



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## AUTOBUSOVÁ ZASTÁVKA V TIŠNOVĚ

THE BUS STOP IN TIŠNOV

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Andrej Ivanič

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.

BRNO 2024



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## AUTOBUSOVÁ ZASTÁVKA V MĚSTE TÍŠNOV

BUS PLATFORM IN THE CITY OF TÍŠNOV

## ČASŤ A – SPRIEVODNÝ DOKUMENT

PART A – ACCOMPANYING DOCUMENT

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ANDREJ IVANIČ

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Doc. Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2024

## Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Student:	<b>Andrej Ivanič doc. Ing. Milan Šmak,</b> <b>Ph.D.</b>
Vedoucí práce:	2023/24
Akademický rok:	B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní program:	
Studijní obor:	Konstrukce a dopravní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Autobusová zastávka v Tišnově**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Vypracuje návrh nosné konstrukce zastřešení autobusové zastávky pro 6 autobusů. Při návrhu konstrukce respektujte požadavky na tvarové a dispoziční uspořádání objektu. Půdorysné rozměry uvažujte nejvýše 10 x 60 m. Konstrukci navrhnete z oceli s možným využitím dřevěných prvků.

#### **Cíle a výstupy bakalářské práce:**

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet základních nosných prvků, kotvení a směrných detailů
3. Výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího práce

#### **Seznam doporučené literatury a podklady:**

Tvarové a dispoziční uspořádání objektu

ČSN EN 1990 "Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí"

ČSN EN 1991-1 "Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1: Obecná zatížení"

ČSN EN 1993-1 "Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

ČSN EN 1995-1 "Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2023

L. S.

---

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.  
děkan

## ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom a posúdením nosnej ocelevej konštrukcie zastrešenia autobusovej zastávky pre 6 autobusov. Konštrukcia sa nachádza v meste Tíšnov. Jej pôdorysné rozmery sú 8,4 x 58,0 m a je rozdelená 11 priečnymi väzbami po 5,8 m do 10 polí. Priečnu väzbu tvorí jeden stĺp a 2 symetrické väzníky tvorené horným pásom v sklone 5°, dolným pásom, diagonálami a zvislicou. Na hornom páse sú uložené väznice, ktoré spolu so strešnými a pozdĺžnymi stužidlami zabezpečujú priestorovú tuhosť. V rámci práce je riešené posúdenie hlavných nosných prvkov, ich detailov a výkresová dokumentácia.

## KLÚČOVÉ SLOVÁ

Oceľová konštrukcia, nosná konštrukcia, zastrešenie, priehradový väzník, stĺp, zaťaženie, posúdenie

## ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the design and assessment of the supporting steel structure of the roof of the bus station for 6 buses. The structure is located in the city of Tíšnov. Its floorplan dimensions are 8,4 x 58,0 m and it is divided into 10 fields by 11 main frames of 5,8 m each. The main frame consists of one column and two symmetrical trusses formed by upper beam at a 5° slope, the lower beam, diagonals and vertical. On the upper beam the purlin is placed, which, with the transverse and longitudinal stiffeners, ensure spatial rigidity. The thesis deals with the assessment of the main supporting elements, their details and drawing documentation.

## KEYWORDS

Steel structure, load-carrying structure, roofing, lattice truss, column, load, assessment

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

IVANIČ, Andrej. *Autobusová zastávka v Tišnově*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.

## PREHLÁSENIE O PÔVODNOSTI BAKALÁRSKEJ PRÁCE:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu s názvom *Autobusová zastávka v Tišnově* spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

---

Andrej Ivanič  
autor

## PREHLÁSENIE O ZHODE ELEKTRONICKEJ A LISTINNEJ FORMY

Prehlasujem, že elektronická forma odovzdanej bakalárskej práce je zhodná s odovzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24.5.2024

---

Andrej Ivanič

autor



## POĎAKOVANIE:

Rád by som poďakoval svojim rodičom a sestre Gabike za neustálu podporu, spolužiakom Petrovi Krňovi a Martinovi Horvátovi za neúnosnú pomoc pri štúdiu a predovšetkým vedúcimi bakalárskej práce Doc. Ing. Milanovi Šmakovi, Ph.D. za odborné vedenie.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-3 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: ČNI, 2007.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení větrem, Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2007.
- [5] ČSN EN 10027-1 Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocel.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 – Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků, Praha: ČNI, 2007.
- [7] ČSN EN 73 6425-1 – Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – Část 1: Navrhování zastávek.
- [8] MELCHER, Jindřich, Marcela KARMAZÍNOVÁ, Miroslav BAJER a Karel SÝKORA. *Prvky kovových konstrukcí: MODUL BO02-M03, Pruty namáhané tahem a tlakem*. ŽS Brno.
- [9] PILGR Milan. *Kovové konstrukce: Navrhování prvků ocelových konstrukcí*. Praha: Akademické nakladatelství CERM, 2023.

### Internetové zdroje:

- [10] <https://kovprof.cz/hlavni-stranka/trapezove-plechy/technicke-informace/tabulky-unosnosti/>
- [11] Dlubal, Oblasti zatížení větrem a sněhem. <https://www.dlubal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>
- [12] HORÁČEK, Martin  
[https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/BO002/BO002\\_Podklady\\_do\\_cviceni.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/BO002/BO002_Podklady_do_cviceni.pdf)

## OBSAH PRÁCE

### A – Sprievodný dokument

1. Titulný list
2. Zadanie bakalárskej práce
3. Abstrakt, kľúčové slová
4. Bibliografická citácia
5. Prehlásenie o pôvodnosti bakalárskej práce
6. Prehlásenie o zhode elektronickej a listinnej formy
7. Poďakovanie
8. Zoznam použitej literatúry

### B – Technická správa

### C – Statický výpočet

### D – Výkresová dokumentácia

### E – Programový výstup



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## AUTOBUSOVÁ ZASTÁVKA V MĚSTE TÍŠNOV

BUS PLATFORM IN THE CITY OF TÍŠNOV

## ČASŤ B – TECHNICKÁ SPRÁVA

PART B – TECHNICAL REPORT

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ANDREJ IVANIČ

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.

BRNO 2024

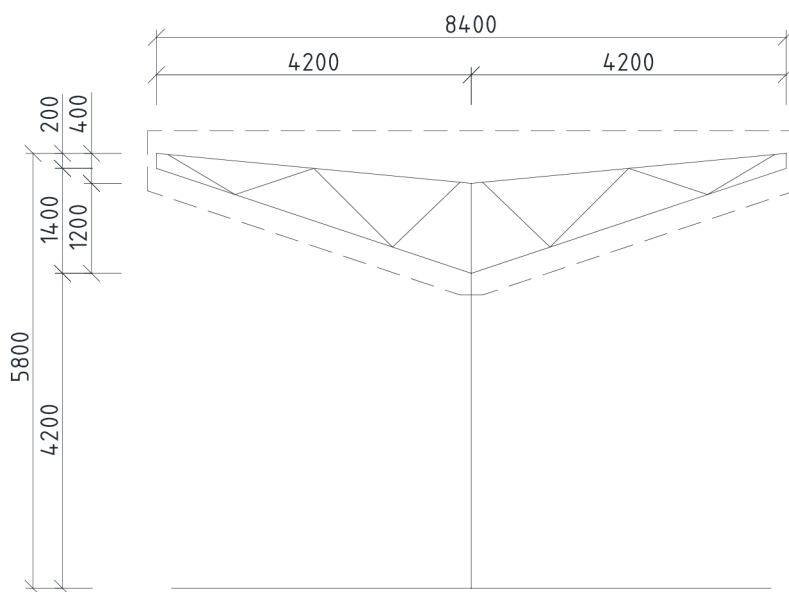
## Obsah

1	VŠEOBECNÉ ÚDAJE .....	3
2	ZAŤAŽENIE .....	4
2.1	ZAŤAŽENIE STÁLE .....	4
2.2	ZAŤAŽENIE SNEHOM .....	4
2.3	ZAŤAŽENIE VETROM .....	4
2.4	MIMORIADNE ZAŤAŽENIE.....	4
3	POPIS KONŠTRUKCIE.....	4
3.1	STREŠNÝ PLÁŠŤ.....	4
3.2	VÄZNICA.....	4
3.3	HORNÝ PÁS .....	5
3.4	DOLNÝ PÁS.....	5
3.5	DIAGONÁLA .....	5
3.6	SVISLICE .....	5
3.7	STREŠNÉ STUŽIDLO .....	5
3.8	POZDĹŽNE STUŽIDLO .....	5
3.9	STĽP .....	6
4	STATICKE RIEŠENIE KONŠTRUKCIE.....	6
5	MATERIÁL .....	6
6	POVRCHOVÁ OCHRANA.....	6
7	VÝROBA A MONTÁŽ.....	6
8	ÚDRŽBA .....	7
9	ODHAD HMOTNOSTI KONŠTRUKCIE .....	7
10	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....	8

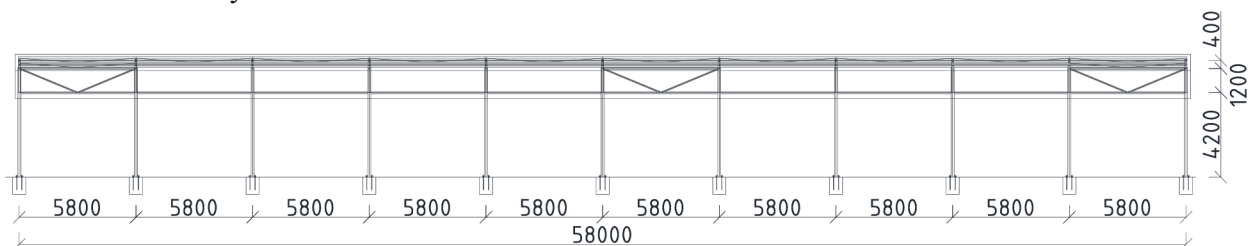
# 1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Témou bakalárskej práce je návrh nosnej ocelevej konštrukcie zastrešenia nástupišt'a hromadnej autobusovej dopravy v meste Tíšňov. Pôdorysné rozmery zastrešenia sú 8,4 m x 58 m s celkovou výškou 5,8 m. Geometria vychádza z normy pre autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky. Konštrukcia je zostavená do tvaru písmena T z dutých stĺpov a priehradových väzníkov. Prvky konštrukcie sú zhotovené z obdĺžnikových a kruhových trubiek a válcovaných I profilov, sú z materiálu S235 JR. Väzník je opláštený atikou. Konštrukcia je v triede následkov CC3, kategórie použitia SC1, výrobné kategórie PC1 a triede prevedenia EXC3.

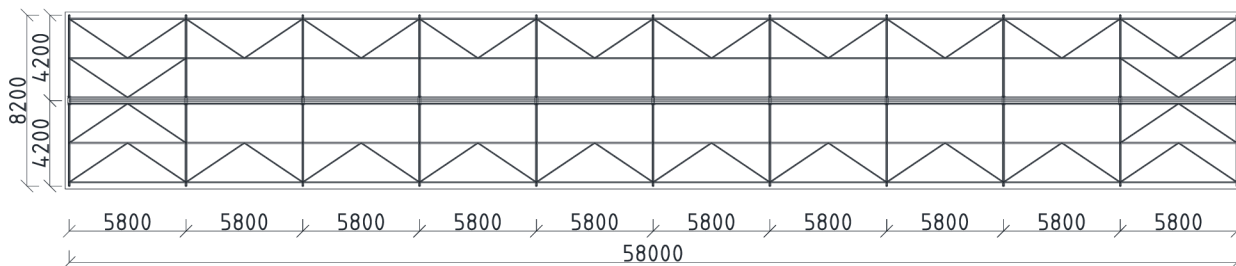
Priečny rez:



Pozdĺžny rez:



Pôdorys:



## 2 ZAŤAŽENIE

Zaťaženie určené pre analýzu konštrukcie bolo stanovené podľa „ČSN EN 1991-1“. Konkrétnejšie v statickom výpočte.

### 2.1 ZAŤAŽENIE STÁLE

- Vlastná tiaž nosnej konštrukcie – vygenerovaná pomocou softwaru SCIA ENGINEER 2022
- Strešný trapézový plech T18/188 AlZn o hrúbke 0,6 mm
- Opláštenie strechy vrátane podpornej konštrukcie

### 2.2 ZAŤAŽENIE SNEHOM

- Mesto Tisňov → snehová oblasť II.

### 2.3 ZAŤAŽENIE VETROM

- Mesto Tisňov → veterná oblasť II., kategória terénu IV.

### 2.4 MIMORIADNE ZAŤAŽENIE

- Náraz automobilovým vozidlom (autobus)

## 3 POPIS KONŠTRUKCIE

### 3.1 STREŠNÝ PLÁŠŤ

Plášť je zhotovený z profilovaného trapézového plechu T18/188 AlZn o hrúbke 0,6mm v spáde pod uhlom 5°. Pripojené sú na väzniciach, kde sú priskrutkované. Zastrešená plocha je 8,4 m x 58 m. Súčasťou je aj protihluková izolácia.

### 3.2 VÄZNICA

Jednotlivé väznice sú z valcového prierezu IPE 140 o dĺžke 5,8 m. Staticky sú kĺbovo uložené na hornom páse. Na čelo profilu sú privarené plechy 140x75x6 mm a väznice sú medzi sebou spojené 2 skrutkami M12 (4.8). Na horný pás je privarený plech 90x60x6mm, a pomocou skrutkového spoju je väznica cez pásnicu a tento plech spojená s horným pásom. Použité sú skrutky M12 (4.8). Väznice sú súčasťou ztužidlového systému, ktorý zaisťuje priestorovú tuhosť konštrukcie

### 3.3 HORNÝ PÁS

Horný pás je z dutého štvorcového prierezu TR 4HR 100x100x3 mm o dĺžke 4,219 m. Pomocou skrutkového spoja, skrutky M16 (5.8) a privarených plechov P6 110x60 je pripojený na stĺp. Podľa statického pôsobenia je kĺbovo uložený na stĺp.

### 3.4 DOLNÝ PÁS

Dolný pás je z dutého štvorcového prierezu TR 4HR 100x100x5 mm o dĺžke 4,427 m. Pomocou skrutkového spoja, skrutky M16 (5.8) a privarených plechov P6 110x60 je pripojený na stĺp. Podľa statického pôsobenia je kĺbovo uložený na stĺp.

### 3.5 DIAGONÁLA

Diagonály sú tvorené z dutých kruhových prierezov TR Ø 48,3x3 mm a sú umiestnené medzi horným a dolným pásom. V jednom priečnom reze sa nachádza 8 samostatných diagonál. Všetky sú privarené kútovým obvodovým zvarom a3 mm a spoj sa berie ako kĺbový.

### 3.6 SVISLICE

Sú z dutého obdĺžnikového prierezu TR 4HR 100x60x3 mm a pomocou kútového zvaru je kĺbovo pripojený na horný a dolný pás.

### 3.7 STREŠNÉ STUŽIDLO

Na strešné stužidlo je použitý dutý kruhový prierez TR Ø 48,3x3 mm. Dĺžka jedného prvku je 3,501 m a je kĺbovo uložený na väznice na krajoch a v strede v tvare K. V prvom a poslednom poli je medzi všetkými väznicami a vo všetkých ostatných len medzi krajnými a strednými väznicami. Spoj na konci je prevedený pomocou plechu privareného na pásnicu väznice P6 170x95 mm zvarom a3 mm, plechu privareného do predom vyrezaného otvoru v stužidle zvarom a3 mm v a skrutky M12 (4.8). Spoj v strede je spravený obdobne, zmena je len v plechu privarenom na pásnicu väznice P6 375x100 mm a spoj je braný ako kĺbový.

### 3.8 POZDĹŽNE STUŽIDLO

Pozdĺžne stužidlo je zhotovené z 2 konštrukčných častí, z diagonály a z horizontálnej časti. Diagonály sú z dutého kruhového prierezu TR Ø 60,3x3 mm, ktoré sú pripojené na horizontálne prvky pomocou zvaru a3 a nachádzajú sa len v prvom, šiestom a poslednom poly. V hornom horizontálnom prvku sú diagonály uložené na krajoch a v spodnom v strede prvku pripomínajúci ležaté K. Horizontálne prvky sú z dutého štvorcového prierezu TR 4HR 100x100x4 mm a sú vo vzdialenosti



1,2m od seba a sú v každom poly. Na stĺp sú pripojené pomocou skrutkového spoja medzi stenou prvku a privareného plechu P6 100x50 mm, ktorý je privarený zvarom a3 mm len z vonkajšej strany plechu. Všetky spoje súvisiace so stúžidlom sú kĺbové.

### 3.9 STĹP

Stĺp je z dutého obdĺžnikového prierezu TR 4HR 300x150x12,5 mm. Na vrchole stĺpu je privarený plech 300x150x6 mm. Stĺp je privarený na pätný plech 600x450x12 mm a v mieste kotvenia sú na stĺp privarené aj výztuhy P10 100x100 so zalomením. Kotvenie je zaistené pomocou predom zabetónovaných kotevných skrutiek s hákom M24 (5.8).

## 4 STATICKÉ RIEŠENIE KONŠTRUKCIE

Statická analýza priestorového prútového modelu ocelevej konštrukcie bola vykonaná pomocou programu Scia Engineer 2022. Po zohľadnení geometrických parametrov konštrukcie, všetkých pôsobiacich zaťažení sa spočítali vnútorné sily a ich kombinácie. Zhotovené kombinácie sa použili na výpočet medzného stavu použiteľnosti a medzného stavu únosnosti.

## 5 MATERIÁL

Oceľ triedy S235 použitá na všetky konštrukčné prvky ( $f_y=235$  MPa,  $f_u=360$  MPa).

Oceľové skrutkové spoje sú navrhnuté zo skrutiek M12 a M16 triedy 4.8 ( $f_y=320$  MPa,  $f_u=400$  MPa) a 5.8 ( $f_y=400$  MPa,  $f_u=500$  MPa).

Zvarové spoje sú prevedené ako kútové alebo V-zvary a3 mm so zarovnaným povrchom, pokiaľ nie je uvedené inak.

Základová konštrukcia je z betónu C16/20 a podliatie je prevedené z triedy nie menšej než C16/20.

## 6 POVRCHOVÁ OCHRANA

Každý prvok konštrukcie musí byť opatrený protikoróznym náterovým systémom hr. 220  $\mu$ m podľa ČSN EN ISO 12944-5. Všetky prvky z ocelových trubiek budú chránené proti korózii zvnútra plechom hrúbky 6 mm.

## 7 VÝROBA A MONTÁŽ

Oceľová konštrukcia je zhotovená v súlade s ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce. Trieda prevedenia je EXC3.

Postup montáže:

- 1) Zhotovenie betónových pätiiek s kotevnými skrutkami. Minimálna hĺbka zabetónovania je 510 mm.
- 2) Zhotovenie podliatia cementovou maltou o pevnosti nie menšej než C16/20.
- 3) Upevnenie stĺpov prvého montážneho dielu konštrukcie priečneho.
- 4) Upevnenie dielov na prvý priečny rez.
- 5) Zhotovenie pozdĺžneho a strešného stužidla.
- 6) Zhotovenie ďalších priečných rezov v smere, ale vždy až po vytvorení stužidiel.
- 7) Osadenie strešného plášťa.
- 8) Osadenie atiky.

## 8 ÚDRŽBA

Oceľová konštrukcia musí byť pravidelne kontrolovaná odborne spôsobilou a oprávnenou osobou aspoň raz za 5 rokov.

## 9 ODHAD HMOTNOSTI KONŠTRUKCIE

Odhad hmotnosti je zhotovený s použitím systémových dĺžok prutov, prierezov a objemovej hmotnosti  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ .

PRVOK	PRIEREZ	DĹŽKA [m]	KUSY	HMOTNOSŤ [kg/m]	HMOTNOSŤ 1 KUSU [kg]	CELKOVÁ HMOTNOSŤ [kg]
VAZNICA	IPE 140	5,8	60	12,9	74,82	4489,20
HORNÝ PÁS	TR 4HR 100x100x3	4,219	22	9,22	38,90	855,78
DOLNÝ PÁS	TR 4HR 100x100x5	4,427	22	14,4	63,75	1402,47
DIAGONÁLY	TR Ø 48,3x3	1,251	22	3,33	4,17	91,65
		1,483	22		4,94	108,64
		1,109	22		3,69	81,25
		1,047	22		3,49	76,70
SVISLICE	TR OBD 100x60x3	0,2	22	7,07	1,41	31,11
STREŠNÉ STUŽIDLO	TR Ø 48,3x3	3,501	48	3,33	11,66	559,60
POZDĹŽNE STUŽ. - DIAGONÁLA	TR Ø 60,3x3	3,138	6	4,22	13,24	79,45
POZDĹŽNE STUŽ. - HORIZNONT	TR 4HR 100x100x4	5,8	20	11,9	69,02	1380,40
SPOLU						9156,26

HMOTNOST	kg
PRVKY	9156,26
PRÍLOŽKY 3%	274,68777
SPOJOVACÍ MATERIÁL 2%	183,12518
ZVARY 1%	91,56259
HMOTNOST KONŠTRUKCIE CELKOM	9705,6345

## 10 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Nosná ocel'ová konštrukcia je navrhnutá na základe statického výpočtu súlade s týmito normatívnymi dokumenty:

- [1] ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-3 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: ČNI, 2007.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení větrem, Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2007.
- [5] ČSN EN 10027-1 Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocel.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 – Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčnicků, Praha: ČNI, 2007.
- [7] ČSN EN 73 6425-1 – Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – Část 1: Navrhování zastávek.
- [8] MELCHER, Jindřich, Marcela KARMAZÍNOVÁ, Miroslav BAJER a Karel SÝKORA. *Prvky kovových konstrukcí: MODUL BO02-M03, Pruty namáhané tahem a tlakem*. ŽS Brno.
- [9] PILGR Milan. *Kovové konstrukce: Navrhování prvků ocelových konstrukcí*. Praha: Akademické nakladatelství CERM, 2023.

Internetové zdroje:

- [10] <https://kovprof.cz/hlavni-stranka/trapezove-plechy/technicke-informace/tabulky-unosnosti/>
- [11] Dlubal, Oblasti zatížení větrem a sněhem. <https://www.dlubal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>
- [12] HORÁČEK, Martin [https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/BO002/BO002\\_Podklady\\_do\\_cviceni.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/BO002/BO002_Podklady_do_cviceni.pdf)