



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

OCELOVÁ KONSTRUKCE VÝROBNÍ HALY S ADMINISTRATIVNÍ VESTAVBOU

PRODUCTION HALL WITH ADMINISTRATIVE BUILD-IN STRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Šenk

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2021



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

PRŮVODNÍ DOKUMENTY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Šenk

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Josef Šenk
Název	Ocelová konstrukce výrobní haly s administrativní vestavbou
Vedoucí práce	Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990- Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991- Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1993- Navrhování ocelových konstrukcí
- [4] ČSN EN 1995- Navrhování dřevěných konstrukcí
- [5] Koželouh B.: Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5 - Step 1 Navrhování a konstrukční materiály, Bohumil Koželouh 1998
- [6] Melcher J., Straka B.: Kovové konstrukce- Konstrukce průmyslových budov, SNTL Praha 1985

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce výrobní haly s vestavěnou administrativní částí v Hrušovanech u Brna.

Požadovaná skladovací plocha je minimálně 300 m². Minimální světlá výška skladovací plochy je požadována 6 m. Mimo skladovací plochu je požadavek na umístění administrativní části spojené s provozem v minimální ploše 120 m². Tvar konstrukce volte s ohledem na architektonické požadavky související s účelem stavby. Pro nosnou konstrukci zvolte ocel běžně dostupné pevnostní třídy.

Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů. Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením ocelové konstrukce výrobní haly s administrativní vestavbou v Hrušovanech u Brna. Půdorysné rozměry haly jsou 12 x 50 m a výška v hřebeni je 9 m. Nosná konstrukce haly se skládá z příčných rámových vazeb, které jsou od sebe vzdáleny 5 m. Rámová vazba je z válcovaných profilů IPE. Vazba je řešena jako trojkloubový rám. Rámy jsou propojeny podélnými ztužidly. Prostorová tuhost je zajištěna příčnými ztužidly. Vestavba má půdorysné rozměry 11 x 14,75 m. Stropní konstrukce je spřažená se stropnicemi. Ocelová konstrukce výrobní haly i administrativní vestavby je z oceli S235.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výrobní hala, příčná vazba, trojkloubový rám, ztužidlo, ocelová vestavba, spřažení, spřažený nosník

ABSTRACT

My bachelor's thesis contains design and assessment of steel structure of production hall with build-in administrative part located in Hrušovany u Brna. The dimensions of the ground plan are 12 x 50 m and the height of the structure is 9 m. The supporting structure consists of transverse frames. Distance of each transverse frame is 5 m. The frame structure is made of steel IPE profiles and is designed as a three-hinged frame. All frames are connected by longitudinal bracings. The spatial rigidity of the structure is provided by sway bracings. The dimensions of the ground plan of the build-in administrative part are 11 x 14,75m. The structure of ceiling is designed as steel-concrete composite structure. The steel structure of production hall and build-in administrative part is made of S235 steel.

KEYWORDS

Production hall, main frame, three-hinged frame, bracing, built-in steel structure, composite action, composite beam

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Josef Šenk *Ocelová konstrukce výrobní haly s administrativní vestavbou*. Brno, 2021.
16 s., 147 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Ocelová konstrukce výrobní haly s administrativní vestavbou* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2021

Josef Šenk
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Ocelová konstrukce výrobní haly s administrativní vestavbou* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2021

Josef Šenk
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Janu Barnatovi, Ph.D. za odborné vedení při práci, cenné rady a za jeho čas, který mi věnoval. Dále bych rád poděkoval své rodině, která mě v průběhu celého studia podporovala.

OBSAH PRÁCE

Textová část práce

1. Titulní list
2. Zadání práce
3. Abstrakt a klíčová slova
4. Bibliografická citace
5. Prohlášení o původnosti VŠKP
6. Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP
7. Poděkování
8. Popisný soubor závěrečné práce
9. Seznam použité literatury
10. Obsah

Přílohy:

A – Technická zpráva

B – Statický výpočet

C – Výkresová dokumentace

1. PŮDORYS
2. ŘEZY
3. KOTEVNÍ PLÁN + DETAILS KOTVENÍ
4. DETAILS

D – Výstupy ze statického programu

1. Výstup z programu SCIA – Výrobní hala
2. Výstup z programu SCIA – Administrativní vestavba



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

A – TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Šenk

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2021

Obsah

1	Základní popis	2
2	Materiál.....	2
3	Zatížení.....	2
3.1	Vlastní tíha	2
3.2	Ostatní stálé zatížení.....	2
3.3	Užitné	2
3.4	Zatížení sněhem	2
3.5	Zatížení větrem	2
4	Základní prvky konstrukce	3
4.1	Sloupy.....	3
4.2	Příčle.....	3
4.3	Štítové sloupy.....	3
4.4	Příčná ztužidla	3
4.5	Podélná ztužidla	3
4.6	Sloupy administrativní vestavby	4
4.7	Průvlaky.....	4
4.8	Stropnice	4
4.9	Ztužení vestavby	4
4.10	Opláštění haly	4
5	Spoje.....	4
6	Povrchová úprava	5
7	Montáž	5
8	Výkaz materiálu.....	5
9	Seznam použitých zdrojů	6
10	Seznam příloh.....	6

1 Základní popis

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a posoudit konstrukční prvky výrobní haly v Hrušovanech u Brna. Půdorysné rozměry haly jsou 12 x 50 m. Výška okapu je 7 m a výška hřebene 9 m. Střeška je sedlová se sklonem 18,4° (33,3 %). Příčná vazba je řešena jako trojkloubový rám. Příčná vazba je tvořena dvěma sloupy průřezu IPE 400A, ke kterým je jsou rámovým spojem připojeny příčně průřezu IPE4000. Spojení příčlí ve vrcholu je zajištěno kloubovým spojem. Příčná ztužidla jsou navržena z kruhových tyčí a podélná ztužidla z obdélníkových tyčí.

Součástí haly je administrativní vestavba o půdorysných rozměrech 11 x 14,75 m, která bude provedena nezávisle na konstrukci výrobní haly. Konstrukce vestavby je tvořena kyvnými stojkami průřezu HEA 180, do kterých jsou kloubově připojeny průvlaky průřezu IPE 330. Spřažené stropnice průřezu IPE 220 jsou kloubově spojeny s průvlaky. Stropní konstrukci vestavby bude tvořit spřažená železobetonová deska. Opláštění haly bude ze sendvičových panelů Kingspan. Konstrukce haly je tvořena 11 příčnými rámy o rozpětí 12 m. Osová vzdálenost ráků je 5 m.

2 Materiál

Hlavní nosná ocelová konstrukce je navržena z oceli S235JR. Ztužení administrativní vestavby je provedeno systémovým řešením DETAN od výrobce HALFEN. Na stropní konstrukci vestavby je navržen beton třídy C25/30. Šrouby jsou pevnostní třídy 5,6. Betonové patky jsou navrženy z betonu třídy C 20/25.

3 Zatížení

3.1 Vlastní tíha

- generováno programem SCIA

3.2 Ostatní stálé zatížení

- | | |
|--|-------------------------|
| - střešní panel Kingspan KS 100 X-DEK XD | 21,40 kg/m ² |
| - stěnový panel Kingspan KS 1150 NF | 14,34 kg/m ² |
| - betonová deska (stropní konstrukce vestavby) | 2,193 kN/m ² |
| - podlaha vestavby (bet. potěr + ker. dlažba) | 0,910 kN/m ² |

3.3 Užité

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| - kancelářské plochy | 3,0 kN/m ² |
|----------------------|-----------------------|

3.4 Zatížení sněhem

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| - sněhová oblast I. | $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$ |
|---------------------|----------------------------|

3.5 Zatížení větrem

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| - větrná oblast II. | $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$ |
|---------------------|------------------------------|

4 Základní prvky konstrukce

4.1 Sloupy

Sloupy jsou navrženy z válcovaného průřezu IPE 4000. Sloup je v místě rámového rohu vyztužen plechy tloušťky 10 mm. V místech připojení ztužidel je na stojinu přivařen plech. V horní části je pásnice připravena pro spojení příčle. Kotvení sloupů je zajištěno přes patní plech čtyřmi mechanickými kotvami Fischer FAZ II. Kotvy je nutno v patním plechu zainjektovat. Sloupy jsou uloženy na základových patkách kloubově.

4.2 Příčle

Příčle jsou navrženy z válcovaného průřezu IPE 400A a jsou ve sklonu 18,4°. Spojení příčle ke sloupu je zajištěno šroubovým rámovým spojem přes styčnickový plech tloušťky 16 mm. Ve spoji je použito celkem 12 šroubů M16 5,6. Příčel je v místě rámového rohu vyztužena svařovaným náběhem. Stojina náběhu je z plechu tloušťky 10 mm a pásnice 12 mm. Kloubové spojení příčlí ve vrcholu je provedeno pomocí styčnickovými plechy přivařenými ke stojině příčle. Ke spojení budou použity 2 šrouby M16 5,6.

4.3 Štítové sloupy

Sloupy jsou navrženy z válcovaného průřezu HEA 180. Sloupy jsou navrženy jako kyvné stojky, které netvoří lokální podporu příčle. Kotvení sloupů je zajištěno přes patní plech dvěma mechanickými kotvami Fischer FAZ II. Kotvy je nutno v patním plechu zainjektovat. Sloupy jsou uloženy na základových patkách kloubově. Kloubové spojení s příčlí je provedeno pomocí přivařeného plechu k pásnici příčle. Ke spojení budou použity 2 šrouby M16 5,6.

4.4 Příčná ztužidla

Příčná ztužidla jsou navržena z profilu TR KR 60,3x4,5 mm. Na konstrukci se nachází mezi řadami 1 a 2, 6 a 7, 10 a 11. V polovině délky příčle a sloupu jsou navrženy svislice. Svislice jsou z profilu TR KR 42,2x4,5 mm. Příčné ztužidlo je ke sloupu a příčlí připojeno kloubově. Spojení je provedeno pomocí přivařeného plechu na sloupu/příčlí. Ke spojení táhla a plechu je použit 1 šroub M16 5,6. Křížení táhel je řešeno tak, že jedno táhlo je průběžné a druhé s k němu v místě křížení připojuje. V jednom z táhel se vyfrézuje drážka a vložený plech se k táhlu přivaří. Druhé táhlo je k plechu připojeno pomocí šroubu M16 5,6.

4.5 Podélná ztužidla

Podélná ztužidla jsou navržena z profilu TR OBD 60x40x3,2 mm. Na konstrukci se nachází v řadě A, B, C a D. Spojení je provedeno pomocí přivařeného plechu na sloupu/příčlí. K spojení táhla a plechu je použit 1 šroub M16 5,6.

4.6 Sloupy administrativní vestavby

Sloupy jsou navrženy z válcovaného průřezu HEA 180. Sloupy jsou navrženy jako kyvné stojky. Kotvení sloupů je zajištěno přes patní plech dvěma mechanickými kotvami Fischer FAZ II. Kotvy je nutno v patním plechu zainjektovat. Sloupy jsou uloženy na základových patkách kloubově.

4.7 Průvlaky

Průvlaky jsou navrženy z válcovaného průřezu IPE 330. Průvlaky tvoří podpory pro spřažené stropnice. Kloubové spojení se sloupem je provedeno pomocí přivařeného plechu k pásnici sloupu. Ke spojení průvlaku budou použity 3 šrouby M16 5,6.

4.8 Stropnice

Stropnice jsou navrženy z válcovaného průřezu IPE 200. Stropnice jsou spřaženy se stropní železobetonovou deskou tloušťky 70 mm. Beton použitý na železobetonovou desku je třídy C25/30. Spřažení je provedeno pomocí VSŽ plechu výšky 50 mm a spřahovacích trnů délky 100 mm. Žebra VSŽ plechu jsou orientována kolmo ke stropnici. Spřahovací trn je přivařen v každém žeburu. Kloubové spojení k průvlaku / sloupu je provedeno pomocí přivařeného plechu. Ke spojení stropnice budou použity 2 šrouby M16 5,6.

4.9 Ztužení vestavby

Ztužení vestavby je navrženo pouze konstrukčně, protože nebyly uvažovány vodorovné účinky. Ke ztužení je použit systém táhel DETAN od výrobce HALFEN. Jsou navržena táhla $\phi 16$ mm. Křížení táhel je řešeno pomocí spojovacího kruhu.

4.10 Opláštění haly

Opláštění střešní konstrukce bude provedeno sendvičovými panely Kingspan KS 100 X-DEK XD. Tloušťka IPN jádra je 80 mm. Panel se skládá z trapézového plechu, izolace a folie. Zatížení ze střešního pláště je přenášeno vaznicemi. Opláštění stěn bude provedeno sendvičovými panely Kingspan KS 1150 NF. Tloušťka IPN jádra je 150 mm. Panel se skládá z plechu a izolace. Zatížení z obvodového pláště je přenášeno štítovými a rámovými sloupy. Kotvení panelů je provedeno pomocí samovrtných šroubů.

5 Spoje

Montážní spoje hlavních prvků ocelové konstrukce jsou navrženy šroubované. Pro montážní spojení budou použity šrouby pevnosti 5,6. Veškerý spojovací materiál bude v pozinkovaném provedení. Dílenské svarové spoje budou provedeny v ochranné atmosféře metodou obloukového svařování.

6 Povrchová úprava

Všechny ocelové prvky navržené konstrukce budou opatřeny ochranným nátěrem Sika Unitherm Platinum 120. Nátěr bude proveden na otryskaný povrch v minimální tloušťce vrstvy 80 µm.

7 Montáž

Pro konstrukci byla stanovena třída provedení EXC2, výrobní kategorie PC1 a kategorie použitelnosti SC1.

Po provedení základových konstrukcí se provede osazení sloupů administrativní vestavby. Proběhne směrová i výšková rektifikace a vytvoří se podlití pod sloupy. Poté se ke sloupům připojí průvlaký a následně se konstrukce ztuží pomocí táhel. Dále se provede montáž stropnic k průvlakům.

Po montáži ocelové konstrukce vestavby proběhne montáž ocelové konstrukce haly. Na zemi se provede spojení sloupu s příčlí, takto sestavená část se osadí na základové patky, stejným způsobem jako u vestavby. Postup montáže bude postupně od kraje (štítu) haly. První sestavený rám se provizorně zajistí. Po montáži a zajištění druhého rámu se provede montáž příčných a podélných ztužidel. Dále se pokračuje s montáží sestavených částí a ty se propojují podélnými ztužidly. Mezi rámy 6 a 7, 10 a 11 se provede montáž příčných ztužidel. Po zhotovení konstrukce haly se provede montáž štítových sloupů. Štítové sloupy se vztyčí a proběhne jejich rektifikace, ukotvení a připojení k příčli. Následně se může pokračovat ve výstavbě administrativní vestavby. Na stropnice se uloží VSŽ plechy a ty se pomocí spřahovacích trnů přivaří ke stropnici. Poté se zhotoví po obvodu bednění a stropní deska se vybetonuje.

8 Výkaz materiálu

Viz. příloha D – Výstup z programu SCIA

9 Seznam použitých zdrojů

Normy

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1 ed.2 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-8 ed.2 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [6] ČSN EN 1994-1-1 ed.2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Literatura

- [7] PILGR, Milan. Kovové konstrukce: navrhování prvků ocelových konstrukcí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-018-7
- [8] KARMAZÍNOVÁ, Marcela a Milan PILGR. Ocelové konstrukce vícepodlažních budov: pomůcka pro cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2570-9

Internetové stránky

- [9] <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz>
- [10] <https://www.fischer-cz.cz/cs-cz/>
- [11] <https://www.halfen.com/cz/>
- [12] <https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/default.html#>
- [13] <https://cze.sika.com>

10 Seznam příloh

A – Technická zpráva

B – Statický výpočet

C – Výkresová dokumentace

D – Výstupy ze statického programu