07	-329,23	6,53
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/29	8,63	-1,09	25,66	-0,11	59,13	-2,09
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/31	-54,85	0,71	-201,73	-0,23	-479,31	4,77
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,000	Kombinace 28/30	-22,33	-3,56	-72,96	-0,27	-173,88	-3,52
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-75,09	-8,11	-136,65	-0,15	-434,64	9,34
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-65,96	-9,37	-151,30	-0,22	-371,39	10,46
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	-2,57	0,27	41,86	-0,10	67,70	0,55
B253	hl.n7 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-13,39	3,19	28,42	0,18	-109,57	-3,09
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/32	-17,63	3,19	-4,84	0,15	-161,14	-2,57
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/31	-60,31	-5,94	-132,80	0,10	-488,99	6,67
B253	hl.n7 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	-1,79	-0,26	40,81	-0,07	70,94	0,53
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/31	-1,85	0,46	0,14	0,26	-0,99	0,00
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/33	5,14	-0,91	-0,06	-0,51	2,91	0,01
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/30	5,14	-0,91	-0,06	-0,51	2,91	0,01
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/28	-1,76	0,46	0,14	0,26	-1,05	0,00
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/32	-1,85	0,44	0,14	0,26	-1,04	0,00
B258	hl.n1 - Obecný průřez	0,000	Kombinace 28/29	5,14	-0,91	-0,06	-0,51	2,91	0,01
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/28	-48,14	-2,87	176,40	-0,92	-25,11	1,64
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/30	-31,21	-5,71	151,84	-0,20	-17,03	5,38
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/32	-9,29	1,84	4,83	-0,30	-4,25	-2,33
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/33	4,61	0,26	-6,48	0,02	2,74	-0,28
B258	hl.n1 - Obecný průřez	85,001	Kombinace 28/31	-48,11	-2,89	176,65	-0,92	-25,13	1,66
B258	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/29	4,62	0,25	-6,24	0,02	2,20	-0,24
B258	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/30	-31,21	-5,71	151,84	-0,20	-4,15	4,90
B258	hl.n1 - Obecný průřez	170,000	Kombinace 28/33	0,49	-0,04	30,61	-0,02	3,03	0,02

Studentská verze