



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONTOVANÁ ŽELEZOBETONOVÁ HALA OBCHODNÍHO DOMU

PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE HALL OF A SHOPPING HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radim Kolibáč

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Požár, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav betonových a zděných konstrukcí
Student: **Bc. Radim Kolibáč**
Vedoucí práce: **Ing. Michal Požár, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní 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 diplomové práce:

Montovaná železobetonová hala obchodního domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Pro montovanou železobetonovou halu navrhnete a posudíte vybrané nosné konstrukční prvky. Provedte statické řešení a dimenzování vybrané části haly v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou). Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem práce je pro zadanou stavbu podrobně početně a výkresově zpracovat nosnou konstrukci, její hlavní části.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní a technickou zprávu a ostatní náležitosti dle platných směrnic).

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady.

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (podrobný statický výpočet nosné konstrukce metodou mezních stavů podle platných předpisů a norem v rozsahu určeném vedoucím práce).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí.

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

Literatura doporučená vedoucím práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2023

L. S.

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Michal Požár, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh a posouzení vybraných prvků prefabrikované montované konstrukce haly obchodního centra. Jedná se o předpjatý vazník, sloup včetně krátké konzoly, průvlaky a ztužidla. Výpočet vnitřních sil byl proveden metodou konečných prvků v programu SCIA Engineer. Dále byly provedeny dílčí modely v programu IDEA StatiCa. Prvky byly dimenzovány a posouzeny na Mezní stav únosnosti i použitelnosti. Součástí je výkresová dokumentace obsahující výkresy tvarů a výztuží. Veškeré konstrukce byly navrženy dle platných norem a předpisů.

KLÍČOVÁ SLOVA

prefabrikovaná konstrukce, hala, předpjatý beton, vazník, sloup, průvlak, krátká konzola, železobeton, metoda konečných prvků, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti,

ABSTRACT

The master thesis is focused on the design and assessment of selected parts of the prefabricated prefabricated structure of a shopping centre hall. These include a prestressed truss, a column including a short cantilever, beams and bracings. The calculation of internal forces was done by finite element method using SCIA Engineer. Additionally, partial models were made in the software IDEA StatiCa. The members were dimensioned and assessed for ultimate and serviceability limit state. Drawing documentation including shape and reinforcement is included. All structures were designed in accordance with current standards and regulations.

KEYWORDS

prefabricated construction, prestressed concrete, girder, column, beam, short bracket, reinforced concrete, finite element method, ultimate limit state, serviceability limit states

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOLIBÁČ, Radim. *Montovaná železobetonová hala obchodního domu*. Brno, 2024.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí Ing. Michal Požár, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Montovaná železobetonová hala obchodního domu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8. 1. 2024

Bc. Radim Kolibáč
autor

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu, panu Ing. Michalovi Požárovi Ph.D, za jeho vedení, odborné rady, ochotu a čas který mi věnoval při konzultacích. Zároveň bych rád poděkoval všem svým blízkým, rodině, své přítelkyni a kamarádům za jejich podporu během celého studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONTOVANÁ ŽELEZOBETONOVÁ HALA OBCHODNÍHO DOMU

PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE HALL OF SHOPPING HOUSE

TEXTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radim Kolibáč

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL POŽÁR, Ph.D.

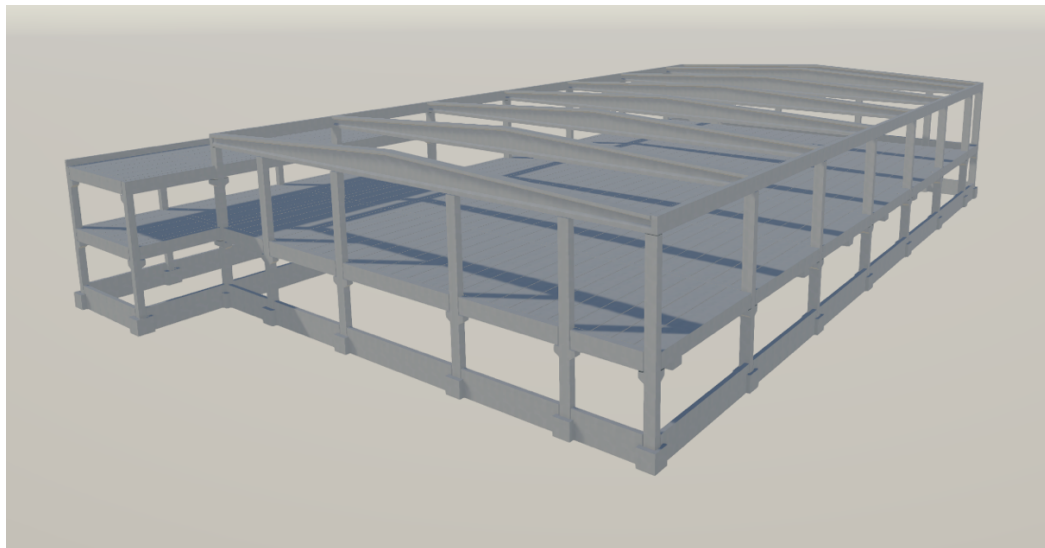
BRNO 2024

OBSAH:

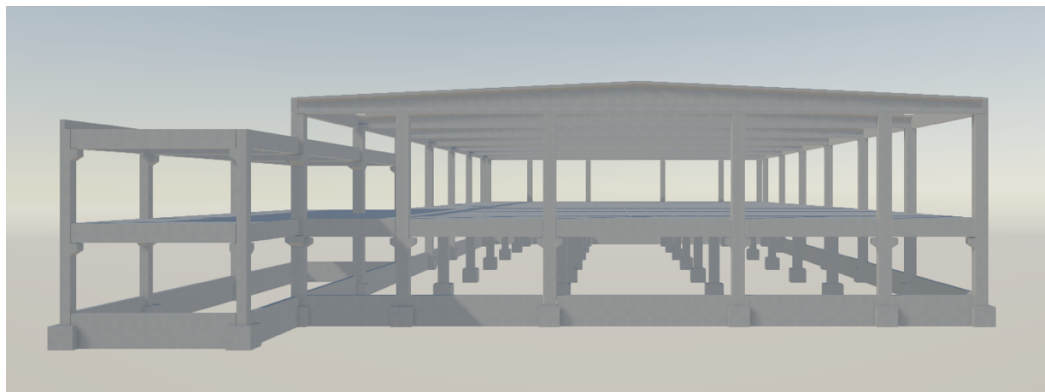
| | |
|---|-----------|
| 1. ÚVOD | 10 |
| 2. TECHNICKÁ ZPRÁVA | 11 |
| 2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O STAVBĚ: | 11 |
| 2.2. ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ: | 11 |
| 3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ | 11 |
| 3.1. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE | 11 |
| 3.2. SVISLÉ KONSTRUKCE | 12 |
| 3.3. VODOROVNÉ KONSTRUKCE | 12 |
| 4. MATERIÁLY | 13 |
| 4.1. BETON: | 13 |
| 4.2. VÝZTUŽ: | 13 |
| 5. STATICKÝ VÝPOČET | 14 |
| 5.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ | 14 |
| 5.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ – UŽITNÉ | 14 |
| 5.1. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ – SNÍH | 14 |
| 5.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ – VÍTR | 15 |
| 5.3. DYNAMICKÉ ZATÍŽENÍ: | 15 |
| 5.4. ZATÍŽENÍ TEPLITOU: | 15 |
| 5.5. SEISMICKÉ ZATÍŽENÍ: | 15 |
| 5.6. MIMOŘÁDNÁ ZATÍŽENÍ: | 15 |
| 6. ZATĚŽOVACÍ STAVY | 15 |
| 7. KOMBINACE ZATÍŽENÍ | 15 |
| 8. NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH KONSTRUKCÍ | 16 |
| 8.1. PRŮVLAK PR1 („T“) | 16 |
| 8.2. NOSNÝ SLOUP S1 (600x400 MM) | 17 |
| 8.3. NOSNÝ SLOUP S2 (400x400 MM) | 18 |
| 8.4. STŘEŠNÍ VAZNÍK | 18 |
| 8.5. OBVODOVÉ ZTUŽIDLO N1 | 18 |
| 8.1. OBVODOVÉ ZTUŽIDLO N3 | 19 |
| 9. POŽADAVKY NA VÝROBU A PROVÁDĚNÍ | 20 |
| 10. POŽADAVKY NA BETONOVOU SMĚS Z HLEDISKA SMRŠTĚNÍ: | 21 |
| 11. MONTÁŽ, SKLADOVÁNÍ A PŘEPRAVA: | 21 |
| 11.1. MONTÁŽ | 21 |
| 11.2. SKLADOVÁNÍ: | 21 |
| 11.3. PŘEPRAVA: | 21 |
| 12. KONTROLA SPOLEHLIVOSTI KONSTRUKCE | 21 |
| 13. ZÁVĚR: | 22 |
| 14. PŘÍLOHY: | 22 |
| 15. ZDROJE: | 22 |
| 15.1. NORMY | 22 |
| 15.2. LITERATURA | 23 |
| 15.3. SOFTWARE | 23 |
| 15.1. DALŠÍ | 23 |
| 16. SEZNAM ZKRATEK | 23 |

1. Úvod

Diplomová práce je zaměřena na návrh a posouzení vybraných prvků montované železobetonové montované haly. Posuzovanými prvky jsou průvlaky tvaru „L“ a obrácené „T“, předpjatý střešní vazník, sloupy a obvodová ztužidla. Objekt je dvojpodlažní obchodní dům bez suterénu. Výpočet vnitřních sil byl proveden pomocí softwaru SCIA Engineer, zde byl vytvořen výpočtový globální 3D model. Dále byl vytvořen detailní model předpjatého vazníku v programu SCIA Engineer a IDEA StatiCa. Posouzení sloupů bylo provedeno pomocí interakčního diagramu, posuzovány byly dva odlišné průřezy sloupu na maximální možné kombinace zatížení dle průřezu, počítá se tedy s typovým vyztužením všech prvků se stejným průřezem. Krátká konzola byla navržena a posouzena metodou příhradové analogie, v programu IDEA StatiCa a v programu Konzola – FINE EC. Průvlak tvaru obráceného „T“ byl posouzen a dimenzován ručním výpočtem a v programu FINE EC, další prvky byly dimenzovány a posouzeny v programu FINE EC. Dále byl objekt prostorově modelován a vyztužen v programu Tekla Structures. Výstupem je statický výpočet a výkresová dokumentace vybraných prvků.



3D Model objektu – Tekla Structures



Čelní pohled – Tekla Structures

2. Technická zpráva

2.1. Identifikační údaje o stavbě:

Předmětem diplomové práce je dvojpodlažní objekt obchodního domu bez suterénu. Jedná se o montovanou železobetonovou halu. Objekt se nachází v zastavěném území, podél jižní strany se nachází příjezdová komunikace. Objekt spadá do kategorie budov občanské vybavenosti.

2.2. Architektonické řešení:

Objekt dvojpodlažní haly je navržen jako železobetonový montovaný skelet z prefabrikovaných prvků. Smyslem objektu je čistá prodejní plocha v dominantní lodi haly, bez vnitřních nosných konstrukcí. Vedlejší loď slouží jako administrativa a zázemí pro provoz. V 1.NP jsou pod prodejní plochou navrženy parkovací stání, sloupy jsou zde v příčných osách vzdálenost po 9 m, z důvodu požadavků na umístění tří parkovacích míst mezi sloupy. Půdorysný tvar objektu jsou dva spojené obdélníky. Hlavní část objektu, tedy obchodní plocha má půdorysný rozměr 58,4 x 32,8 m, s výškou 10,6 m. Vedlejší část objektu má rozměr 23,9 x 7,6 m, s výškou 7,8 m.

Střeška je navržena jako jednoplášťová, nepochozí se sklonem 3°. Nosná část zastřešení je tvořena trapézovými plechy, uloženými na ocelové nosníky, které jsou uloženy na sedlové předpjaté vazníky s tvarem nesymetrického „I“. Vazníky jsou pomocí trnů osazeny na obvodové sloupy s obdélníkovým průřezem 400 x 600 mm. Na obvodové sloupy v hlavní části objektu jsou rovněž v hlavě uloženy obdélníková ztužidla průřezu 800 x 300/400/600 mm, a v místě zastropení nad 1.NP jsou uloženy průvlaky tvaru „L“, převrácené „T“. Vnitřní průvlaky jsou v 1.NP rovněž podporovány vnitřními sloupy průřezu 400 x 600 mm. Vedlejší část objektu je zastřešena předpjatými stropními panely typu Spiroll v tloušťce 250 mm, ty jsou uloženy na průvlaky „L“ a převrácené „T“, které jsou podporovány sloupy průřezu 400 x 400 mm. Strop nad 1.NP je v celém objektu navržen z předpjatých panelů typu Spiroll v tloušťce 320 mm. Stropní panely jsou uloženy na ozuby průvlaků. Průvlaky v 1.NP jsou navrženy s výškou 900 mm v hlavní části objektu, a s výškou 800 mm ve vedlejší části objektu. Založení celého objektu bude provedeno z velkopřůměrových vrtaných pilot, na které budou osazeny hlavice, do kterých budou vetknuty sloupy.

3. Konstrukční řešení

3.1. Základové konstrukce

Založení objektu je vzhledem k základovým poměrům navrženo jako hlubinné, pomocí vrtaných železobetonových pilot o průměru 800 mm, s kalichovou hlavicí pro vetknutí sloupu. Výztuž pilot bude řádně provázána s výztuží hlavice. K základovým hlavicím jsou po obvodě rovněž kotveny základové prahy. Základové prahy vytvářejí půdorysnou hranici, ve které

bude provedena podlahová deska z drátkobetonu v tloušťce 200 mm. Rozměr hlavic je navržen 1,0 x 1,0 x 1,0 m. Maximální hodnota sedání pilot je stanovena na 10 mm.

Základové konstrukce budou provedeny z betonu C25/30 XC2 XA1 – maximální průsak 50 mm, s krycí vrstvou 50 mm a výztuže jakosti B500B dle EC2.

Pod základové konstrukce bude proveden podkladní beton tl. 50 mm z betonu C12/15 X0

Posouzení a dimenzování základových konstrukcí včetně podlahové desky není předmětem této dokumentace.

3.2. Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny prefabrikovanými železobetonovými sloupy trojího typu. V hlavní lodi se jedná o průběžné obvodové sloupy a vnitřní sloupy průřezu 400 x 600 mm. Ve vedlejší lodi dále průběžné obvodové sloupy průřezu 400 x 400 m. Veškeré sloupy budou vetknuty do základových hlavic, po osazení bude provedena zálivka s cementovým pojivem s omezením smrštění. Průběžné sloupy jsou opatřeny krátkým konzolami. Výztuž těchto konzol musí být řádně zakotvena. V místě konzol a hlav sloupů budou osazeny vyčnívající trny pro osazení vodorovných nosných prvků konstrukce.

Prvky budou po betonáži ošetřovány minimálně délce 3 dní, tedy 72 hod.

Sloupy budou provedeny z betonu C30/37 XC1 – Cl 0,2 - D_{max} 16 – F3, krycí vrstva 20 mm a výztuže jakosti B500B dle EC2.

3.3. Vodorovné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce tvoří prefabrikované průvlaky umístění příčně, na tyto průvlaky jsou podélně uloženy předpjaté stropní panely typu Spiroll. Zastropení 1.NP je navrženo z panelů tloušťky 320 mm v prostoru pod obchodní plochou, a tloušťky 250 mm pod administrativní částí. Strop nad 2.NP v administrativní části pak v tloušťce 250 mm. Stropní panely budou ukládány dle požadavků výrobce, tedy do betonového lože minimální pevnosti C16/20 a tloušťky 10–15 mm. Zálivkový beton bude měkké konzistence, minimální pevnosti C20/25 s velikostí zrn max. 8 mm. V místech krajních polí, kde jsou průvlaky uloženy na krátké konzoly a vzniká tak prostor bez ozubu v šířce sloupu, v tomto místě budou pro uložení použity ocelové výměny dle požadavků výrobce. Celková šířka ozubu pro uložení panelů je 200 mm. Veškeré stropní panely jsou provedeny z betonu C45/55 XC1, další specifikace dle výrobce.

Průvlaky, na které jsou osazeny stropní panely jsou tvaru „L“ a obrácené „T“ s výškou 900 mm a 800 mm. Uložení je na krátké konzoly po obvodě konstrukce, kde jsou sloupy průběžné, a přímo na sloupy uvnitř konstrukce.

Obvod konstrukce je ztužen ztužujícími nosníky v úrovni 1.NP a v úrovni střechy. Ztužidla v úrovni střechy jsou rozměru 300 x 800 mm a jsou osazeny přes trny přímo na sloupy. V úrovni 1.NP jsou ztužidla rozměru 600 x 800 mm a 400 x 800 mm, dle šířky sloupů v jednotlivých směrech. Uložení je provedeno pomocí trnů na krátké konzoly sloupů.

Průvlaky a ztužidla budou provedeny z betonu C30/37 XC1 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – F3, krycí vrstva 20 mm pro ztužidla a 25 mm pro průvlaky, a výztuže jakosti B500B.

Zastřešení je provedeno pomocí předem předpjatých vazníků tvaru nesymetrického „I“. Výška vazníku je 800 mm v místě uložení s náběhem do poloviny rozpětí z obou stran, do výšky 1600 mm. Horní pásnice vazníků je šířky 600 mm a výšky 150 mm, spodní pásnice šířky 400 mm, a výšky 200 mm. Lana budou napnuta silou 221,25 kN do celkového napětí 1475 MPa, napětí bude podrženo po dobu 7 min, tj. 420 s. Vnesení předpětí bude provedeno náhle, a po 72 hodinách od betonáže vazníku. Vnitřní vazníky typických polí budou předpnuty čtrnácti lany, z nichž čtyři lana budou separovány z obou stran v délce 4,5 m. Krajiní vazníky budou předpnuty deseti lany bez separace. Všechna lana jsou umístěna v dolní pásnici.

Vazníky budou provedeny z betonu C50/60 XC1 – Cl 0,2 - D_{max} 16 – F3, krycí vrstva betonářské výztuže 25 mm, a předpínacích lan Y1860S7-15,7 a betonářské výztuže jakosti B500B.

Veškeré nosné prvky budou spojovány přes trny, otvory budou zality zálivkou s omezením smrštění. A budou ukládány na pryžová ložiska.

Prvky budou po betonáži ošetřovány minimálně délce 3 dní, tedy 72 hod.

4. Materiály

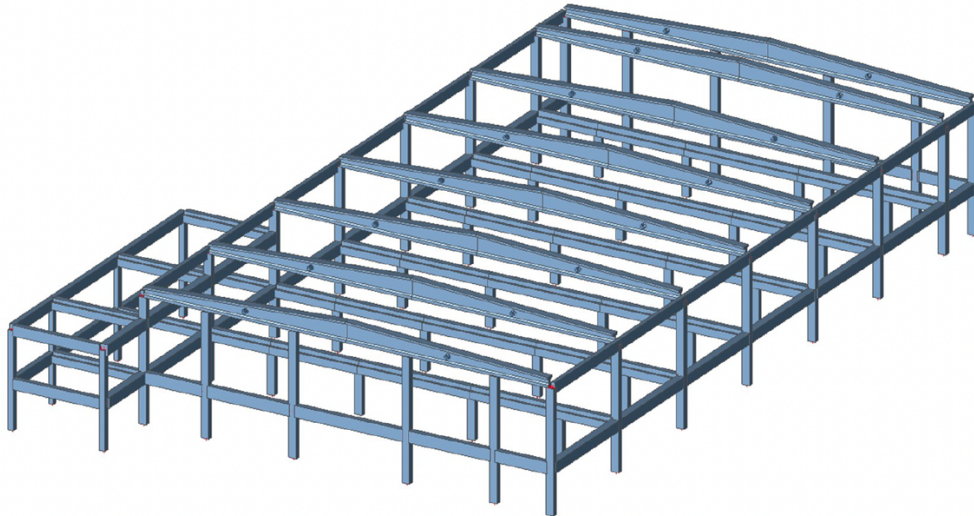
4.1. Beton:

| | |
|----------------------------|--|
| Piloty, kalichy, prahy | C25/30 XC2 XA1 |
| Podlahová deska | C25/30 XC2 XA1 |
| Prefabrikované prvky: | |
| Průvlaky, sloupy, ztužidla | C30/37 XC1 – Cl 0,2 - D _{max} 16 – F3 |
| Vazníky | C50/60 XC1 – Cl 0,2 - D _{max} 16 – F3 |
| Panely Spiroll | C45/55 XC1 |

4.2. Výztuž:

| | |
|--------------------|--------------|
| Betonářská výztuž: | B 500B |
| Předpínací výztuž: | Y1860S7-15,7 |

5. Statický výpočet



Výpočtový 3D model objektu – Scia Engineer

5.1. Stálé zatížení

Stálé zatížení se skládá z vlastní tíhy prvků, plošného zatížení od podlah a omítek, přepočteného na liniová zatížení. Dále liniového zatížení od obvodového pláště, které probíhá po obvodě konstrukce.

Zatížení střechy hlavní části: $g_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$

Zatížení střechy vedlejší části: $g_k = 0,58 \text{ kN/m}^2$

Zatížení stropů: $g_k = 1,75 \text{ kN/m}^2$

Výše uvedené hodnoty jsou bez vlastní tíhy prvků. Zatížení je detailně popsáno v příloze P.3 Statický – výpočet

5.2. Proměnné zatížení – Užité

Zatížení je navrženo dle ČSN EN 1991-1. Zatížení je uvažováno jako plošné, přepočtené na liniové.

Zatížení v místě obchodní plochy (Kategorie D): $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Zatížení v místě administrativy (Kategorie B): $q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

Zatížení pro nepochozí střechy (Kategorie H) $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Zatížení od přemístitelných příček: $q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$

Zatížení je detailně popsáno v příloze P.3 – Statický výpočet.

5.1. Proměnné zatížení – Sníh

Sněhová oblast II. - dle ČSN EN 1991-1-3. Zatížení dle <https://clima-maps.info/snehovamapa/>

Charakteristická hodnota: $s = 0,77 \text{ kN/m}^2$

V místě návějí: $s = 3,08 \text{ kN/m}^2$

Zatížení je detailně popsáno v příloze P.3 – Statický výpočet.

5.2. Proměnné zatížení – Větr

Větrná oblast II., kategorie terénu III. - dle ČSN 1991-1-4.

Základní rychlost větru: $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Charakteristická hodnota tlaku větru $q_{p(z)} = 0,668 \text{ kN/m}^2$

Zatížení je detailně popsáno v příloze P3 – Statický výpočet.

5.3. Dynamické zatížení:

V konstrukci se nevyskytují žádné technologické zařízení, které by vyvolávaly nadměrné dynamické zatížení. Proto není ve výpočtu uvažováno s dynamickým zatížením

5.4. Zatížení teplotou:

Vzhledem k charakteru objektu není uvažování žádná výrazně zvýšená ani snížená teplota která by vedla k uvážení při výpočtu. Výpočet byl proveden při uvažování základní referenční teploty 20°C.

5.5. Seismické zatížení:

Podle mapy seismických oblastí v příloze normy ČSN EN 1998-1 se objekt nenachází v místech kde je nutné uvažovat seismické chování.

5.6. Mimořádná zatížení:

Žádná mimořádná zatížení nejsou uvažována.

6. Zatěžovací stavy

Ve 3D modelu bylo pro analýzu konstrukce a výpočet vnitřních sil uvažováno dvacet dva zatěžovacích stavů. Veškeré plošné zatížení je přepočteno na liniové. Proměnné zatížení od příček je uvažováno po celé ploše stropní desky a proměnné užité zatížení je uvažováno jako plné, šachovnicové a v pásech. Průvlaky jsou zatížení excentricky, tak aby byla vystihnuto reálné uložení stropních panelů na ozub.

Analýza konstrukce a výpočet vnitřních sil byl proveden v programu SCIA Engineer.

7. Kombinace zatížení

Kombinace zatížení pro jednotlivé stavy byly převzaty z normy ČSN EN 1990: Pro mezní stavy únosnosti byly použity kombinace zatížení STR/GEO souboru B, tedy 6.10a, 6.10b.

Pro mezní stavy použitelnosti byly použity kombinace zatížení 6.14b, 6.15b a 6.16b. Jedná se o kombinace Charakteristickou, Častou a Kvazistálou.

Kombinace byly provedeny v programu SCIA Engineer.

Při tvorbě kombinací byla Proměnná zatížení nastavena jako „výběrové“, tak aby nedocházelo ke kombinacím, kde se jednotlivé proměnné zatažení vyskytuje vícekrát.

8. Návrh a posouzení nosných konstrukcí

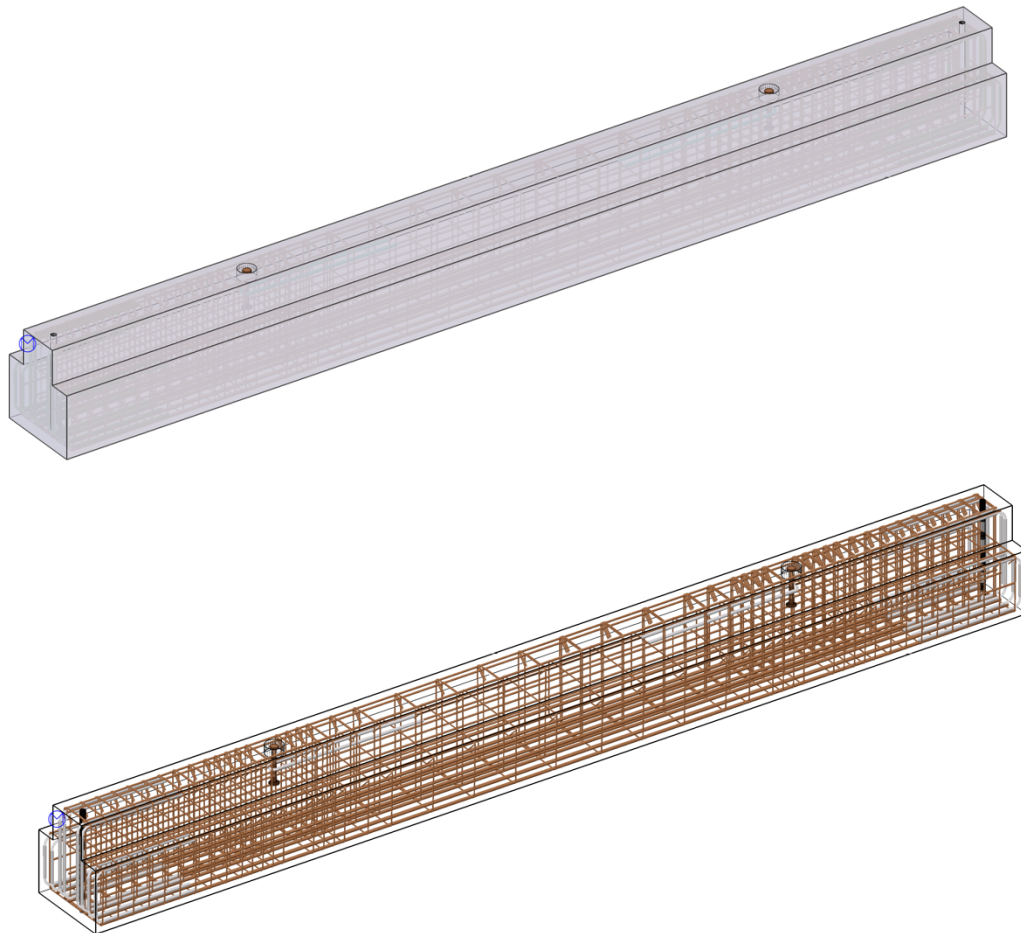
Veškeré návrhy vybraných prvků byly provedeny dle platných norem a předpisů.

8.1. Průvlak PR1 („T“)

Průvlaky byly navrženy s hlavní nosnou výztuží při obou površích, tak aby spolehlivě přenesly účinky kladného ohybového momentu v poli a záporného ohybového momentu při manipulaci. Krycí vrstva průvlaků je 25 mm.

Hlavní nosná výztuž při spodním povrchů je ve dvou řadách z profilů $\varnothing 20$ mm, spodní řada je přes celou délku a zakotvena v místě podpory. Pruty druhé řady jsou zkráceny a uvažovány jako příložky. Dále jsou v průvlacích navrženy konstrukční pruty z profilů $\varnothing 12$ mm, tak aby byly splněny konstrukční zásady.

Smyková výztuž je navržena jako třmínky $\varnothing 8$ mm s celkem šesti stříhy. Ve stojině jsou navrženy čtyř-střížné třmínky, podél spodní pásnice pak dvoj-střížné třmínky. Rozteče smykové výztuže jsou uvažovány $\lambda 150$ mm v místě podpory, a $\lambda 400$ mm v místě pole. Tyto rozteče jsou však lokálně upraveny z důvodu umístění transportních kotev, viz. P.2 - Výkresová dokumentace a P.3 – Statický výpočet.

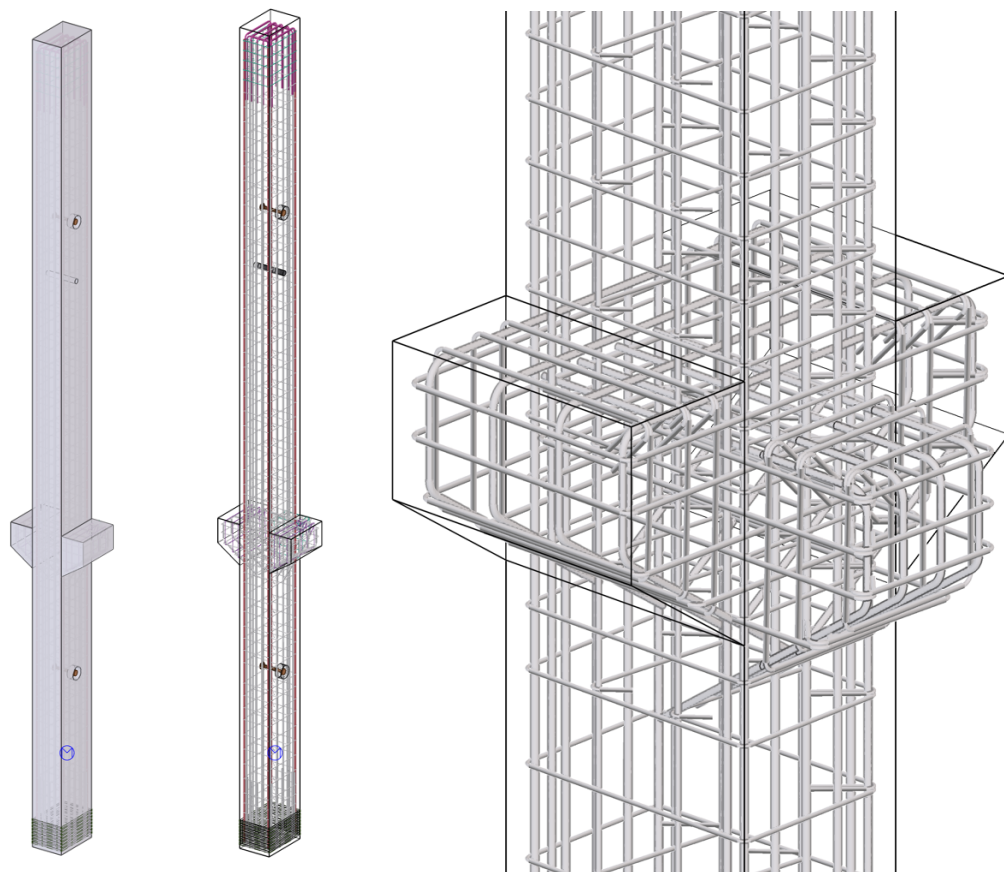


3D model prvku (tvar, vyztužení) – Tekla Structures

8.2. Nosný sloup S1 (600x400 mm)

Nosný sloup obdélníkového průřezu je vyztužen čtrnácti kusy svislé nosné výztuže $\varnothing 16$ mm, ve dvou řadách. Krytí výztuže je 20 mm. Ve sloupech jsou dále navrženy celkem čtyři kusy konstrukčních profilů $\varnothing 12$ mm. Mimo svislou nosnou výztuž byly navrženy příčné třmínky $\varnothing 6$ po 180 mm. Konstrukční výztuže je zabezpečena proti vybočení sponkami $\varnothing 6$ po 360 mm. V místě připojení na základovou hlavici, konzoly v hlavě sloupu bude provedeno zhuštění třmínků a sponek na vzdálenost 120 mm a 240 mm. V rámci vyztužení sloupu budou rovněž provedeny vyztužení krátkých konzol. Ty jsou vyztuženy čtyřmi kusy hlavní nosné výztuže $\varnothing 14$ mm, třemi kusy svislých třmínků $\varnothing 8$ mm a čtyřmi kusy vodorovných třmínků $\varnothing 8$ mm. Ve sloupech budou rovněž zabetonovány trny $\varnothing 25$ mm, sloužící k napojení vodorovných nosných prvků konstrukce.

Rozteče třmínků a sponek jsou lokálně upraveny z důvodu eliminace kolizí s výztuží konzol a z důvodu umístění transportních kotev, viz. P.2 - Výkresová dokumentace a P.3 – Statický výpočet.



3D model prvku (tvar, vyztužení, detail vyztužení konzol) – Tekla Structures

8.3. Nosný sloup S2 (400x400 mm)

Nosný sloup obdélníkového průřezu je vyztužen osmi kusy svislé nosné výztuže $\varnothing 16$ mm. Krytí výztuže je 20 mm. Mimo svislou nosnou výztuž byly navrženy příčné třmínky $\varnothing 6$, $\acute{a} 180$ mm.

V místě připojení na základovou hlavici, konzoly v hlavě sloupu bude provedeno zhuštění třmínku na vzdálenost 120 mm.

V rámci vyztužení sloupu budu rovněž provedeno vyztužení krátkých konzol. Ty jsou vyztuženy čtyřmi kusy hlavní nosné výztuže $\varnothing 14$ mm, třemi kusy svislých třmínků $\varnothing 8$ mm a čtyřmi kusy vodorovných třmínků $\varnothing 8$ mm. Ve sloupech budou rovněž zabetonovány trny $\varnothing 25$ mm, sloužící k napojení vodorovných nosných prvků konstrukce.

Rozteče třmínků jsou lokálně upraveny z důvodu eliminace kolizí s výztuží konzol a z důvodu umístění transportních kotev, viz. P.2 - Výkresová dokumentace a P.3 - Statický výpočet.

8.4. Střešní vazník

Střešní vazníky průřezu nesymetrického „I“ budou vyztuženy čtyřmi kusy hlavní nosné výztuže $\varnothing 18$ mm při spodním povrchu, a čtyřmi kusy hlavní nosné výztuže $\varnothing 12$ mm při horním povrchu. Hlavní nosná výztuž bude řádně zakotvena. Dále jsou navrženy konstrukční pruty $\varnothing 12$ v rozích obou pásnic, a po výšce stojiny.

Smykové vyztužení je navrženo pomocí třmínků $\varnothing 10$, $\acute{a} 100/200/300$ mm po délce vazníku. Mimo hlavní nosné třmínky jsou navrženy svislé lemovací ohýbané výztuže $\varnothing 10$, ve stejných roztečích jako třmínky.

Rozteče třmínků a lemovacích výztuží jsou lokálně upraveny z důvodu umístění transportních kotev, viz. P.2 - Výkresová dokumentace a P.3 - Statický výpočet.

8.5. Obvodové ztužidlo N1

Ztužidla byly navrženy s hlavní nosnou výztuží při obou površích, tak aby spolehlivě přenesly účinky kladného ohybového momentu v poli a záporného ohybového momentu při manipulaci. Krycí vrstva ztužidel je 20 mm.

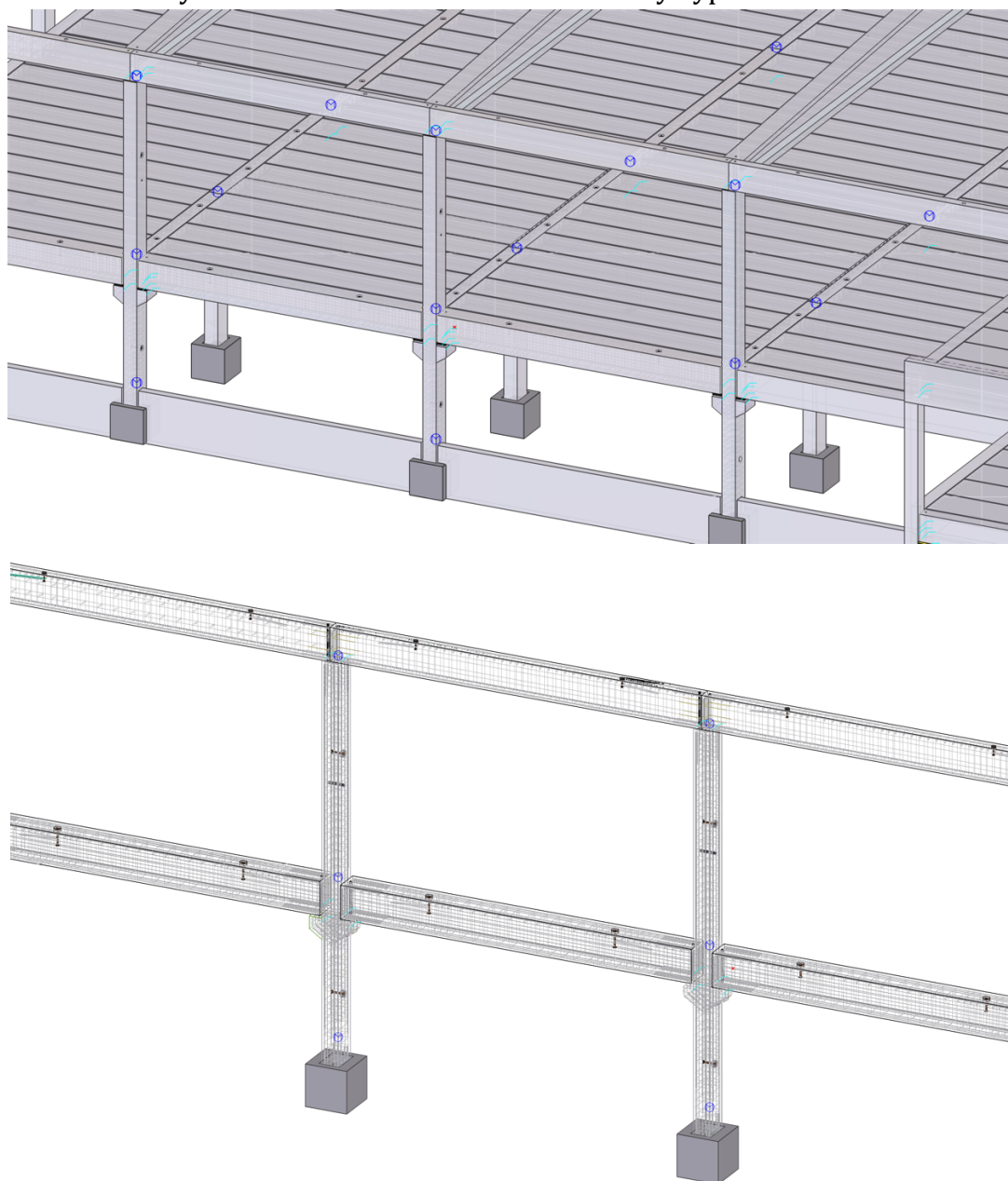
Hlavní nosná výztuž při obou površích je tvořena z profilů $\varnothing 16$ mm, pruty jsou přes celou délku a jsou zakotveny v místě podpory. Dále jsou navrženy konstrukční pruty z profilů $\varnothing 12$ mm, tak aby byly splněny konstrukční zásady.

Smyková výztuž je navržena jako třmínky $\varnothing 8$ mm s celkem čtyřmi stříhy. Rozteče smykové výztuže jsou uvažovány $\acute{a} 150$ mm v místě podpory, a $\acute{a} 300$ mm v místě pole. Tyto rozteče jsou však lokálně upraveny z důvodu umístění transportních kotev, viz. P.2 - Výkresová dokumentace a P.3 - Statický výpočet.

8.1. Obvodové ztužidlo N3

Ztužidla byly navrženy s hlavní nosnou výztuží při obou površích, tak aby spolehlivě přenesly účinky kladného ohybového momentu v poli a záporného ohybového momentu při manipulaci. Krycí vrstva ztužidel je 20 mm.

Hlavní nosná výztuž při obou površích je tvořena z profilů $\varnothing 12$ mm, pruty jsou přes celou délku a jsou zakotveny v místě podpory. Dále jsou navrženy konstrukční pruty z profilů $\varnothing 8$ mm, tak aby byly splněny konstrukční zásady. Smyková výztuž je navržena jako třmínky $\varnothing 6$ mm s celkem dvěma stříhy. Rozteče smykové výztuže jsou uvažovány á 200 mm po celé délce. Tyto rozteče jsou však lokálně upraveny z důvodu umístění transportních kotev, viz. P.2 - Výkresová dokumentace a P.3 - Statický výpočet.



3D model typického okrajového rámu (vizualizace,vyztužení) – Tekla Structures
Horní ztužidlo – N3, Spodní ztužidlo N1

9. Požadavky na výrobu a provádění.

Betonové konstrukce budou provedeny dle ČSN EN 13670. Prováděcí třída II.

Prefabrikované dílce:

Prefabrikované prvky budou realizovány v pohledové kvalitě, s hladkou a uzavřenou strukturou povrchu, bez shluků hrubšího kameniva. Prefabrikované prvky budou mít rovněž zkoseny hrany viz. P.2 – Výkresová dokumentace.

Před betonáží bude proveden nátěr odformovacím olejem.

Před betonáží bude provedena kontrola bednění.

Krycí vrstva bude zajištěna distančními lištami s výškou odpovídající návrhové krycí vrstvě.

Při rozmístování výztuže bude provedena kontrola stykových a kotevních délek.

Betonová směs bude řádně provibrována.

Prefabrikované prvky budou ošetřovány v délce min. 3 dny.

Odformování a uložení na skládku je možné po dosažení 70% pevnosti betonu. Tato pevnost bude zjištěna nedestruktivně pomocí Schmidtova kladívka. Uložení na skládce bude na dřevěných hranolech.

Při manipulaci a transportu budou využity transportní kotvy, viz. příloha P.3 – Statický výpočet.

Monolitické dílce:

Před betonáží bude provedena kontrola podkladu a bednění. Krycí vrstva bude zajištěna distančními lištami s výškou odpovídající návrhové krycí vrstvě. Při rozmístování výztuže bude provedena kontrola stykových a kotevních délek.

Při betonáží pilot je nutné provést kontrolu krycí vrstvy po celé délce armokoše, rovněž je nutné zkontrolovat splnění nutných délek pro napojení hlavic.

Pod základové prahy bude proveden hutněný polštář.

Před osazením sloupů a další montáží konstrukce je nutné, aby základové konstrukce měly staří alespoň 28 dní.

Při betonáží v zimním období, tedy při teplotách nižších než 7 °C (teploty kdy se zastavuje hydratace betonu), je nutno dodržet zvýšená opatření. Při teplotách pod 0 °C musí mít betonová směs teplotu vyšší než 7 °C. Další nutná opatření a požadavky na ochranu betonu jsou dány v ČSN EN 13670 – Odstavec 8.5.

10. Požadavky na betonovou směs z hlediska smrštění:

Je nutné zajištění betonové směsi, která maximálně eliminuje účinky smrštění. Zejména se jedná o použití kameniva z více frakcí a minimálního vodního součinitele.

Přesný návrh konkrétní receptury betonové směsi, včetně postupu ošetřování dodá dodavatel stavby hlavnímu projektantovi a autorovy této dílčí dokumentace k odsouhlasení.

11. Montáž, skladování a přeprava:

11.1. Montáž

Způsob montáže musí být zvolen s ohledem na okolní zástavbu a klimatické podmínky. Musí být navržen dle platných norem, předpisů a vyhlášek.

Před začátkem výstavby bude dodavatel vypracován přesný technologický postup montáže, který bude odsouhlasen hlavním projektantem a autorem této dílčí dokumentace.

Je výrazně doporučeno, aby montáž jednotlivých prvků probíhala symetricky.

11.2. Skladování:

Prefabrikované prvky budou skladovány na dřevěných hranolech, symetricky umístěných od okraje, bez kontaktu se zemí. Skladovány budou minimálně po 28. den od betonáže.

11.3. Přeprava:

Prvky budou přepravovány dle data montáže na staveništi, dle předem stanoveného prováděcího technologického předpisu, který bude schválen hlavním projektantem a autorem této dílčí dokumentace. Schéma uložení prvků na přepravní prostředek dle dílčích výrobních výkresů.

12. Kontrola spolehlivosti konstrukce

Požadavky na kontrolu dle ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí, dle této normy je konstrukce zařazena následovně:

Kategorie návrhové životnosti IV - životnost 50 let (běžné stavby)

Třída následků CC2 – Střední následky s ohledem na lidské životy

Třída spolehlivosti RC2

Odvozené úrovně kontroly:

Při navrhování – DSL2 – Kontrola jinými osobami organizace, než jsou ty, které zpracovaly návrh, a v souladu s obvyklými postupy.

Úroveň kontroly – IL2 – kontrola v souladu s postupy organizace.

13. Závěr:

Výsledkem diplomové práce je statický výpočet s návrhem vybraných prvků montované železobetonové haly dle planých norem a předpisů. Při výpočtu ztrát předpětí bylo provedeno srovnání hodnot vypočtených softwarem s hodnotami vypočtenými dle ČSN EN 1992-1. Na základě statického výpočtu byla provedena výkresová dokumentace jednotlivých prvků. Výkresy tvarů a výztuží byly zpracovány ve 3D v programu Tekla Structures.

14. Přílohy:

- P.1 Použité podklady:
- P.2 Výkresová dokumentace:
 - V.1 – VÝKRES SESTAVY DÍLCŮ – ZÁKLADY + SLOUPY
 - V.2 – VÝKRES SESTAVY DÍLCŮ – STROP NAD 1.NP
 - V.3 – VÝKRES SESTAVY DÍLCŮ – STŘECHA + STROP NAD 2.NP
 - V.4 – VÝKRES SESTAVY DÍLCŮ – ŘEZ A-A, POHLEDY
 - V.5 – VÝKRES VYBRANÝCH DETAILŮ
 - V.6 – VÝKRES PRŮVLAKU PR1 – OSA D-E
 - V.7 – VÝKRES ZTUŽIDLA N1
 - V.8 – ZTUŽIDLA N3
 - V.9 – VÝKRES VAZNÍKU V1a
 - V.10 – VÝKRES SLOUPU S1 A KRÁTKÉ KONZOLY
- P.3 Statický výpočet
- P.4 Výstup z výpočetních programů

15. Zdroje:

15.1. Normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecné zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN 01 3481 Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy betonových konstrukcí
- [6] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- [7] ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [8] ČSN 73 2480 + změna Z1 Provádění a kontrola montovaných betonových konstrukcí
- [9] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

15.2. Literatura

- [10] Zich M., Bažant Z.: Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky, 2010
- [11] Zich M., Bažant Z.: Montované betonové konstrukce, 2022
- [12] VYSOKÉ ÚČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ: BL001 Prvky betonových konstrukcí, 2013
- [13] Navrátil J.: Předpjaté betonové konstrukce,
- [14] Bilčík J., Fillo L., Benko V., Halvonik J.: Betónové konštrukcie, 2008
- [15] Procházka J., Šmejkal J., Vítek J.L., Vašková J.: Navrhování betonových konstrukcí a příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2, 2010
- [16] Procházka J., Štěpánek P., Krátký J., Kohoutková A., Vašková J.: Navrhování betonových konstrukcí 1 – Prvky z prostého a železového betonu, 2007

15.3. Software

- [17] SCIA Engineer 22.1 32.bit
- [18] Výpočetní moduly Statika FINE EC v5
- [19] TPA (DEHA software)
- [20] Microsoft Excel
- [21] Microsoft Word
- [22] IDEA StatiCa 23.1
- [23] Tekla Structures 2023
- [24] Autodesk AutoCad 2023
- [25] RECOC-VAZC3
- [26] SCIA Engineer 22.1 64.bit

15.1. Další

- [27] PREFA BRNO – příručka PANELY SPIROLL
- [28] HALFEN DEHA – transportní kotvy s kulatou hlavou
- [29] Časopis BETON: technologie, konstrukce, sanace, 06/2014

16. Seznam zkratek

| | |
|-------------|--|
| A | průřezová plocha |
| A_c | průřezová plocha betonu |
| A_s | průřezová plocha betonářské výztuže |
| $A_{s,min}$ | minimální průřezová plocha betonářské výztuže |
| A_{sw} | průřezová plocha smykové výztuže |
| $E_{c,eff}$ | účinný modul pružnosti betonu |
| E_{cm} | sečnový modul pružnosti betonu |
| E_s | návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli |
| F_d | návrhová hodnota zatížení |
| F_k | charakteristická hodnota zatížení |
| G_k | charakteristická hodnota stálého zatížení |

| | |
|------------------|---|
| P | předpínací síla |
| $P_{m,0}$ | předpínací síla po krátkodobých zrátech |
| $P_{m,\infty}$ | předpínací síla v čase životnosti |
| L | délka |
| M_{Ed} | návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu |
| N_{Ed} | návrhová hodnota působící normálové síly (tah nebo tlak) |
| V_{Ed} | návrhová hodnota posouvající síly |
| b | celková šířka průřezu |
| d | průměr; hloubka |
| d | účinná výška průřezu |
| e | výstřednost; excentricita |
| x | vzdálenost neutrální osy od tlačeného okraje |
| f_{cd} | návrhová pevnost betonu v tlaku |
| f_{ck} | charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní |
| f_{cm} | průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku |
| f_{ctk} | charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu |
| f_{ctm} | průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu |
| f_{yd} | návrhová mez kluzu betonářské výztuže |
| f_{yk} | charakteristická mez kluzu betonářské výztuže |
| f_{ywd} | návrhová mez kluzu betonářské smykové výztuže |
| h_s | výška desky |
| h | celková výška průřezu |
| i | poloměr setrvačnosti |
| k | součinitel |
| l | (nebo L) délka; rozpětí |
| r | poloměr |
| $1/r$ | křivost ohybové čáry v určitém průřezu |
| t | tloušťka |
| u | obvod betonového průřezu o ploše A_c |
| z | rameno vnitřních sil |
| A | součinitel vyjadřující vliv dotvarování |
| B | součinitel vyjadřující vliv vyztužení |
| C | součinitel vyjadřující vliv poměru momentů na konci sloupu |
| c | krytí |
| c_{nom} | nominální krycí vrstva |
| c_{min} | minimální krycí vrstva |
| Δc_{dev} | přídavek k minimální krycí vrstvě zohledňující možné odchylky |
| K_r | opravný součinitel zohledňující normálovou sílu |
| K_ϕ | součinitel dotvarování |
| c_{gp} | těžiště předpínací síly |

| | |
|-----------------|--|
| e_p | excentricita předpínací síly vůči těžišti |
| l_{bd} | návrhová kotevní délka |
| $l_{b,rqd}$ | základní kotevní délka |
| $l_{s,req}$ | nutná délka smykové lišty |
| $l_{s,prov}$ | návrhová délka smykové lišty |
| u | délka kontrolního obvodu při posouzení protlačení |
| $V_{Rd,c}$ | návrhová hodnota únosnosti při protlačení bez smykové výztuže |
| $V_{Rd,sy}$ | návrhová hodnota únosnosti smykové výztuže při protlačení |
| V_{min} | minimální smykové napětí v betonu |
| γ | dílčí součinitel |
| β | součinitel |
| λ | štíhlostní poměr |
| λ_{lim} | limitní štíhlostní poměr |
| ν | Poissonův součinitel |
| ψ | součinitele, definující hodnoty proměnného zatížení |
| τ | smykové napětí |
| α_1 | vliv tvaru prutu |
| α_2 | vliv krycí vrstvy |
| α_3 | vliv ovinutí příčnou výztuží |
| α_4 | vliv příčně přivařené výztuže |
| α_5 | vliv tlaku kolmo na plochu betonu podél návrhové kotevní délky |
| α_6 | vliv množství stykované výztuže |
| M_{Rd} | moment na mezi únosnosti |
| σ_c | napětí v betonu |
| σ_s | napětí v betonářské výztuži |
| σ_p | napětí v předpínací výztuži |