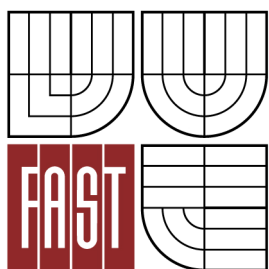




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

PRIESTOROVÝ ŽB RÁM PRIEMYSELNÉHO OBJEKTU SPATIAL REINFORCED CONCRETE FRAME OF THE INDUSTRY OBJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ROMAN BODY

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2014



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 betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Roman Body
Název	Prostorový ŽB rám průmyslového objektu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Technické předpisy:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004

ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004-2007

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby. 2006

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce

Zásady pro vypracování

Jedná se o monolitický železobetonový prostorový skelet průmyslového objektu.

Proveďte statické řešení zadané konstrukce.

Nadimenzujte vybranou stropní konstrukci, sloup a průvlak v rozsahu určeném vedoucím práce. Pro vybranou stropní konstrukci proveďte model v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí. Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Požadované výstupy:

Textová část

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x), Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

Předepsané přílohy

.....

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cieľom bakalárskej práce je návrh a posúdenie nosnej konštrukcie priestorového ŽB rámu priemyselného objektu založeného na základovej doske. Konštrukcia je bez obvodového plášťa. Pre výpočet vnútorných síl je použitý program Scia Engineer 2013.1. Dimenzované sú stropná doska, trám, priečel a stĺp. Návrhová životnosť konštrukcie je 50 rokov.

Kľúčové slová

železobetón, návrh, stropná doska, trám, priečel, stĺp, zaťaženie, kombinácie zaťaženia, medzný stav únosnosti, medzný stav použiteľnosti, priehyb, výstuž, statický výpočet, vnútorné sily, Scia Engineer

Abstract

The aim of bachelor thesis is design and appraise the structure of the spatial reinforced concrete frame of the industry object founded on foundation slab. The structure is without the cladding. To the calculation of internal forces is used computing software Scia Engineer 2013.1. Roof slab, rung, beam and column are designed. Designed life of the structure is 50 years.

Keywords

reinforced concrete, design, roof slab, beam, rung, column, load, load combination, ultimate limit state, serviceability limit state, deflection, reinforcement, static calculation, internal forces, Scia Engineer

...

Bibliografická citace VŠKP

Roman Body *Prostorový ŽB rám průmyslového objektu*. Brno, 2014. 17 s., 345 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

Prehlásenie:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 30.5.2014

.....
podpis autora
Roman Body

Pod'akovanie:

Na tomto mieste by som sa rád pod'akoval vedúcemu práce Ing. Petrovi Šimůnkovi, Ph.D. za jeho čas, ktorý mi venoval, za vysvetlenie problematiky, odborné rady a vedenie pri vypracovaní bakalárskej práce.

.....
podpis autora
Roman Body

OBSAH

ÚVOD	9
1. ÚDAJE O STAVBE.....	10
2. POUŽITÉ MATERIÁLY	10
3. STATICKÝ MODEL	10
4. ZAŤAŽENIE.....	10
5. KOMBINÁCIE ZAŤAŽOVACÍCH STAVOV	10
6. DIMENZOVANIE	11
6.1. STROPNÁ DOSKA D1.....	11
6.2. TRÁM T2.....	11
6.3. PŘÍČEL P2.....	11
6.4. STĹP S17	12
ZÁVER.....	13
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	14
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	15
ZOZNAM PRÍLOH	17

ÚVOD

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom, posúdením a výkresovou dokumentáciou vybraných častí priestorového monolitického ŽB rámu priemyselného objektu. Posudzované prvky budú krížom vystužená doska, priečel, trám a stĺp. Návrhové hodnoty vnútorných síl budú zistené z 3D modelu vytvoreného vo výpočtovom programe Scia Engineer 2013.1. Na vybrané hodnoty vnútorných síl bude navrhnutá pre všetky prvky ohybová výstuž a šmyková výstuž pre prvky, v ktorých je nutná. Následne bude spracovaná výkresová dokumentácia navrhnutých prvkov.

1. ÚDAJE O STAVBE

Stavba predstavuje dvojpodlažný priemyselný objekt. Nosná konštrukcia je tvorená ako priestorový monolitický ŽB skelet s oceľovou konštrukciou nad posledným podlažím. Typický rozmer stĺpu je 500 x 600 mm, osová vzdialenosť stĺpov v pozdĺžnom smere t. j. v *smere x* je 6,0 m, v priečnom smere t. j. v *smere y* je 4,5 m. Tuhosť je zaistená prievlakmi prierezu 400 x 500 mm v pozdĺžnom smere a prierezu 400 x 600 mm v priečnom smere. V pozdĺžnom smere sú navrhnuté trámy prierezu 300 x 500 mm resp. 400 x 600 mm, ktoré slúžia ako nosné prvky pre valcové zásobníky. Stropná doska je hrubá 150 mm. Objekt je založený na základovej doske hrúbky 700 mm.

2. POUŽITÉ MATERIÁLY

Betón - C30/37

Betonárska oceľ - B 500B

3. STATICKÝ MODEL

Pre výpočet vnútorných síl bol vytvorený 3D model v programe Scia Engineer 2013.1. Statická schéma je tvorená 9 zvislými prútmi (stĺpmi), ktoré sú uvažované ako votknuté do základovej dosky. Prievlaky a trámy sú modelované ako rebrá stropnej dosky.

4. ZAŤAŽENIE

Monolitická železobetónová konštrukcia je zaťažená stálym zaťažením, úžitkovým zaťažením a klimatickým zaťažením od vetra. Zaťaženie snehom nebolo uvažované. Do stáleho zaťaženia spadá vlastná tiaž ŽB konštrukcie, zaťaženie od oceľovej konštrukcie, zaťaženie od schodiska, zaťaženie od betónových podstavcov pod valcovými zásobníkmi, zaťaženie od valcových zásobníkov a ostatné stále zaťaženie. Úžitkové zaťaženie predstavuje zaťaženie od oceľovej konštrukcie, zaťaženie od schodiska a ostatné úžitkové zaťaženie. V programe Scia Engineer 2013.1 bolo vytvorených 24 zaťažovacích stavov. Jednotlivé hodnoty zaťaženia a zaťažovacích stavov sú uvedené v prílohe P2) Statický výpočet v kapitole 2. Zaťaženie.

5. KOMBINÁCIE ZAŤAŽOVACÍCH STAVOV

Jednotlivé zaťažovacie stavy sú kombinované v programe Scia Engineer 2013.1 automaticky. Program vytvára kombinácie podľa ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí. Typ použitej kombinácie pre návrhové hodnoty vnútorných síl je EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B.

Rovnica 6.10a:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rovnica 6.10b:

$$\sum_{j \geq 1} \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{0,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

	$\xi = 0,85$
Pre stále zaťaženie nepriaznivé	$\gamma_{G,j} = 1,35$
Pre stále zaťaženie priaznivé	$\gamma_{G,j} = 1,00$
Pre hlavné premenné zaťaženie nepriaznivé	$\gamma_{Q,1} = 1,50$
Pre hlavné premenné zaťaženie priaznivé	$\gamma_{Q,1} = 0,00$
Pre vedľajšie premenné zaťaženie nepriaznivé	$\gamma_{Q,i} = 1,50$
Pre vedľajšie premenné zaťaženie priaznivé	$\gamma_{Q,i} = 0,00$
Pre zaťaženie vetrom	$\psi_{0,i} = 0,60$
Kategória E: skladovacie plochy	$\psi_{0,i} = 1,00$

6. DIMENZOVANIE

Dimenzované prvky boli stropná doska D1 nad prvým podlažím, trám T2 pod betónovými podstavcami pre valcový zásobník II, stredná príčel P2 a stredný stĺp S17 v prvom podlaží. Krytie výstuže je uvažované po strmienky. Pre vystuženie prvkov boli použité profily 6, 8, 10, 14, 18 a 22 mm, pre strmienky profily 8 a 12 mm.

6.1. STROPNÁ DOSKA D1

Stropná doska bola dimenzovaná v oboch smeroch. Pre záporné aj kladné ohybové momenty bola navrhnutá základná ohybová výstuž, ktorá bola v miestach vyšších ohybových momentov doplnená tak, aby konštrukcia vykazovala požadovanú únosnosť.

6.2. TRÁM T2

Trám bol dimenzovaný na kladný ohybový moment v poli, kde bola navrhnutá ohybová výstuž profilu 22 mm. V podporách bol trám dimenzovaný na záporné ohybové momenty, kde bola navrhnutá ohybová výstuž profilu 14 a 22 mm. Ďalej bol prevedený návrh šmykovej výstuže. Pre šmykovú výstuž bol použitý profil 12 mm.

6.3. PŘÍČEL P2

Příčel bola dimenzovaná na kladný ohybový moment v poliach, kde bola navrhnutá ohybová výstuž profilu 18 a 22 mm. V podporách bola příčel dimenzovaná na záporné ohybové momenty,

ktoré boli redukované na ohybové momenty v líci stĺpu. Navrhnutá bola ohybová výstuž profilu 14, 18 a 22 mm. Ďalej bol prevedený návrh šmykovej výstuže. Pre šmykovú výstuž bol použitý profil 12 mm. Na základe hraničného pomeru rozpätia k účinnej výške nebolo nutné overovať priebeh priečle v poliach.

6.4. STĽP S17

Stĺp bol posudzovaný pomocou interakčného diagramu. Limitné štíhlosti neboli prekročené, a preto nebolo nutné uvažovať účinky druhého rádu. Bolo uvažovaných osem kombinácií K1 - K8. Kombinácie K1 - K4 zahŕňajú ohybové momenty v rovine rámu, kombinácie K5 - K8 zahŕňajú ohybové momenty kolmo na rovinu rámu.

K1 - maximálny ohybový moment v hlave stĺpu + odpovedajúca normálová sila

K2 - maximálna posúvajúca sila v hlave stĺpu + odpovedajúci ohybový moment

K3 - maximálny ohybový moment v päte stĺpu + odpovedajúca normálová sila

K4 - maximálna posúvajúca sila v päte stĺpu + odpovedajúci ohybový moment

K5 - maximálny ohybový moment v hlave stĺpu + odpovedajúca normálová sila

K6 - maximálna posúvajúca sila v hlave stĺpu + odpovedajúci ohybový moment

K7 - maximálny ohybový moment v päte stĺpu + odpovedajúca normálová sila

K8 - maximálna posúvajúca sila v päte stĺpu + odpovedajúci ohybový moment

ZÁVER

Cieľom bakalárskej práce bolo navrhnuť, posúdiť a vytvoriť výkresovú dokumentáciu pre vybrané prvky priestorového monolitického ŽB rámu. Návrhové hodnoty vnútorných síl boli zistené z 3D modelu vytvoreného v programe Scia Engineer 2013.1.

Pre stropnú dosku D1, trám T2, priečel P2 a stĺp S17 bola podľa získaných statických veličín navrhnutá ohybová a šmyková výstuž. Na základe tohto návrhu bola vypracovaná výkresová dokumentácia posudzovaných prvkov.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] ČSN EN 1990. *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 75 s.
- [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, 43 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 124 s.
- [4] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 213 s.
- [5] Procházka, J. a kol.: *Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-1*. 1. vydání. Praha: ČKAIT PRAHA, 2010, 338 s.
- [6] Zich, M. a kol.: *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*. Praha: Verlag Dashöfer, 2010, 145 s.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

Veľké písmená latinskej abecedy

B 500B	trieda betonárskej ocele s charakteristickou medzou sklzu 500 MPa
C30/37	trieda betónu charakteristickej pevnosti v tlaku 40 MPa
D1	označenie pre dimenzovanú stropnú dosku nad 1NP
$G_{k,j}$	charakteristická hodnota stáleho zaťaženia
K1	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaný max. M v hlave stĺpu v rovine rámu
K2	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaná max. N v hlave stĺpu v rovine rámu
K3	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaný max. M v päte stĺpu v rovine rámu
K4	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaná max. N v päte stĺpu v rovine rámu
K5	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaný max. M v hlave stĺpu kolmo ku rovine rámu
K6	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaná max. N v hlave stĺpu kolmo ku rovine rámu
K7	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaný max. M v päte stĺpu kolmo ku rovine rámu
K8	kombinácia M + N pre stĺp, uvažovaná max. N v päte stĺpu kolmo ku rovine rámu
P	zaťaženie od predpätia
P2	označenie pre dimenzovanú priečel
$Q_{k,1}$	charakteristická hodnota hlavného premenného zaťaženia
$Q_{k,i}$	charakteristická hodnota i-tého vedľajšieho premenného zaťaženia
S17	označenie pre dimenzovaný stĺp
T2	označenie pre dimenzovaný trám

Malé písmená gréckej abecedy

$\gamma_{G,j}$	čiastočný súčiniteľ stáleho zaťaženia
γ_P	čiastočný súčiniteľ predpätia
$\gamma_{Q,1}$	čiastočný súčiniteľ hlavného premenného zaťaženia
$\gamma_{Q,i}$	čiastočný súčiniteľ i-tého vedľajšieho premenného zaťaženia
ζ	redukčný súčiniteľ stáleho zaťaženia pre kombinačnú rovnicu 6.10b, $\zeta=0,85$
$\psi_{0,1}$	súčiniteľ definujúci reprezentatívne hodnoty hlavného premenného zaťaženia pre kombinačné hodnoty
$\psi_{0,i}$	súčiniteľ definujúci reprezentatívne hodnoty i-tého vedľajšieho premenného zaťaženia pre kombinačné hodnoty

ZOZNAM PRÍLOH

- P1) POUŽITÉ PODKLADY
- P2) STATICKÝ VÝPOČET
- P3) VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA