



# 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

NÁVRH OCELOVÉ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ OBCHODNÍ  
PASÁŽE

DESIGN OF THE STEEL STRUCTURE OF THE SHOPPING ARCADE ROOF

ČÁST A: TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

DIPLOMA THESIS


Bc. OLEKSANDR DANKO

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2026

	<p style="text-align: center;"><b>DIPLOMOVÁ PRÁCE</b></p> <p>Název práce:      Návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže</p> <p>Část B:                Statický výpočet</p>	<p><b>2</b></p>
--	---	-----------------

## OBSAH

1.UVOD .....	3
2.POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ .....	3
3.ZATÍŽENÍ .....	4
4.VÝPOČTOVÝ MODEL A POUŽITÉ PROGRAMY .....	5
5.POSOUZENÍ KONSTRUKCE.....	5
6.POROVNANÍ KONSTRUČNÍCH VARIANT .....	5
7.OCHRANA KONSTRUKCE.....	6
4.1 Ochrana proti požáru .....	6
4.2 Povrchová ochrana, ochrana proti bludným proudům.....	6
4.3 Zemnění konstrukce.....	7
8.MATERIÁL .....	7
9.VÝROBA A MONTÁŽ KONSTRUKCE .....	7
10.ZAVĚR .....	8
11.SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	9



## 1. UVOD

Navrhovaný objekt představuje zastřešení obchodní pasáže situované v městské zástavbě mezi obytnými a administrativními budovami ve městě Brně. Zastřešení je navrženo jako samostatná ocelová nosná konstrukce bez obvodových stěn, kryjící veřejně přístupný prostor pasáže.

Zastřešená plocha má nepravidelný půdorysný tvar o přibližných rozměrech  $30 \times 90$  m. Výška konstrukce v hřebeni dosahuje přibližně 20 m. Nosná konstrukce je tvořena soustavou hlavních ocelových vazníků uložených na ocelových sloupech, doplněných o systém vaznic a prostorového ztužení.

Hlavní část zastřešení má klenbový tvar, který přirozeně kopíruje architektonický záměr stavby a zároveň umožňuje efektivní přenos zatížení do podpor. Okrajová část zastřešení je řešena jako konzolová konstrukce s mírným sklonem, plynule navazující na hlavní nosný systém.

Střešní plášť je navržen jako prosklený, tvořený vrstveným bezpečnostním sklem (VSG). Konstrukce je tedy trvale vystavena účinkům klimatických zatížení a teplotních změn, což bylo zohledněno při návrhu nosného systému i při stanovení zatížení.

Objekt je podle ČSN EN 1990 zařazen do třídy následků CC2, jelikož se jedná o běžnou pozemní stavbu určenou pro veřejnost, u níž se předpokládají střední následky poruchy.

## 2. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ


Nosná konstrukce zastřešení je navržena jako prostorová ocelová konstrukce tvořená soustavou hlavních střešních vazníků uložených na ocelových sloupech. Vazníky jsou v podélném směru propojeny systémem vaznic a ztužidel, které zajišťují prostorovou tuhost celé konstrukce.

Hlavní nosné prvky tvoří:

- ocelové sloupy vetknuté do základů,
- střešní vazníky,
- vaznice,
- vodorovná a svislá ztužidla.

Sloupy přenášejí svislá i vodorovná zatížení do základových konstrukcí a podílejí se na stabilitě objektu. Vazníky představují hlavní nosný systém, který přenáší zatížení od vlastní tíhy, zasklení, sněhu, větru a teplotních účinků do podpor. Vaznice slouží k přenosu plošného zatížení střešního pláště na hlavní vazníky.

Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna soustavou vodorovných a svislých ztužidel, která stabilizují konstrukci ve všech směrech a umožňují bezpečný přenos vodorovných účinků do základů.

	<p style="text-align: center;">DIPLOMOVÁ PRÁCE</p> <p>Název práce:      Návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže</p> <p>Část B:                Statický výpočet</p>	<p style="text-align: center;">4</p>
--	--	--------------------------------------

### 3. ZATÍŽENÍ

Zatížení konstrukce bylo stanoveno v souladu s normami ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991. Uvažována byla stálá, proměnná i mimořádná zatížení a jejich kombinace pro mezní stav únosnosti (MSÚ) a mezní stav použitelnosti (MSP).

Stálá zatížení zahrnují:

- vlastní tíhu ocelové konstrukce generovanou automaticky výpočtovým modelem  
 $\gamma_G = 1,35$
- zatížení od proskleného střešního pláště  
 $g_{k, sklo} = 0,50 \text{ kN/m}^2$        $\gamma_G = 1,35$
- zatížení od technických zařízení a osvětlení  
 $g_{k, TZB} = 0,20 \text{ kN/m}^2$      $g_{k, osv} = 0,30 \text{ kN/m}^2$        $\gamma_G = 1,35$

Proměnná zatížení zahrnují:

- užitné zatížení střechy pro účely údržby (kategorie H)  
 $q_k = 0,40 \text{ kN/m}^2$        $\gamma_Q = 1,50$
- zatížení sněhem včetně možnosti nerovnoměrného navátí sněhu  

charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi  
Lokalita: Brno (oblast zatížení sněhem II):       $S_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$        $\gamma_Q = 1,50$
- zatížení větrem působící ve všech rozhodujících směrech  

oblast zatížení větrem II, kategorie terénu IV:     $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$        $\gamma_Q = 1,50$   
maximální dynamický tlak větru:       $q_p(z) = 0,64 \text{ kN/m}^2$
- teplotní účinky vyvolané změnami teploty ocelové konstrukce  

návrhové hodnoty extrémních teplot (Brno):     $T_{min} = -28,1 \text{ }^\circ\text{C} = 245 \text{ K}$   
 $T_{max} = +38,1 \text{ }^\circ\text{C} = 311 \text{ K}$

Zvláštní pozornost byla věnována účinkům větru, jelikož konstrukce je umístěna mezi okolními budovami a současně se jedná o zastřešení bez obvodových stěn, kde může vznikat vztlak působící na spodní líc střechy. Z tohoto důvodu byla provedena i kontrola zatížení jako přístřešek podle ČSN EN 1991-1-4.

Všechna zatížení byla do výpočtového modelu zadána jako plošná nebo liniová zatížení podle charakteru působení a byla kombinována v souladu s požadavky Eurokódů.



#### 4. VÝPOČTOVÝ MODEL A POUŽITÉ PROGRAMY

Statický výpočet nosné konstrukce byl proveden pomocí prostorového prutového modelu v programu **SCIA Engineer**. Model zahrnuje všechny hlavní nosné prvky konstrukce, tedy střešní vazníky, sloupy, vaznice a ztužidla, včetně jejich skutečné geometrie a materiálových vlastností.

Podpory sloupů byly uvažovány jako:

- vetknuté v osách 01-05 a 08-10
- v osách 6–7 je příhradový vazník uložen na výstupech přilehlých budov. Uložení vazníku je navrženo jako kloubové.

Výpočtový model byl zatížen všemi návrhovými zatíženími a jejich kombinacemi pro MSÚ a MSP. Na základě výsledků byly stanoveny vnitřní síly v jednotlivých prvcích, které následně sloužily pro návrh průřezů a posouzení konstrukce.

Detailní posouzení vybraných styčnicků, montážních spojů a kotvení sloupů bylo provedeno v programu **IDEA StatiCa**, a to v souladu s normami ČSN EN 1993-1-8 a ČSN EN 1992-4. Tím byla ověřena únosnost a spolehlivost klíčových konstrukčních detailů.

#### 5. POSOUZENÍ KONSTRUKCE

Nosné prvky konstrukce byly posouzeny v mezním stavu únosnosti (MSÚ) i v mezním stavu použitelnosti (MSP) podle požadavků Eurokódů. Byla ověřena únosnost všech hlavních prvků, zejména vazníků, vaznic, sloupů a ztužidel, na účinky normálových sil, ohybových momentů a smykových sil včetně jejich kombinací.


Zvláštní pozornost byla věnována prvkům namáhaným tlakem z hlediska stability, zejména posouzení vzpěru a klopení. Sloupy byly posouzeny na kombinaci tlaku a ohybu a jejich stabilita byla prokázána.

V mezním stavu použitelnosti byly kontrolovány průhyby hlavních vazníků, vaznic a sloupů. Vzhledem k prosklenému střešnímu plášti byly uvažovány zpřísněné mezní hodnoty průhybů. Všechny kontrolované hodnoty vyhověly.

Vybrané styčnický, montážní spoje a kotvení sloupů byly posouzeny v programu IDEA StatiCa. Byla ověřena únosnost šroubů, svarů, plechů a kotev. Všechny posuzované detaily splnily požadavky platných norem.

#### 6. POROVNÁNÍ KONSTRUKČNÍCH VARIANT

V rámci návrhu zastřešení byly zpracovány tři konstrukční varianty, které se liší zejména koncepcí nosných vazníků a použitými typy průřezů. Pro každou variantu byl vytvořen samostatný výpočtový model při shodných okrajových podmínkách, zatížení a kombinacích zatížení, aby bylo zajištěno objektivní porovnání jejich statického chování a materiálové náročnosti.

	<p style="text-align: center;"><b>DIPLOMOVÁ PRÁCE</b></p> <p>Název práce:      Návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže</p> <p>Část B:                Statický výpočet</p>	<p style="text-align: center;"><b>6</b></p>
--	---	---

Varianta 1 - je řešena pomocí příhradových vazníků s obloukovým horním i dolním pásem. Toto uspořádání umožňuje přenos zatížení převážně prostřednictvím normálových sil, a tím dosahuje vysoké statické účinnosti a nízké spotřeby materiálu.

Varianta 2 - využívá příhradové vazníky sedlového tvaru z trubkových profilů. Jedná se o konstrukčně jednodušší systém, avšak s většími ohybovými účinky v pasech, což vede k potřebě robustnějších průřezů a vyšší spotřebě oceli.

Varianta 3 - je tvořena Vierendeelovými vazníky s tuhými styčníky, kde přenos zatížení probíhá převážně ohybem. Tento systém je architektonicky výrazný, avšak z hlediska statiky a materiálové efektivity nejméně výhodný.

Na základě výkazu materiálu bylo zjištěno, že celková spotřeba oceli činí:

- Varianta 1: přibližně 175 t
- Varianta 2: přibližně 220 t
- Varianta 3: přibližně 248 t

Z porovnání jednoznačně vyplývá, že Varianta 1 vykazuje nejnižší materiálovou náročnost a zároveň příznivé statické chování konstrukce.

## 7. OCHRANA KONSTRUKCE

### 4.1 Ochrana proti požáru

Požadavky na požární odolnost nosné ocelové konstrukce zastřešení nejsou předmětem této diplomové práce. Konstrukce je navržena jako otevřená bez obvodových stěn a její požární posouzení bude řešeno v navazujících stupních projektové dokumentace v souladu s požadavky platných předpisů a norem.


### 4.2 Povrchová ochrana, ochrana proti bludným proudům

Ocelová konstrukce zastřešení je částečně pohledová, proto jsou kladeny zvýšené požadavky na kvalitu povrchové úpravy a estetické provedení. Protikorozní ochrana ocelové konstrukce bude zajištěna pomocí ochranných nátěrových systémů dle ČSN EN ISO 12944 v závislosti na korozní agresivitě prostředí.

Pro daný objekt se uvažuje:

- interiér zastřešené pasáže:  
stupeň korozní agresivity prostředí **C3**,
- exteriérové části konstrukce:  
stupeň korozní agresivity prostředí **C3**.

Požadovaná životnost povrchové ochrany je uvažována jako velmi vysoká (VH), tj. více než 25 let.

	<p style="text-align: center;"><b>DIPLOMOVÁ PRÁCE</b></p> <p>Název práce:      Návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže</p> <p>Část B:                Statický výpočet</p>	<p style="text-align: center;"><b>7</b></p>
--	---	---

Veškeré tenkostěnné ocelové prvky, spojovací materiál a případné podpůrné konstrukce umístěné v exteriéru budou chráněny žárovým zinkováním.

Kotevní šrouby sloupů budou před betonáží opatřeny vhodným ochranným nátěrem na bázi epoxidových hmot za účelem zvýšení odolnosti proti korozi a bludným proudům.

Požadavky na ochranu proti bludným proudům vyplývají z obecně platných zásad ochrany ocelových konstrukcí v městském prostředí a budou upřesněny na základě výsledků korozního průzkumu v navazujícím stupni dokumentace.

#### 4.3 Zemnění konstrukce

Nosná ocelová konstrukce musí být vodivě propojena a připojena na zemnicí systém objektu. Zemnění konstrukce bude navrženo v projektové dokumentaci v souladu s příslušnými normami ČSN a koordinováno s profesemi elektro a hromosvod.

Vodivé propojení v šroubových styčnicích bude zajištěno použitím podložek s prorážecími hroty (např. vějířové podložky), které zajistí spolehlivý elektrický kontakt mezi jednotlivými prvky konstrukce.

## 8. MATERIÁL

Nosná konstrukce zastřešení je navržena z konstrukční oceli minimální třídy S355 dle ČSN EN 10025.

Sloupy a hlavní prvky vazníků jsou navrženy z trubkových profilů (CHS, případně RHS) a válcovaných I-profilů v závislosti na konstrukční variantě. Tyto oceli mají zaručenou svařitelnost a jsou vhodné pro použití v nosných ocelových konstrukcích.

Spojovací materiál je uvažován:

- šrouby pevnostních tříd 8.8 dle ČSN EN ISO 898-1,
- v exteriérových nebo korozně exponovaných místech je možné použití nerezových šroubů minimálně kvality A4-70.

Svary jsou navrženy jako konstrukční, u rozhodujících styčnic s úplným provařením.

## 9. VÝROBA A MONTÁŽ KONSTRUKCE


Výroba a montáž nosné ocelové konstrukce musí být provedena firmou s platným oprávněním pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí odpovídající třídy provedení.

Ocelová konstrukce bude provedena dle:

- ČSN EN 1090-1 – Provádění ocelových konstrukcí,
- ČSN EN 1090-2 – Technické požadavky na ocelové konstrukce.

Konstrukce je navržena v třídě provedení EXC3. Vybrané méně namáhané části mohou být zařazeny do třídy EXC2.

Montážní spoje budou přednostně řešeny jako šroubované, svařované spoje budou

	<p style="text-align: center;">DIPLOMOVÁ PRÁCE</p> <p>Název práce:      Návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže</p> <p>Část B:                Statický výpočet</p>	<p style="text-align: center;">8</p>
--	--	--------------------------------------

prováděny převážně ve výrobě. Ve šroubových spojích budou použity šrouby tříd 8.8 a certifikované sady dle ČSN EN 14399. Šrouby budou dotaženy na minimálně 70 % předepsaného utahovacího momentu.

Pohledové svary musí být zabroušeny a povrchově upraveny tak, aby bylo dosaženo požadované estetické úrovně konstrukce.

Montáž konstrukce bude zahájena osazením sloupů a základních ztužujících modulů, které zajistí stabilitu konstrukce v počátečních fázích montáže. Následně bude pokračováno montáží hlavních vazníků a vaznic v podélném směru objektu.

Patní plechy sloupů budou po vyrovnání konstrukce podlity vysokopevnostní zálivkovou hmotou s minimální pevností odpovídající betonu C30/37.


Mechanické a chemické kotvy musí být osazeny v souladu s technologickými předpisy výrobce při dodržení minimálních okrajových vzdáleností a kotevních hloubek.

## 10. ZAVĚR

V diplomové práci byl zpracován návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže a provedeno porovnání tří konstrukčních variant. Na základě statického posouzení a výkazu materiálu byla jako nejvhodnější zvolena **varianta č. 1**, která vykazuje nejnížší spotřebu oceli a příznivé statické chování.

Navržená konstrukce splňuje požadavky mezního stavu únosnosti i použitelnosti dle platných norem a je konstrukčně i technologicky realizovatelná. Zvolená varianta představuje hospodárné a efektivní řešení pro navrhované zastřešení.



	<p style="text-align: center;"><b>DIPLOMOVÁ PRÁCE</b></p> <p>Název práce:      Návrh ocelové konstrukce zastřešení obchodní pasáže</p> <p>Část B:                Statický výpočet</p>	<p style="text-align: center;"><b>9</b></p>
--	---	---

## 11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### NORMY:

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem.

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem.

ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Teplotní účinky.

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

ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků.

ČSN EN ISO 12944: Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 5: Ochranné nátěrové systémy.

ČSN EN 10027-1: Systémy označování ocelí – Část 1: Stavba značek ocelí.

ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce.

### LITERATURA:

PILGR, M. Kovové konstrukce: Navrhování prvků ocelových konstrukcí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019.

WALD, F. a kol. Prvky ocelových konstrukcí: Příklady podle Eurokódů. Praha: ČVUT, 2005.

### SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ:

SCIA Engineer

IDEA StatiCa

Autodesk AutoCAD 2025

Microsoft Word

Microsoft Excel