



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

PATROVÁ BUDOVA S ATRIEM

MULTI-STOREY BUILDING WITH ATRIUM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Miroslav Brodecký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Miroslav Brodecký
Název	Patrová budova s atriem
Vedoucí práce	Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2016
Datum odevzdání	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
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] Melcher J., Straka B.: Kovové konstrukce- Konstrukce průmyslových budov, SNTL Praha 1985

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce objektu víceúčelové patrový budovy v Blansku. Minimální půdorysná zastavěná plocha je 1 800 m². Minimální počet podlaží je stanoven na 4. Nosnou konstrukci vypracujte v předběžném návrhu ve dvou konstrukčních variantách. Pro detailní řešení zvolte vhodně jednu z variant. Pro nosnou konstrukci zvolte primárně ocel pevnosti S235 nebo S355. Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů. Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem ocelové nosné konstrukce patrové budovy s atriem o pěti nadzemních podlažích. Objekt se nachází v lokalitě Blansko a jeho půdorysné rozměry jsou 32,5 x 56 m a maximální výška objektu je 23,2 m. Výška podlaží je 4 m. Nosná konstrukce patrové budovy je řešena kloubovými styčníky. Střecha atria je tvořena příhradovými vazníky. Návrh a posouzení je provedeno dle platných norem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Atrium, patrová budova, ocelová konstrukce, spřažená ocelobetonová konstrukce, stropnice, průvlak, sloup, vaznice, příhradový vazník

ABSTRACT

The diploma work deals with a design of a steel load-bearing structure for a multi-storey building with an atrium consisting of five above ground floors. The property is situated into Blansko area. Its ground-plan measures are 32.5 x 56 m. The maximum height of the property is 23.2 m. The height of the floor is 4 m. Load-bearing structure is designed with articulated joints. The atrium roof is formed from truss girders. The design and assessment is done according to rules in operation.

KEYWORDS

Atrium, multi-storey building, steel structure, composite steel and concrete structure, secondary beam, primary beam, column, purlin, truss girder

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Miroslav Brodecký *Patrová budova s atriem*. Brno, 2017. 20 s., 216 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8. 1. 2017

Bc. Miroslav Brodecký
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 8. 1. 2017

Bc. Miroslav Brodecký
autor práce

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

Autor práce Bc. Miroslav Brodecký

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Patrová budova s atriem

Název práce v anglickém jazyce Multi-Storey Building with Atrium

Název práce v anglickém jazyce

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze PDF

Abstrakt práce Diplomová práce se zabývá návrhem ocelové nosné konstrukce patrové budovy s atriem o pěti nadzemních podlažích. Objekt se nachází v lokalitě Blansko a jeho půdorysné rozměry jsou 32,5 x 56 m a maximální výška objektu je 23,2 m. Výška podlaží je 4 m. Nosná konstrukce patrové budovy je řešena kloubovými styčníky. Střecha atria je tvořena příhradovými vazníky. Návrh a posouzení je provedeno dle platných norem.

Abstrakt práce v anglickém jazyce The diploma work deals with a design of a steel load-bearing structure for a multi-storey building with an atrium consisting of five above ground floors. The property is situated into Blansko area. Its ground-plan measures are 32.5 x 56 m. The maximum height of the property is 23.2 m. The height of the floor is 4 m. Load-bearing structure is designed with articulated joints. The atrium roof is formed from truss girders. The design and assessment is done according to rules in operation.

Klíčová slova Atrium, patrová budova, ocelová konstrukce, spřažená ocelobetonová konstrukce, stropnice, průvlak, sloup, vaznice, příhradový vazník

Klíčová slova Atrium, multi-storey building, steel structure, composite steel and

**v anglickém
jazyce**

concrete structure, secondary beam, primary beam, column, purlin,
truss girder

Poděkování:

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Janu Barnatovi, Ph.D. za vstřícný přístup, odborné vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval svým nejbližším za umožnění a podporu studia.



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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Miroslav Brodecký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2017



1 Obsah

2	Úvod.....	3
3	Přehled norem	3
4	Zatížení.....	3
5	Popis konstrukce	4
6	Materiál	6
7	Přeprava.....	6
8	Povrchová úprava.....	7
9	Montáž.....	7
10	Závěr.....	7
11	Seznam použitých zdrojů	8
12	Seznam příloh.....	9
13	Seznam použitých symbolů.....	9



2 Úvod

Diplomová práce se zabývá návrhem nosné konstrukce víceúčelové patrové budovy s atriem v Blansku s pěti nadzemními podlažími. Půdorysné rozměry objektu jsou 32,5 m x 56 m a maximální výška 23,2 m. V předběžném návrhu byli vytvořeny tři konstrukční varianty zastřešení atria, pro detailní návrh a posouzení byla zvolena varianta B.

3 Přehled norem

Nosná konstrukce je navržena dle následujících norem:

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí
- Část 1–1 – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- Část 1–3 – Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- Část 1–4 – Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí
- Část 1–1 – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- Část 1–8 – Navrhování styčníků
- ČSN EN 1994 – Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí
- Část 1–1 – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1995 – Navrhování dřevěných konstrukcí
- Část 1–1 – Obecná pravidla, Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

4 Zatížení

Návrh konstrukce na účinky zatížení je stanoven dle zásad Eurokodu, kde jsou zpracovány ve dvou mezních stavech.

Pro posouzení konstrukce bylo vytvořeno patnáct zatěžovacích stavů, kde je stálou složkou zatížení vlastní tíha konstrukce, opláštění budovy a skladby podlah. Proměnná složka zatížení je tvořena zatížením sněhem, větrem a zatížením užitným. Hodnota užitného zatížení byla zvolena pro jednotlivé podlaží 4 kN/m².

Pro lokalitu Blansko je stanovena klimatická sněhová oblast na trojku a větrná klimatická oblast na dvojku. Hodnoty a tvary klimatického zatížení jsou brány z ČSN EN 1991-1-3 a ČSN EN 1991-1-4.



5 Popis konstrukce

1. Geometrie konstrukce

Nosná kostra patrové budovy je tvořena v příčném i podélném směru kyvnými vazbami. Kyvné vazby jsou tvořeny kyvnými sloupy a kloubově připojenými stropnicemi a průvlaky. Půdorysné rozměry objektu jsou 32,5x56 m. Výška jednotlivých podlaží je 4 m. Osově vzdálenosti sloupů ve směru x 6,5 m a ve směru y 8 m. Stropnice, které jsou kloubově uloženy na průvlaku a sloupech, mají osovou vzdálenost 1,625 m. Průvlaky mají osovou vzdálenost 8 m. Prostorovou tuhost zajišťují v obou směrech příhradová ztužidla, které jsou umístěny v krajních polích.

Jednotlivá patra objektu mění svoji dispozici, mění se prostor atria. Zastřešení atria je provedeno pomocí příhradových vazníků, které mají rozpětí 19,5 m, výšku 2,4 m a jsou od sebe osově vzdáleny 8 m. Horní pás vazníku je obloukový a dolní pás je přímopasý. Ve třetinách rozpětí vazníku jsou umístěny podélná příhradová ztužidla. Na vazníku jsou uloženy vaznice, které jsou osově vzdáleny 2,028 m. Příčná střešní ztužidla jsou umístěna v krajních polích.

2. Vaznice

Je řešena jako gerberův nosník o pěti polích. Vaznice je uložena na horní hraně horního pásu vazníku pomocí styčnickových plechů a šroubového spoje. Vnitřní kloub je tvořen čepovým spojem. Vaznice byla navržena ze čtvercové trubky 180x180x6,3 mm.

3. Vazník

Je řešen jako příhradový nosník, prostě uloženy na sloupy patrové budovy. Vazník je tvořen obloukovým horním pásem, přímopasým dolním pásem a diagonálami. Horní pás a dolní pás jsou navrženy ze čtvercové trubky 90x90x8 mm a diagonály ze čtvercových trubek 40x40x4 mm. Uložení vazníku na sloupy je provedeno přes čepový spoj.

4. Podélné ztužidlo

Ztužidlo je tvořeno dolním pásem a diagonálami. Diagonály jsou navrženy ze čtvercové trubky 60x60x4 mm a dolní pás ze čtvercové trubky 70x70x4 mm. Napojení podélného ztužidla na vazník je řešeno pomocí šroubového spoje.



5. Příčné střešní ztužidlo

Ztužidlo je kruhového profilu průměru 16 mm a je součástí systému táhel HALFEN DETAN S 460. Spojení s vazníkem je provedeno pomocí litinových hlavic zajištěné čepem a ocelového styčnickového plechu pevnostní třídy S 355J2.

6. Stropnice

Stropnice jsou vloženy mezi průvlaky a ze statického hlediska jsou řešeny jako prosté nosníky. Jsou spřaženy s betonovou deskou tl. 120 mm. Spřažení je provedeno pomocí spřahovacích trnů průměru 22 mm a délky 100 mm. Jako bednění pro betonovou desku je použit trapézový plech TR 50/250 tl. 1 mm. Stropnice budou při montáži podepřeny. Navrženy byly válcované profily IPE, a to IPE 220 pro stropnice na střeše a IPE 240 pro běžné podlaží. Spojení stropnice s průvlakem a sloupem je provedeno pomocí čelní desky a šroubového spoje.

7. Průvlaky

Průvlaky jsou vloženy mezi sloupy a ze statického hlediska jsou řešeny jako prosté nosníky. Nejsou spřaženy s betonovou deskou. Navrženy byly válcované profily IPE, a to IPE 400 pro průvlaky na střeše a IPE 500 pro běžné podlaží. Spojení průvlaku se sloupem je provedeno pomocí čelní desky a šroubového spoje.

8. Sloupy

Ze statického hlediska jsou sloupy řešeny jako kyvné stojky o délce 4 m. Sloupy jsou kotveny do základových patek pomocí čelní desky a lepených kotevních šroubů pevnostní třídy 5.8. Kvůli úspoře materiálu byly sloupy po délce rozděleny na dva průřezy. První průřez probíhá přes tři horní patra a druhý průřez přes dvě dolní patra. Stykování sloupů je provedeno pře čelní desky a šroubový spoj. Navrženy jsou válcované profily HEB (sloup atrium – HEB 240, sloup atrium – HEB 300, Sloup 1 – HEB 220, Sloup 2 – HEB 280).

9. Stěnové ztužidla

Stěnové ztužidla jsou kruhového profilu ve směru x průměru 36 mm a ve směru y průměru 24 mm. Ztužidla jsou součástí systému táhel HALFEN DETAN S 460. Spojení se sloupy, průvlaky a stropnicemi je provedeno pomocí litinových hlavic zajištěné čepem a ocelového styčnickového plechu pevnostní třídy S 355J2.



10. Montážní spoj vazníku

Z důvodu přepravy materiálu byl navržen montážní spoj na vazníku. Z estetických důvodů bude montážní spoj proveden svařením dvou částí vazníku na stavbě a následně defektoskopicky ověřen, zda se ve svarech nenachází nějaké vady.

11. Kotvení

Ze statického hlediska bylo kotvení řešeno jako kloubové s poddajnou patní deskou. V konstrukci bylo navrženo pět druhů kotvení – K1 a K2 mimo ztužidla; K3, K4 a K5 jsou u ztužidel. Všechny druhy kotvení mají stejné kotevní šrouby, byly navrženy pouze konstrukční šrouby HILTI HAS-E M20 5.8 délky 300 mm do chemické kotvy HILTI HIT-RE 500.

U kotvení, které jsou u ztužidel, byly navrženy pro přenos vodorovných sil kotevní zarážky z válcovaného profilu HEB 100 dl. 145 mm.

6 Materiál

Ocelová nosná konstrukce – ocel S235JR

Trapézový plech – ocel S320GD

Styčnickové plechy pro systém táhel DETAN S460 – ocel S355J2

Ztužidla systém táhel DETAN S460 – ocel S460N

Šrouby – ocel 5.6

Kotevní šrouby – ocel 5.8

Betonová patka – beton C 20/25

Betonová deska – beton C 25/30

7 Přeprava

Přeprava materiálu je řešena silniční dopravou. Největšími a nejobjemnějšími prvky jsou vazníky a sloupy, které musí být dopraveny na tahači s valníkovým návěsem. Tahač s valníkovým návěsem je omezen délkou cca 12 m a výškou přepravovaného prvku cca 4–5 m. Z tohoto důvodu byly prvky navrhovány do délky kolem 12 m. Pro běžné prvky konstrukce postačí běžné nákladní auto.

Nakládání a vykládání velkých prvků je zajištěno jeřáby a běžné prvky vidlicovým zdvižným vozíkem nebo ručně.



8 Povrchová úprava

Nosná konstrukce bude ve výrobě opatřena dvěma vrstvami krycího nátěru. Oba nátěry budou mít tloušťku krycí vrstvy v suchém stavu 40 μm . Po dokončení montáže bude konstrukce opatřena jedním opravným nátěrem, který bude mít též tloušťku krycí vrstvy 40 μm . Barevný odstín nátěru byl vybrán RAL 9006.

9 Montáž

Nejprve se provede betonáž základových patek. Po technologické přestávce dojde ke vztyčení sloupů, které budou následně zajištěny provizorní montážním ztužidlem. Následně dojde k osazení stropnic a průvlaků v 1.NP. Poté dojde k montáži stěnových ztužidel, a tím se vytvoří tuhý celek. Další podlaží budou provedena stejným způsobem. Montáž trapézového plechu a betonáž desky budou probíhat postupně od spodního podlaží. V době montáže bude v horizontálním směru zajišťovat tuhost trapézový plech. Stropnice budou v průběhu betonáže podepírány. Po dosažení požadující pevnosti budou podpěry pod stropnicemi odebrány. Jakmile se dokončí všechna podlaží, budou na zemi svařeny jednotlivé díly vazníku a následně vyzdviženy a osazeny na sloupy. Prostorové ztužení a zajištění se provede osazením podélného ztužidla. Poté se osadí vaznice a příčná střešní ztužidla.

10 Závěr

Konstrukce byla navržena, aby odolávala veškerým zatížením a plnila bezproblémově svoji funkci. Vnitřní síly a deformace byly vygenerovány programem. Dimenzování prvků bylo provedeno softwarem a následně některé z prvků byly ověřeny ručním výpočtem. Spoje byly dimenzovány ručně. Pro návrh a posouzení byly použity níže uvedené publikace a internetové stránky.



11 Seznam použitých zdrojů

Literatura

1. ČSN EN 1990 ed. 2 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 97 s. : il.
2. ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004, 44 s.
3. ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3, Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 55 s.
4. ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: zatížení konstrukcí. Část 1-4, Obecná zatížení - Zatížení větrem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 123 s.
5. ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 96 s.
6. ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-8, Navrhování styčnic Eurocode 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 121 s.
7. ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla, Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 114 s.
8. STUDNIČKA, Jiří. Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1994-1-1. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009, 116 s. : il. ; 24 cm. ISBN 978-80-87093-85-6.
9. MACHÁČEK, Josef. Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8 ; Navrhování hliníkových konstrukcí. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009, 180 s. : il. ; 24 cm. ISBN 978-80-87093-86-3.

Internetové stránky:

1. Kotevní technika. Hilti. [online]. 7.1.2017 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: https://www.hilti.cz/#nav/categories/CLS_ANCHOR_SYSTEMS
2. Systém táhel DETAN. Halfen. [online]. 7.1.2017 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://www.halfen.com/cz/2100/produkty/system-tahel/system-tahel-detan/uvod/>



12 Seznam příloh

- B1 – Varianty
- B2 – Průvodní zpráva
- B3 – Statický výpočet
- B4 – Přílohy statického výpočtu
- B5 – Výkresová dokumentace
- B6 – Orientační výkaz materiálu

13 Seznam použitých symbolů

A - plocha

A_s - plocha jádra dřívku spojovacího prostředku

b - šířka

d - průměr spojovacího prostředku; základna oblouku střechy

d_0 - průměr otvoru pro spojovací prostředek

d_{dir} - součinitel směru větru

C_e - součinitel expozice

$C_0(z)$ - součinitel orografie ve výšce "z"

$C_{pe,10}$ - součinitel vnějšího tlaku větru pro velké zatěžovací plochy

$C_r(z)$ - součinitel drsnosti ve výšce "z"

C_{season} - součinitel ročního období

C_t - tepelný součinitel

C_{my} - součinitel ekvivalentního konstantního zatížení

C_{mz} - součinitel ekvivalentního konstantního zatížení

C_{yLT} - součinitel ekvivalentního konstantního zatížení

e - rozměr pro výpočet oblasti pro zatížení podélným větrem

$E_{0,05}$ - hodnota 5 % kvantilu modulu pružnosti

f - vzepětí oblouku střechy

$f_{c,0,k}$ - charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

$f_{c,0,d}$ - návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

$f_{c,90,k}$ - charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům

$f_{c,90,d}$ - návrhová pevnost v tlaku kolmo k vláknům

$f_{m,k}$ - charakteristická pevnost v ohybu

$f_{m,d}$ - návrhová pevnost v ohybu

$f_{t,0,k}$ - charakteristická pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny

$f_{t,0,d}$ - návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny

f_u - mez pevnosti oceli

f_{ub} - mez pevnosti šroubu

f_y - mez kluzu oceli

f_{yb} - mez kluzu šroubu



g_k - charakteristická hodnota stálého rovnoměrného zatížení
 h - výška
 I - moment setrvačnosti
 $I_v(z)$ - součinitel turbulence ve výšce "z"
 i_z, i_y - poloměr setrvačnosti k dane ose
 k_c - součinitel vzpěrnosti
 k_{crit} - součinitel používaný pro příčnou a torzní stabilitu
 k_{de} - součinitel dotvarování
 k_{mod} - modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti
 k_r - součinitel terénu pro vítr
 k_{shape} - součinitel tvaru
 k_{vol} - součinitel objemu
 k_{yy} - součinitel interakce
 k_{yz} - součinitel interakce
 k_{zy} - součinitel interakce
 k_{zz} - součinitel interakce
 L_{ef} - efektivní délka
 $L_{cr, y}; L_{cr, z}$ - vzpěrná délka k dane ose
 M_{Ed} - působící složka ohybového momentu
 M_{cr} - pružný kritický moment při klopení
 $M_{y, R, k}$ - charakteristická hodnota únosnosti v ohybu k ose y-y
 $M_{z, R, k}$ - charakteristická hodnota únosnosti v ohybu k ose z-z
 N_{Ed} - působící složka normálové síly
 $N_{R, k}$ - charakteristická hodnota únosnosti v tlaku
 q_k - charakteristická hodnota proměnného rovnoměrného zatížení
 Q_k - charakteristická hodnota proměnného zatížení
 $q_p(z)$ - maximální dynamický tlak větru ve výšce "z"
 s_k - charakteristická hodnota zatížení sněhem
 t - tloušťka
 u_{inst} - okamžitý průhyb
 u_{lim} - limitní průhyb
 $u_{net, fin}$ - čistý konečný průhyb
 V - objem
 v_b - základní rychlost větru
 $v_m(z)$ - střední rychlost větru ve výšce "z"
 $V_{z, E, d}$ - působící složka posouvající síly
 W - průřezový modul
 $W_{el, y}; W_{el, z}$ - elasticky modul průřezu k dane těžišťové ose
 $W_{pl, y}; W_{pl, z}$ - plasticky modul průřezu k dane ose
 $w_e(z)$ - vnější tlak větru na plochu ve výšce "z"
 z_0 - parametr drsnosti terénu
 γ_G - součinitel zatížení pro stále zatížení
 γ_M - dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
 $\gamma_{M, i}$ - dílčí součinitel spolehlivosti oceli
 γ_Q - součinitel zatížení pro proměnné zatížení



ε - poměrné přetvoření
 λ - štíhlostní poměr
 $\lambda_{rel,m}$ - poměrná štíhlost při ohybu
 μ_i - tvarový součinitel zatížení sněhem
 ρ - měrná hustota vzduchu
 ρ_k - charakteristická hustota materiálu
 $\sigma_{c,0,d}$ - návrhové napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny
 $\sigma_{m,crit}$ - kritické ohybové napětí
 $\sigma_{m,d}$ - návrhové napětí v ohybu
 $\sigma_{t,0,d}$ - návrhové napětí v tahu rovnoběžně s vlákny
 $\sigma_{t,90,d}$ - návrhové napětí v tahu kolmo k vláknům
 σ_v - tlak větru
 $\tau_{v,d}$ - návrhové napětí ve smyku
 ψ_i - kombinační součinitel zatížení
 α - součinitel imperfekce
 $\alpha_{L,T}$ - součinitel imperfekce při klopení
 σ_{\perp} - normálové napětí kolmé ve svaru
 τ_{\perp} - smykové napětí kolmé ve svaru
 τ_{\parallel} - smykové napětí rovnoběžné ve svaru
 $\bar{\lambda}$ - poměrní štíhlost
 λ - štíhlost
 χ - součinitel vzpěrnosti pro příslušný způsob vybočení
 $\chi_{L,T}$ - součinitel klopení