

Projektová dokumentace pro provádění stavby

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

D.1.2 a) Technická zpráva – Návrh pro zpracování postupu předpínacích prací

Fakultní nemocnice Brno

Výstavba gynekologicko-porodnické kliniky

Stavebník:	Fakultní nemocnice v Brně Jihlavská 20 625 00 Brno
Objednatel:	Sdružení Budoucnost gynekologicko-porodnické kliniky ve Fakultní nemocnici Brno DOMY ARCHITECTS; LT PROJEKT; JIKA CZ
Zpracovatel:	RECOC, spol. s r.o. Seydlerova 2451/8 Praha 13, 158 00
Projektant:	Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.
Tým:	Ing. Petra Müllerová Ing. Michaela Blahová; Ing. Milan Klášterka Ing. Tomáš Chmelík Ing. Vojtěch Ježek Ing. Lukáš Falta

Obsah

1	Soubor použitých norem a literatury	2
1.1	Řada norem ČSN	2
1.2	Zákony a vyhlášky	3
2	Použité podklady a literatura	4
3	Použité programy	4
4	Účel dokumentace	4
5	Popis navrženého konstrukčního systému	4
5.1	Funkce a tvar budovy	4
5.2	Nosná konstrukce	5
5.3	Založení stavby	5
6.1	Táhla Macalloy	5
6.2	Postup výstavby	5
6.3	Předpínané sloupy	12
6.4	Stropní desky 9.NP	13
6.5	Ocelová konstrukce	14
6.6	Napínání táhel Macalloy	15
6.7	Deaktivace dočasných podpor	15
7	Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky	16
7.1	Betonové konstrukce	16
7.2	Vázaná výztuž	16
7.3	Předpínací (tvrdá) výztuž	16
7.4	Ocelové konstrukce	16
8	Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení	16
9	Technologické podmínky postupu prací ovlivňující stabilitu konstrukce	18
9.1	Požadavky na bednění a podpírání	18
9.2	Geometrické tolerance	18
9.3	Dočasné podepření	18
10	Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí	18
11	Provádění, tolerance a kontroly	18
12	Závěr	19

1 Soubor použitých norem a literatury

1.1 Řada norem ČSN

ČSN 73 0037	Zemní a horninový tlak na stavební konstrukce – oprava 1, změna 1
ČSN 73 1201:2010	Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
ČSN 73 2401	Provádění a kontrola konstrukcí z předpjatého betonu – změny a, Z2, Z3, Z4
ČSN 73 2480	Provádění a kontrola montovaných betonových konstrukcí – změna Z1
ČSN 73 2604	Ocelové konstrukce – Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb
ČSN EN 206+A2:2021	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 445	Injektážní malta pro předpínací kabely – Zkušební metody
ČSN EN 446	Injektážní malta pro předpínací kabely – Postup injektáže
ČSN EN 447	Injektážní malta pro předpínací kabely – Základní požadavky
ČSN EN 1090-1+A1	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců
ČSN EN 1090-2+A1	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
ČSN EN 1536+A1	Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí – oprava 1

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí – [oprava 1, 2, 3, 4; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2](#)
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb – [oprava 1; změny Z1, Z2; NA ed. A](#)
- SN EN 1991-1-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru – [oprava 1, 2, 3; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem – [oprava 1; změny A1, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5; NA ed. A; ed.2 - změna A1](#)
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem – [oprava 1, 2, 3; změny Z1, Z2, Z3; NA ed. A, - změna A1; ed.2](#)
- ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou – [oprava 1, 2; změny Z1, Z2; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1991-1-6 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění – [oprava 1, 2; změny Z1, Z2, Z3, Z4; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení – [oprava 1; změny A1, Z1; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – [oprava 1, 2; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed.2 - změna A1, Z1](#)
- ČSN EN 1992-1-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru – [oprava 1; změna NA ed. A](#)
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – [oprava 1, 2; změna A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed.2 - oprava 1, změna A1](#)
- ČSN EN 1993-1-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla: Navrhování konstrukcí na účinky požáru – [oprava 1; změna Z1; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1993-1-4 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-4: Obecná pravidla: Doplnující pravidla pro korozivzdorné oceli – [změna A1, Z1; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-5: Boulení stěn – [oprava 1; změna Z1, Z2, A1; NA ed. A; ed.2](#)
- ČSN EN 1993-1-6 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-6: Pevnost a stabilita skořepinových konstrukcí – [oprava 1; změna Z1; změna NA ed. A](#)
- ČSN EN 1993-1-7 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-7: Deskostěnové konstrukce příčně zatížené – [oprava 1; změna Z1; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků – [oprava 1, 2 – změna Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2](#)
- ČSN EN 1993-1-10 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou – [oprava 1, 2; změna Z1, Z2; NA ed. A; ed.2](#)
- ČSN EN 1993-1-11 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-11: Navrhování ocelových tažených prvků – [oprava 1; změna Z1; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1993-1-12 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-12: Doplnující pravidla pro oceli vysoké pevnosti do třídy S 700 – [oprava 1; změna Z1; NA ed. A](#)
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla – [oprava 1; změna NA ed. A](#)
- ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy – [opravy 1, 2](#)
- ČSN ISO 2394:2016 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí.
Firemní materiály VSL

1.2 [Zákony a vyhlášky](#)

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu v platném znění –

Vyhláška č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb, v platném znění (Vyhláška č. 405/2017 Sb., částka 144 ze 7. 12. 2017 o dokumentaci staveb ve znění Vyhlášky č. 62/2013 Sb. a vyhláška č. 169/2016 Sb.)

2 Použité podklady a literatura

- [01] Architektonicko-stavební řešení | Sdružení Budoucnost gynekologicko-porodnické kliniky ve FN Brno, DOMY ARCHITECTS, LT Projekt, JIKA CZ; 05.2023.
- [02] Zpráva IG a HG průzkumu; BALUN geo s.r.o., Gromešova 3, 621 00 Brno; 10.2021
- [03] Zpráva IG a HG průzkumu CKTCH; BALUN geo s.r.o., Gromešova 3, 621 00 Brno; 2.2022
- [04] Geologický a hydrogeologický průzkum – psychiatrie; AQUA ENVIRO s.r.o., Ječná 1321/29a, 6201 00 Brno; 3.2016
- [05] Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu, GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 BrnoB- FN; 2.2024
- [06] FEM, principy a praxe metody konečných prvků | Kolář V., Němec I., Kanický V. | a navazující manuály k programům NEXX.
- [07] ČSN P ENV 1992-1-1, část 1.1, čl. A 2.9, str. 334-338
- [08] Programy FINE – uživatelské manuály
- [09] Manuál k programu RENEX3D | RECOC, spol. s r.o., 2013
- [10] Předpjaté betonové konstrukce, CERM 2008 | Navrátil J.
- [11] Předpjaté betonové konstrukce | Navrátil Jaroslav | Akademické nakladatelství CERM, 2008
- [12] Návrh pilotového založení | Čeněk a Ježek s.r.o. | 06.2023

3 Použité programy

Programy RENEX	© FEM consulting Brno s.r.o., RECOC, spol. s r.o.,
Preprocesory a postprocesory RECOC-BETON	© RECOC, spol. s r.o.,
FINE	© FINE s.r.o.
Tabulkové procesory Excel	© RECOC, spol. s r.o.
SCIA ENGINEER	Nemetschek Scia s.r.o., 2013

4 Účel dokumentace

Tato dokumentace slouží jako podklad pro výběr zhotovitele dočasného podepření konstrukce po dobu výstavby, ale i dodavatele nosné konstrukce. Při výběru dodávky podpůrných systémů musí být dočasná skruž zkoordinována s projektem v aktuálním stupni realizace. Podpůrný systém musí být při svém návrhu koordinován s generálním projektantem a statikem železobetonových a ocelových konstrukcí a musí jimi být odsouhlasen. Zároveň budou také poskytnuty veškeré technické údaje o podpůrném systému projektantovi železobetonových konstrukcí a ten ověří, zda zvolený typ dočasného podpůrného systému nemá svou tuhostí vliv na přerozdělení vnitřních sil v konstrukci během výstavby, což by mohlo mít za následek změnu reakcí do podpůrného systému. Součástí dokumentace bude také návrh předpínacích kabelů pro dodatečně předepnuté sloupy, trámy a atiky.

5 Popis navrženého konstrukčního systému

5.1 Funkce a tvar budovy

Budova bude sloužit jako nemocniční objekt pro Gynekologicko-porodnickou kliniku Fakultní nemocnice v Brně. Půdorysně zaujímá v nadzemních podlažích plochu obdélníka o délce 110 m a šířce 32 m. Podzemní podlaží a nižší nadzemní mají půdorysy redukované. Dům bude mít dvě podzemní a devět nadzemních podlaží.

5.2 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci objektu bude tvořit železobetonový monolitický skelet založený na základové desce podpírané vrtanými velkopřůměrovými pilotami plovoucími v neolitických jílech.

Stabilitu domu budou zajišťovat dvě dvojice komunikačních jader, obsahujících celkem 12 výtahů, systém instalačních šachet a dvě tříramenná schodiště procházející od druhého suterénu až po strojovny v 10. NP.

Vertikální nosné konstrukce tvoří sloupy obdélníkového průřezu, obvodové a vnitřní stěny, horizontální pak stropní desky působící ve dvou směrech doplněné parapety a lokálně trámy. Vzhledem k velké konzole v osách A–B a průjezdu mezi osami J–L jsou desky v těchto částech budovy vyvěšeny pomocí předepnutých betonových táhel na ocelové konstrukce umístěné na střeše budovy.

5.3 Založení stavby

Pro stavbu GPK probíhá v současné době doplňující podrobný inženýrsko-geologický průzkum (překážely původní budovy), proto byly statické výpočty prováděny na kompilaci informací z různých sond na stavbě a jejím okolí [2] – [5] pro předpokládanou úroveň hlav velké části pilot na kótě 276,400. K dispozici byl mělký IG průzkum pro GPK (Balun geo, s.r.o., 10/2021). Hlubší partie geologického profilu byly odhadnuty na základě vlastních regionálních zkušeností autora. Sedání pilot předpokládáme hodnotou 10 mm, hodnoty zatížitelnosti podle ČSN 73 1004. Po vyhodnocení doplňkového podrobného inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu budou v případě odlišností upraveny předpoklady a případně výpočty korigovány.

6 Zevrubný popis postupu výstavby

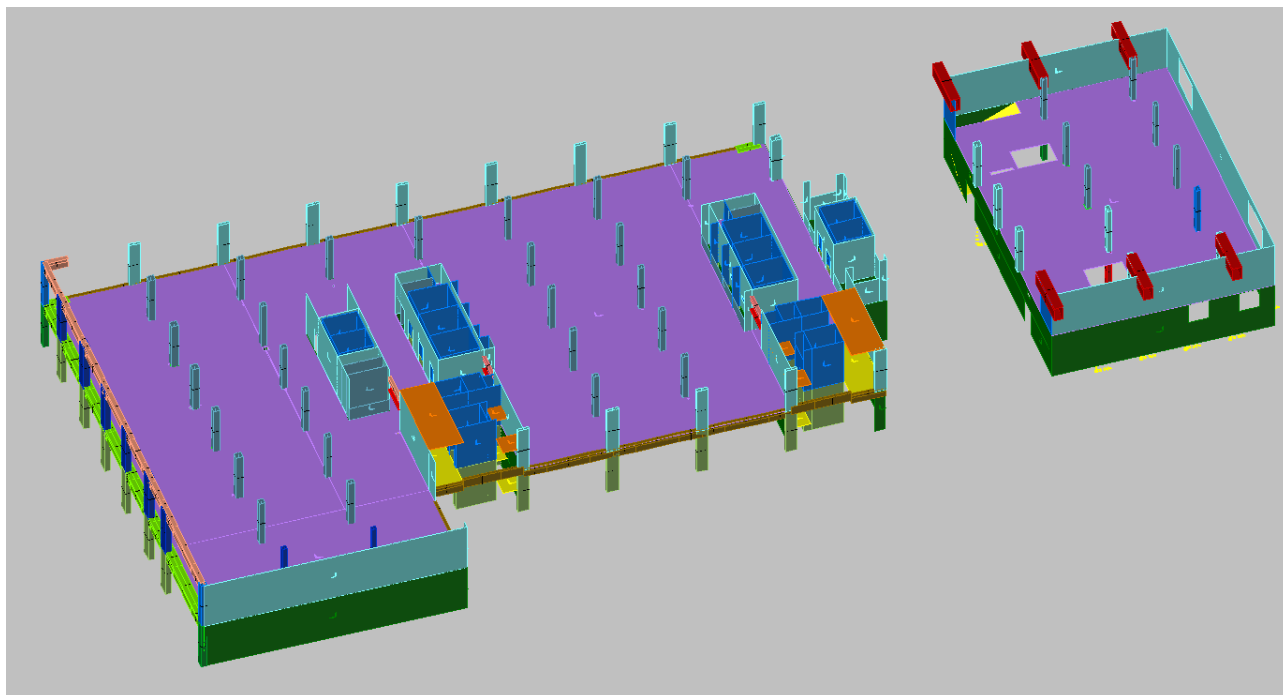
6.1 Táhla Macalloy

Jedná se o certifikovaný (certifikace ETA) konstrukční systém táhel (s válcovanými závity), Macalloy 520 v dimenzích M42, M85 a M105. Součástí systému jsou koncovky, čepy, napínací matice a konické krytky. Konstrukční systém táhel umožňuje předepnutí táhel na volné délce s použitím hydraulického napínacího systému připevněnému na závity tyče. Maximální síla v táhlech nepřesáhne hodnotu udávanou výrobcem. U systému Macalloy se jedná o hydraulické zařízení technotensioner. Únosnost konstrukčního systému táhel je v rámci certifikace ETA prokazována pravidelným režimem zkoušek materiálu při výrobě. Táhla jsou vyrobena z materiálu s mezí kluzu 520 MPa. Všechna táhla budou opatřena tenzometry v konfiguraci plného můstku s kabelem a konektorem.

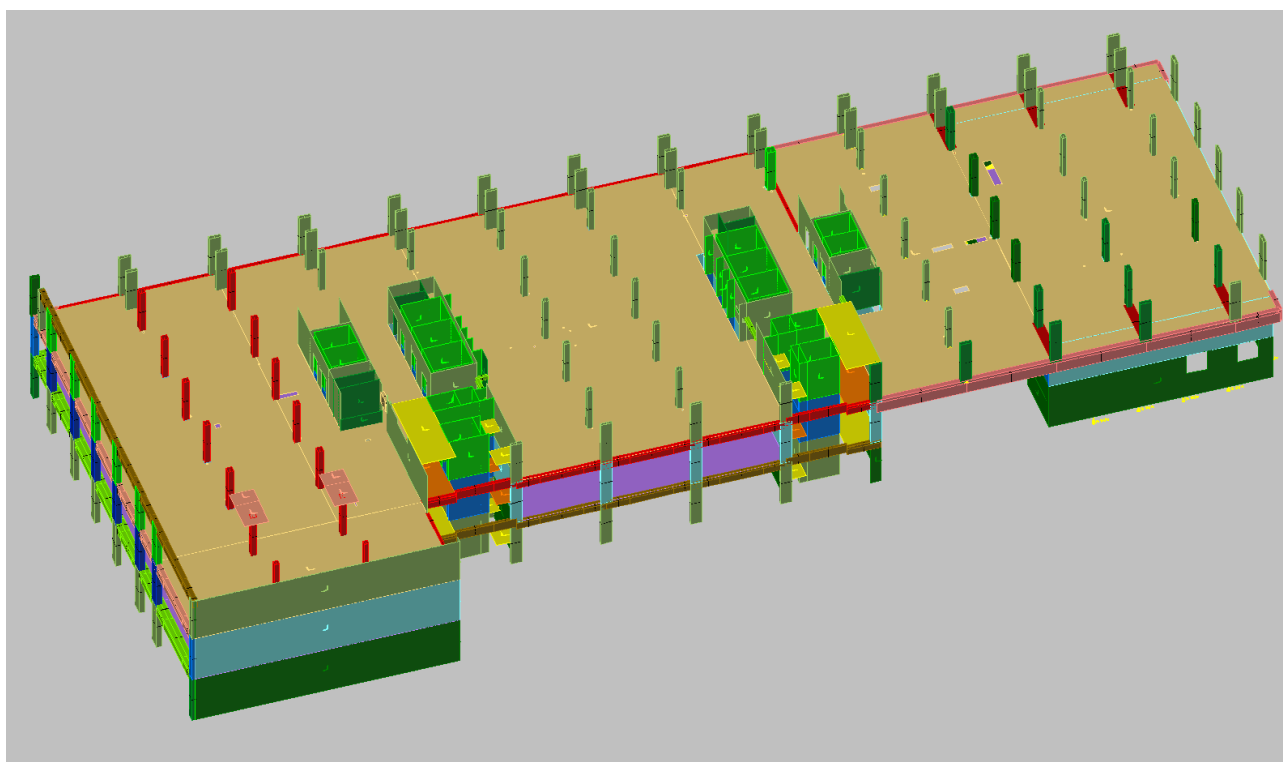
6.2 Postup výstavby

Založení objektu a výstavba podzemních podlaží a prvních dvou nadzemních podlaží budou probíhat běžným postupem.

V místě budoucího průjezdu vzniklého vypuštěním sloupů v modulové ose K bude první stropní deska provedena na skruži na úrovni stropu nad 2. NP. V místě konzolového vyložení počínajícího na ose B a pokračujícího směrem za modulovou osu A bude první stropní deska na skruži ještě o jednu úroveň výše.



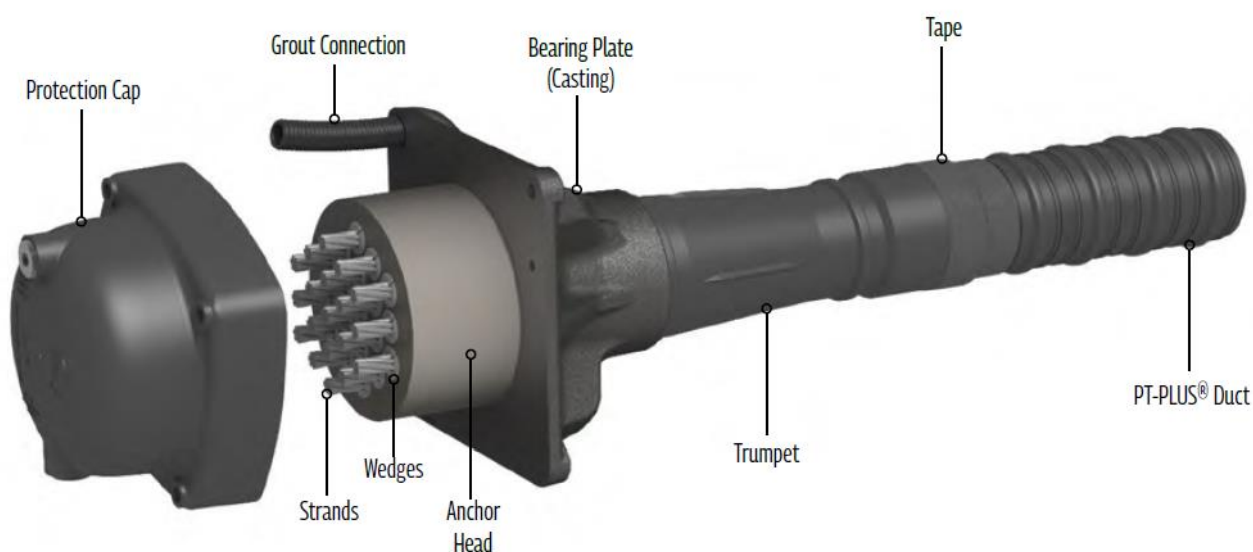
Obrázek 1 - Poslední možný stav nosné konstrukce před sestavením skruže v ose L



Obrázek 2 - Poslední možný stav nosné konstrukce před sestavením skruže v ose A

Jako dočasná náhrada sloupů pod severní fasádou nadzemní části a v modulových osách A a K bude zhotovitelem sestavena robustní dočasná podpůrná konstrukce sestávající z věží pod sloupy v osách A/2-8 včetně, K/2-8 včetně a severně od osy A/3-7 včetně. Ty musí dočasně nahradit funkci vynechaných sloupů v úrovních 1.-2., resp. 1.-3. NP, a to až do doby, kdy bude nadzemní část přes dodatečně předepnuté železobetonové sloupy zavěšena na ocelovou konstrukci a ta aktivována. Tyto dočasné konstrukce musí vykazovat dostatečnou únosnost a také tuhost pro přenos sil do základových konstrukcí a musí být

odsouhlaseny a prověřeny statikem nosných konstrukcí. Dočasné podpory musí umožnit aktivaci (přizvednutí nosné konstrukce) pomocí hydraulických lisů. To je nutné jednak pro případnou korekci deformací, ale hlavně jako pomoc při předpínání táhel Macalloy na požadované hodnoty. Ve zhlaví dočasných podpor pod stropní deskou 2.NP a 3.NP musí být osazeny zdvihací lisy případně „komory“ pro dodatečné osazení zdvihacích lisů. Lisy/komory musí mít rovněž únosnost a zdvihací kapacitu až 4.050 kN. Lisy nemusí být v podpůrné konstrukci osazeny po celou dobu výstavby, ale musí být dle potřeb projektanta/výstavby k dispozici po předchozí domluvě, a to minimálně v době dokončení železobetonové konstrukce pro „zvážení“ její reálné hmotnosti a také při předpínání ocelové střešní konstrukce. Požadavky na osazení lisů během aktivace ocelové konstrukce budou specifikovány v podrobném postupu předpínání a aktivace ocelové konstrukce. Podpěrné skruže musí umožňovat přístup ke spodním kotvám předpínacího systému sloupů tak, aby bylo možno osadit klínky kotev a napnutí lan, poté připojení injektážní soupravy.

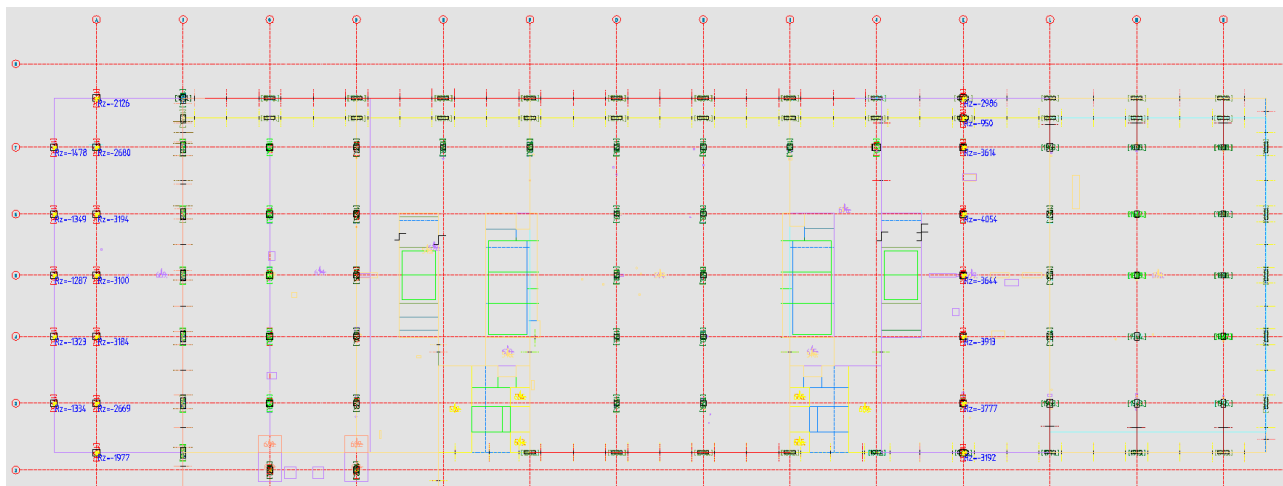


Obrázek 3 - Kruhová vícelanná kotva

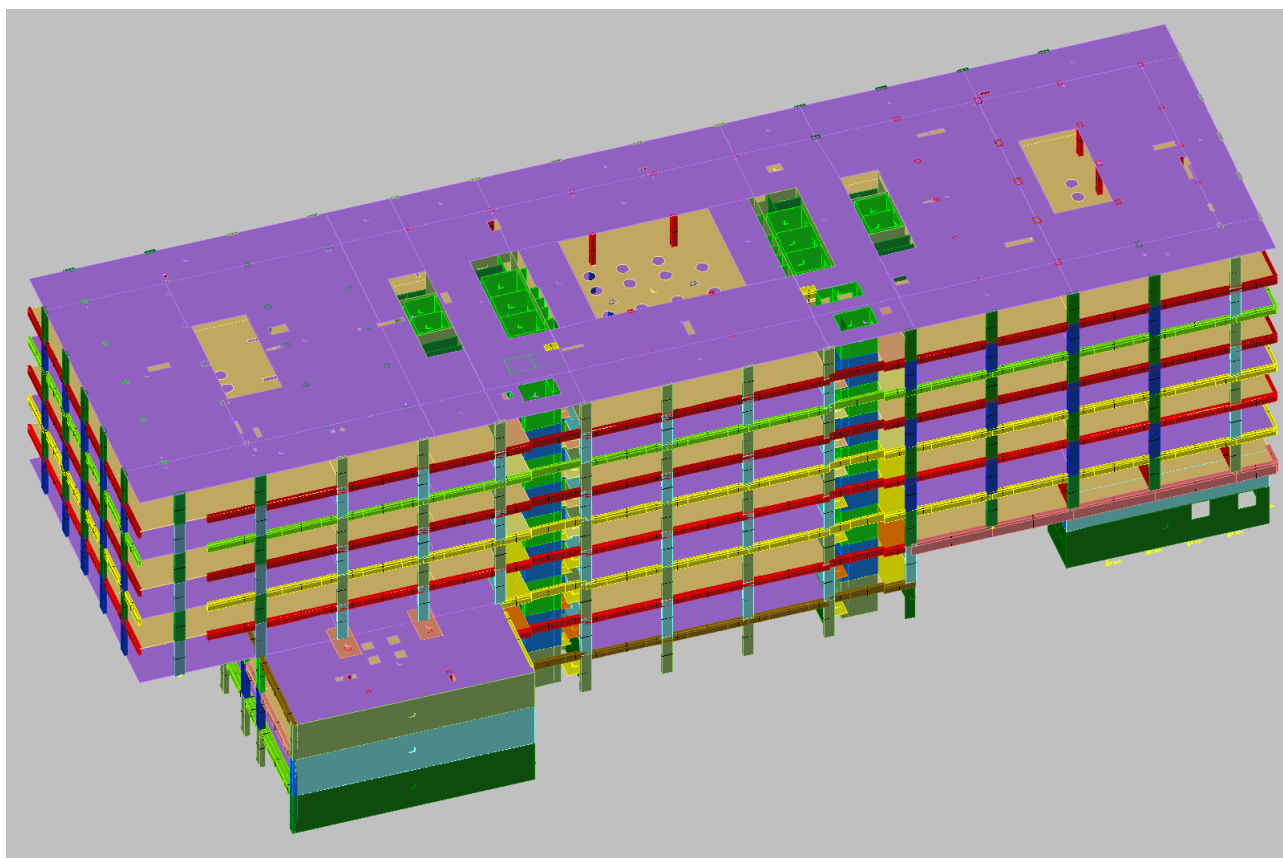
Obrázek 4 - Návrhové hodnoty reakcí do skruží v kN

Při provádění stropu nad 2.NP budou na osách K/3-7 osazeny kotevní desky v místě budoucích předpínaných sloupů. Na těchto deskách budou navařeny ocelové trubky, které suplují úlohu kanálků předpínací výztuže, a závitové spojky pro stykování betonářské výztuže. Předpínány budou v horní části i sloupy v osách C/3-7 a D/3-7. Osazování kotevních desek musí být koordinováno s dočasnými podporami – lisy/komorami. Tento postup bude zopakován při provádění stropní desky nad 3. NP v osách A/3-7 a pod severní fasádou v osách 3-7.

Výstavba zbylých pater bude probíhat standardním způsobem.



Obrázek 5 - Návrhové hodnoty reakcí do podpůrné skruže

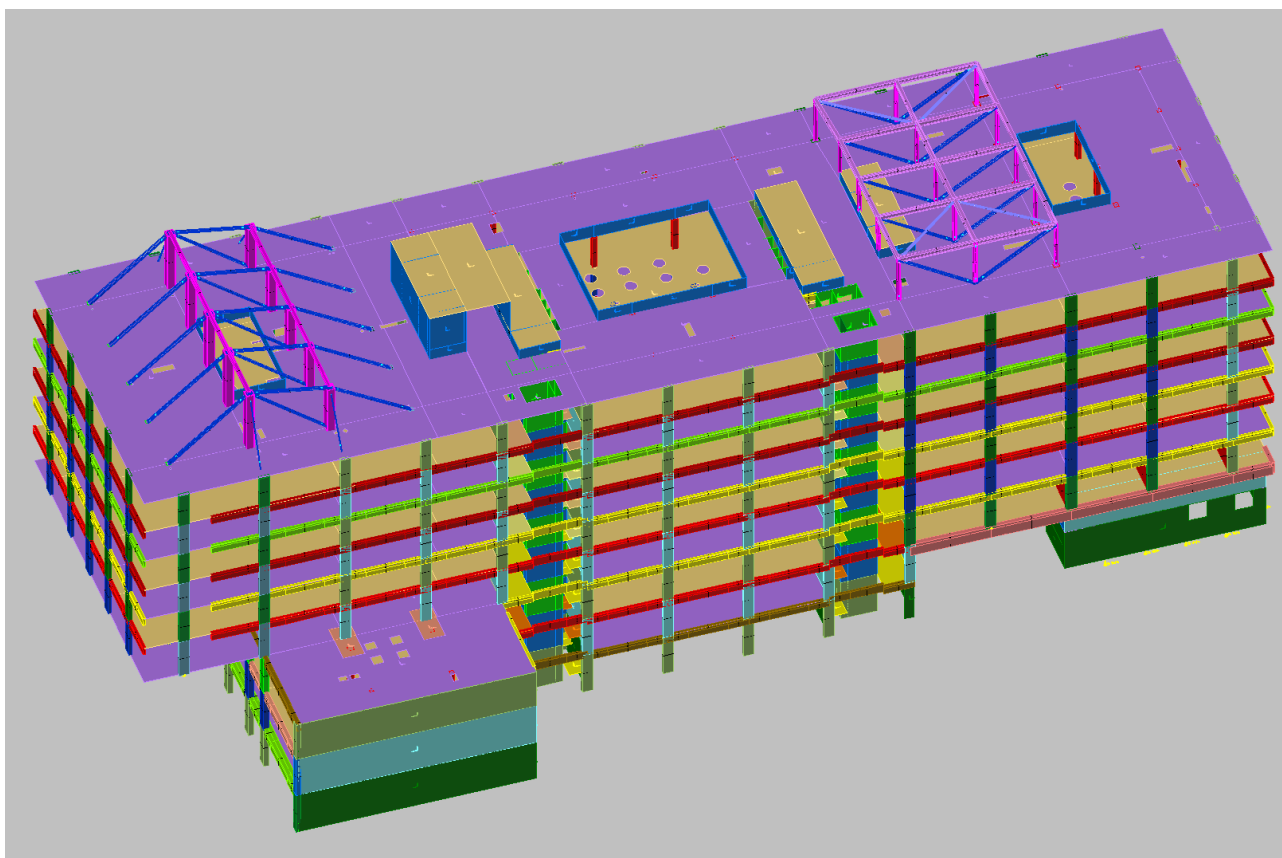


Obrázek 6 - Nosná konstrukce na skružích před montáží nosné ocelové konstrukce

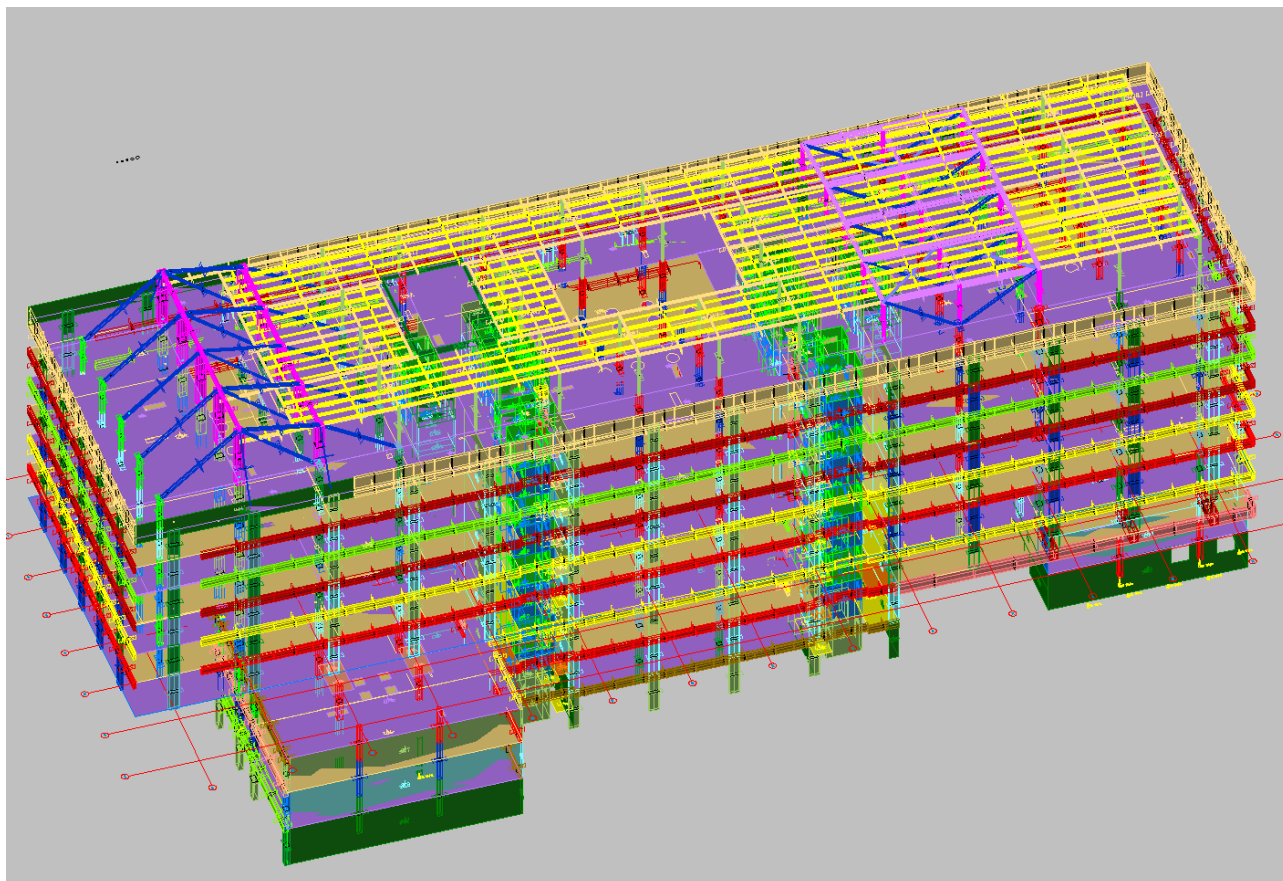
Po dokončení střešní desky (deska nad 9. NP), do které budou osazeny kotevní prvky pro napojení ocelové konstrukce, započne montáž samotných ocelových prvků. Jejich montáž musí být koordinována s předpínáním železobetonových sloupů na osách A, C, D a K, jejichž předpínání může započít až po dosažení krychelné pevnosti 35 MPa betonu (posledních sloupů i desky). Předepnutím se zároveň pevně spojí patní deska ocelové konstrukce se styčnickovými plechy (proto musí předcházet) přes závěsy Macalloy s betonovou stropní deskou. Až po předepnutí sloupů na osách A, C, D a K může dojít k napojení ocelové konstrukce v těchto místech a mohou být do těchto styků vnášeny tahy od ocelové konstrukce.







Obrázek 9 - Nosná konstrukce po smontování nosné části ocelové konstrukce



Obrázek 10 - Zkompletovaná nosná konstrukce

Kotevní ocelové desky a koncovky předpínací výztuže musí být protipožárně chráněny.

Předpínací síly se vnáší nejprve do shora uvedených sloupů a teprve ve druhém kroku postupně do táhel Macalloy. Hodnoty vnášených sil se u sloupů měří na předpínacích pistolích (o napínání se vyhotovuje protokol předkládaný k odsouhlasení před injektáží kabelů). Táhla Macalloy (certifikovaný systém táhel s válcovanými závitů) se napínají pomocí hydraulického napínacího systému Technotensioner připevněnému na závitů tyče. Táhla jsou vyrobena z oceli s mezí kluzu 520 MPa a všechna budou opálena tenzometry v konfiguraci plného můstku s kabelem a konektorem. Předpínací postup musí brát v úvahu vzájemné ovlivňování jednotlivých táhel. Měřicí ústředna a aparatura bude umožňovat měření všech táhel podle podrobného postupu.

Vzhledem ke kontrolám a případným korekcím během napínání budou podobné plné tenzometrické můstky umístěny na vybraných vertikálních prvcích podpůrných skruží (kontrolní měření ve vztahu k lisům).

6.3 Předpínané sloupy

Lokálně působí vybrané sloupy (v řadách A a K na celou výšku a v horní části i v osách C a D a u severní fasády) v provozním stádiu jako dodatečně předepnutá táhla, předpětí zajišťují kabely se soudržností. Uvažován výpočtově je systém VSL. V montážním stádiu, kdy konzola i průjezd budou podepřeny skruží, budou sloupy fungovat standardním způsobem.

Předpínané sloupy v 9.NP, kterými prochází ocelové trubky jako kanálky předpínací výztuže, budou betonovány samozhutitelným betonem, který bude do bednění vhněn od spodu pod tlakem. Před betonáží budou osazeny ocelové prvky do vrcholů sloupů, které budou navařeny na středovou trubku pomocí

prstýnku z trubky většího průměru. Na ocelové svařence bude výztuž napojena přes typové šroubovací spojky výztuže. Musí být použity takové spojky výztuže, které umožní zašroubování bez možnosti posunu a otáčení prutů výztuže. U kotevních prvků, které mají DH pod úrovní stropní desky bude betonáž ukončena cca 20 mm pod úrovní kotevního prvku a zbytek bude dolit/doinjektován vysokopevnostní zálivkou/suspenzí s minimální pevností 60 MPa. Zda bude vrchol injektován či zalit shora odvědušňovacími otvory v ocelových svařencích bude rozhodnuto na základě postupu výstavby, který bude naplánován v úzké koordinaci prováděcí firmy a statika. Odvědušňovací otvory v ocelových svařencích musí být provedeny v každém případě. U trubek, které suplují kanálky předpínací výztuže musí být připraveny injektážní přípravky – náústky. Sloupy budou předpínány shora.

Stejný postup předpínání sloupů nad 9.NP jako na ose A bude proveden i na osách C-D/3-7, K/3-7 a podél severní fasády (osy 3-7).

U předpínaných sloupů na ose K/2 a K/8 bude kotevní deska předpínacího kabelu s navazující trubkou osazena 1,0 m nad úroveň podlahy stropní desky nad 2.NP, tedy do relativní výšky +9,850 m. Pod touto deskou bude vynecháno pracovní „okénko“ rozměru 250x600 mm. Po dokončení železobetonové části konstrukce budou skrz trubku ve sloupu protažena předpínací lana, v okénku na ně bude nasazen prstýnek z předpínací kotvy E0.6_6-7, lana budou v prstýnku zajištěna kužílky a sloup bude předepnut ze střešní konstrukce. Následně bude okénko dobetonováno beton pevnostní třídy C40/50 s vynecháním prostoru ve vrcholu, který bude následně doinjektován či dolit zálivkovou směsí s pevností minimálně 60 MPa.

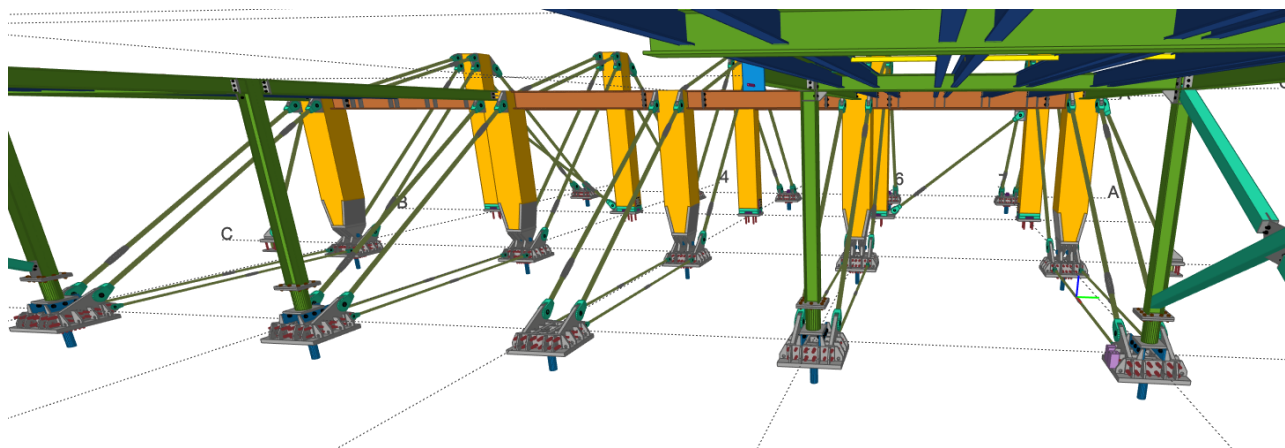
Maximální časové prodlevy mezi jednotlivými fázemi by neměly přesáhnout níže stanovenou dobu:

- Max. 12 týdnů mezi výrobou kabelů a injektováním
- Max. 4 týdny v bednění před betonáží
- Cca 2 týdny mezi napnutím a injektáží

6.4 Stropní desky 9.NP

Stropní desky budou betonovány z betonu pevnostní třídy C30/37, od severní fasády po osu D z betonu C40/50. V místě osazení kotevních prvků a v místě hustě osazené výztuže je nutno použít betonovou směs konzistence S4 s kamenivem D_{max} 8 mm. V místě kotevních ocelových prvků, jejichž DH odpovídá HH stropní desky bude betonáž ukončena v úrovni horní hrany výztuže, tedy cca 25 mm (krytí výztuže) pod HH desky. Tato vrstva bude do 24 hodin dolita zálivkovou směsí s minimální pevností 60 MPa. Bude se jednat vždy o plochu cca 250 mm po obvodu kotevního prvku.

Ve stropní desce 9.NP budou mezi sloupy na osách C-D osazena vodorovná předpínaná táhla. Tato táhla budou před betonáží předepnuta na požadovanou sílu. Aktivace se předpokládá za použití vně osazených pomocných ocelových rozpěr, které zajistí polohu kotevních prvků ve vrcholech sloupů na osách C a D. Tyto dočasné rozpěry budou osazeny pod a nad stropní deskou, budou u nich osazeny vodorovné lisy, aby bylo možno po betonáži a vyvrácení betonu tyto prvky deaktivovat a tlakovou sílu přenesou betonová deska. Tato táhla jsou v konstrukci osazena z důvodu zachycení vodorovných tahů z kotevních prvků na ose C, kde je před těmito prvky ve stropní desce světlík.



Obrázek 11 - Předpínaná táhla v desce nad 9. NP spojující kotevní bloky v osách C a D

Atiky nad 9.NP na osách A-C/2,8 budou zesíleny na 400 mm a budou předepnuty vždy dvojicí dodatečně předpínaných 15-ti lanných kabelů se soudržností. Kabely budou předpínány z čelní strany od osy A, na druhé straně budou osazeny pasivní kotvy s cibulkovým rozpletem. V těchto atikách bude také provedeno osazení kotevních desek a prstýnků na ocelové trubky na osách A-C/2,8. Tyto sloupky budou předepnuty po dokončení stropní desky a po nabytí její plné pevnosti. Až poté bude následovat příprava výztuže a betonáž atik nad 9.NP. Atiky nad 9.NP je možno předpínat po nabytí plné pevnosti betonu atik.

6.5 Ocelová konstrukce

Objekt má v posledním patře ocelovou venkovní konstrukci, která je řešena čtyřmi samostatnými celky. První menší část je masivní ocelové věšadlo (osy A-C), druhá část (osy C-J1) je navržena jako běžná ocelová konstrukce s příčnými rámy, třetí část je masivní ocelové vzpínadlo a poslední čtvrtá část (osy L-N) je opět běžnou ocelovou konstrukcí s příčnými rámy. Mezi jednotlivými celky je na osách C, J1 a L horizontální dilatace, která je vytvořena oválnými otvory ve stycích.

První část konstrukce mezi osami A-D je tvořena masivními ocelovými rámy, které sestávají ze svařovaných sloupů propojených profilem HEB500. Rámy jsou doplněny o přepínaná táhla Macalloy S520 M105, M85 a M42. Tato konstrukce vynáší vykonzolovaná železobetonová patra.

Třetí část mezi osami J1-L je tvořena ocelovými rámy, které jsou doplněny o dodatečně předpínaná táhla v podobě dvojic táhel Macalloy S520 M85. Tato konstrukce vynáší železobetonové konstrukce na ose K, které v 1. – 2. NP nejsou podporovány sloupky. Horizontální podélnou tuhost zajišťuje kotvení střešní roviny k železobetonové konstrukci. Stabilitu konstrukce zajišťují tuhé rámy a konstrukce je ve střešní rovině doplněna o diagonální trubkové ztužení TR193,7x10.

Dvě části mezi osami C-J1 a L-N jsou tvořeny ocelovými rámy na rozpon 7,8 metru. Vlastní příčle jsou z válcovaného profilu HEB 260 z oceli třídy S355, který je montážně rozdělen tuhými čelními deskami v místech s nulovým momentem. Rámové rohy mezi příčlemi a sloupky jsou provedeny jako tuhé svařované v dílně. Sloupky běžné pergoly jsou z profilu HEB 260. Příčle jsou v horizontální rovině ztuženy proti klopení v polovině rozpětí. Ztužení je provedeno z profilů L50*5. Stabilitu typických polí zajišťují mimo tuhé rámové rohy v obou směrech i křížová ztužení navržená z profilů jelek o rozměrech 180x180x8mm. Ocelová konstrukce bude mimo jiné sloužit jako podpora pro FVE panely, tyto budou usazeny na vaznicích, které jsou navrženy z profilů IPE200. Vaznice jsou proti klopení zajištěny propojkami z profilů L50x5.

Kotvení ocelových konstrukcí v patách sloupů je uvažováno jako kloubové. Kotvení běžných polí (C-J1 a L-N) se předpokládá dodatečně na čtyři chemické kotvy HILTI HAS-U M24 - 8.8. Kotvení sloupů, na které navazují šikmá táhla pro vynesení konstrukce, je navrženo pomocí předem zabetonovaných prvků. Kotvení je nadimenzováno jako masivní ocelový prvek schopný přenést vodorovné síly vyvolané předepnutím střešní ocelové konstrukce.

Vzhledem k tomu, že kotvení ocelových sloupů se nachází v místech stropní desky s předpínací výztuží a v místech s velkým stupněm vyztužení, je nutné před započítáním vrtání chemických kotev určit přesnou polohu výztuže a vyvarovat se porušení nosné výztuže.

Z důvodu osazení a revize technologií mezi osami M a N je možná demontáž horní části ocelové konstrukce. IPE200 je možné demontovat bez jakýchkoli omezení. Pokud je nutná demontáž profilu HEB na osách 4 a 6, je nutné odstranit i opláštění stěny na ose N.

Během výstavby a dokončovacích prací objektu je přísný zákaz skladování jakéhokoli materiálu na konzole mezi osami A-C a také nad průjezdem mezi osami J-L. **Krom pohybu pracovníků se zde nesmí vyskytovat žádné zatížení!**

6.6 Napínání táhel Macalloy

Ocelová konstrukce objektu bude předepnutá za účelem vynesení železobetonové části konstrukce v osách A a K. Napnutí táhel má za účel vynesení svislých zatížení železobetonové konstrukce.

Vlastní napínání bude provedeno ve třech etapách:

- 1) Při vlastní montáži OK budou táhla aktivována minimální silou 10 kN.
- 2) Ve druhé etapě bude provedeno předepnutí ocelové části.
- 3) V poslední fázi se na dočasných podpěrách pod železobetonovou konstrukcí umístí dostatečně výkonné hydraulické lisy, které železobetonovou konstrukci nadlehčí a provede se poslední fáze předpětí ocelové konstrukce.

Po celou dobu výstavby budou sledovány deformace ocelové konstrukce. Přesný předpínací postup a systém geodetického zaměřování bude stanoven dodavatelem OK v rámci výrobně technické dokumentace na základě předpokládaných pružnostních vlastností betonové konstrukce a upravován v průběhu předpínání dle jejích skutečného chování. Zpracování podrobného postupu má za cíl minimalizovat dobu předpínání konstrukce a dosažení projektovaných sil a deformací. Předpínací postup bude vytvořen v úzké koordinaci se statikem. O předpínání bude proveden zápis do stavebního deníku.

V průběhu předpínání bude prováděn pravidelný monitoring sil v táhlech a geometrického tvaru betonové a ocelové konstrukce. Po dokončení předpínání bude provedeno závěrečné měření sil v táhlech a geometrie ocelové a betonové konstrukce. Měření bude probíhat pomocí předem nalepených odporových tenzometrů.

Na závěr bude provedena výchozí prohlídka konstrukce ve smyslu ČSN 73 2604. Pro sledování dalšího vývoje sil v táhlech budou ponechány některé tenzometry až do úplného dokončení stavby, tedy do stavu, kdy budou na konstrukci působit veškerá další zatížení. Po dokončení stavby bude provedeno měření sil v táhlech, na kterých byly ponechány tenzometry, a závěrečné frekvenční měření sil ve všech táhlech za účelem kontrol v rámci budoucích kontrol ocelové konstrukce v souladu s ČSN 73 2604. Pro další sledování konstrukce bude nutné na konstrukci ponechat některé tenzometry, minimálně pro kontrolu po jednom roce provozu.

Tenzometry ponechané na konstrukci budou dodavatelem vybrány po dohodě se zpracovatelem statického posudku.

6.7 Deaktivace dočasných podpor

Po dokončení předpínání, změření sil na táhlech a odsouhlasení statikem nosné a ocelové konstrukce mohou být lisy deaktivovány a dočasné podpory rozebrány.

7 Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky

7.1 Betonové konstrukce

Vnitřní konstrukce monolitické

C25/30-XC1 – C50/60-XC1

7.2 Vázaná výztuž

Třída B – ocel B500B, B550B

Musí splňovat podmínky normy ČSN 42 0139 Ocelářská výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel žebírková a hladká.

7.3 Předpínací (tvrdá) výztuž

Lana s mezí kluzu 1670 MPa, vlastnosti a zkoušení musí odpovídat EN 10138. Všechny součásti předpínacího systému musí být ze stejného systému. Ukládání předpínací výztuže, kotvení, napínání injektování bude provedeno v souladu s ČSN EN 13670. V podrobném statickém výpočtu bylo uvažováno se systémem VSL. Pokud bude použit systém jiný, je nutný statický přepočet konstrukce.

7.4 Ocelové konstrukce

S355, žárový zinek + nátěrový systém.

Táhla Macalloy 520

8 Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení

Zde jsou uvedeny pouze hodnoty vztahující se k postupu výstavby, ostatní viz technická zpráva a textová část statického výpočtu.

Síly uvedené ve výstupu ze statického výpočtu vycházejí z následujících zatěžovacích stavů a jejich kombinací. Na základě reálného stavu stavby a závazného harmonogramu musí být před osazením dočasných podpor tyto síly odsouhlaseny generálním dodavatelem stavby, generálním projektantem, statikem a investorem případně jeho zástupcem. V případě jakéhokoli rozporu budou zatěžovací údaje opraveny dle nového výpočtu a musí pro ně být upraven i návrh dočasného podepření.

Základní kombinace zatížení pro výstavbu

Zatěžovací stav	hodnota [kN/m ²]	bezpečnostní součinitel	druh zatížení
Vlastní tíha	viz celkový projekt	1,15	stálé
Předpětí sloupů	viz celkový projekt	1,00	nahodilé
Podlahy	viz celkový projekt	1,15	nahodilé
Fasáda	viz celkový projekt	1,15	nahodilé
Předpětí ostatních kcí	viz celkový projekt	1,00	stálé
Zatížení během provádění	1,75	1,00	nahodilé
Zatížení střechy	2,00	1,50	nahodilé

Sníh	viz celkový projekt	1,50	nahodilé
Vítr	viz celkový projekt	1,50	nahodilé
Teplota	viz celkový projekt	1,00	nahodilé

KOMB

Identifikační text kombinace

DOCASNE

přejmenování

Nová kombinace

kopírování

Součinitel

1.50

Nahodilé

Nová skupina

zatěžovací stav	součinitel	stálé/nahodilé	skupina
G00_VLASTNI TIHA	1.15	Stálé	
G01_PODLAHY	1.15	Stálé	
G03_STRECHA	0.67	Stálé	
G04_FASADA	1.15	Stálé	
Q01A_UZITNE	1.17	Stálé	
Q01C_UZITNE	0.35	Stálé	
Q01E_STROJOVNY	0.35	Stálé	
Q01H_UZITNE	1.00	Stálé	
Q02S_OK-SNIH	1.50	Nahodilé	
Q09V_VITR +X	1.50	Nahodilé	VITR
Q10V_VITR -X	1.50	Nahodilé	VITR
Q11V_VITR +Y	1.50	Nahodilé	VITR
Q12V_VITR -Y	1.50	Nahodilé	VITR

DOCASNE
MSP
MSP-LT
MSU
MSU 6.10
MSU 6.10 BEZ PREDP
MSU PROTAK
MSU PROTAK 6.10
PILOTY
PILOTY PLNE
PREDPETI TAHEL KON
PREDPETI TAHEL PRUJ
UZITNA

G02_PODVESENE
G05_SKLO
G06_PRICKY
G07_OK TIHA
G08_OK SKLO
Q01T_OK-LETO
Q01V_OK +X TLAK
Q02T_OK ZIMA
Q02V_OK +X SANI
Q03V_OK -X TLAK
Q04V_OK -X SANI
Q05V_OK +Y TLAK
Q06V_OK +Y SANI
Q07V_OK -Y TLAKI
Q08V_OK -Y SANI
S01_ZEMINA
U_10 LAN
U_19 LAN
U_5 LAN
P98_PREDPETI POC
P99_PREDPETI KONC

DOCASNE
MSP
MSP-LT
MSU
MSU 6.10
MSU 6.10 BEZ PREDP
MSU PROTAK
MSU PROTAK 6.10
PILOTY
PILOTY PLNE
PREDPETI TAHEL KON
PREDPETI TAHEL PRUJ
UZITNA

Smazat Smazat vše Smazat Smazat vše Oprava Oprava Oprava << Do kombinace << Vše ZS do kombinace

OK Cancel Help

Obrázek 12 - Návrhová kombinace - při provádění bude zohledněn skutečný stav stavby

Zatížení, u kterých není známo, kdy přesně budou vnesena do konstrukce, byl zvolen druh zatížení „nahodilé“ a výsledné síly do podpor respektují jejich časovou proměnnost.

Lisy pro „zvážení“ konstrukce a pro případné přizvednutí konstrukce při aktivaci OK musí mít dostatečnou únosnost/zdvihovou kapacitu a to až 4.050 kN a zdvih minimálně 100 mm. Musí mít rovněž vhodné rozměry. Po dobu výstavby železobetonových konstrukcí je vhodné lisy nahradit sekundárními podpůrnými prostředky. Výkaz oceli pro „komory“ lisů není zahrnut v této projektové dokumentaci. Pokud k použití těchto náhradních prvků dojde, musí být odsouhlaseny dodavatelem podpůrného systému, statikem budovy a ocelové konstrukce a dodavatelem předpínacího systému sloupů.

Během výstavby a dokončovacích prací objektu je přísný zákaz skladování jakéhokoli materiálu na konzole mezi osami A-C a také nad průjezdem mezi osami J-L. **Krom pohybu pracovníků se zde nesmí vyskytovat žádné zatížení!**

Přesné síly do výpočtu budou aktualizované podle skutečného stavu na stavbě.

9 Technologické podmínky postupu prací ovlivňující stabilitu konstrukce

9.1 Požadavky na bednění a podpírání

Bednění, lešení a jiné podpůrné konstrukce musí být provedeny tak, aby byly schopné bezpečně odolávat všem účinkům, kterým jsou vystaveny během postupu výstavby. Části na skružích viz předchozí odstavec. Pokud není v dokumentaci uvedeno jinak, bude bednění všech vodorovných konstrukcí s rozpětím větším než 6 m nadvýšeno o hodnotu $1/300$ rozpětí.

9.2 Geometrické tolerance

Pro dovolené odchylky platí požadavky stanovené ČSN EN 13670 pro třídu tolerancí 1. Všechny odchylky jsou vztaženy k sekundárním vytyčovacíím přímkám. Dále uvedené tolerance platí pro běžné betonové povrchy a konstrukce, u povrchů s požadovanou pohledovou úpravou jsou hodnoty tolerancí pro rovinatost R1 konstrukce sníženy o $1/3$.

Celková dovolená tolerance vodorovných odchylek výtahové šachty:

Horní stanice (+25,570 a výše)	+25/-0
Středová část	+25/-25
Dolní stanice (-6,600 a níže)	+25/-0

9.3 Dočasné podepření

Konzola za osou B a rovněž tak průjezd v ose K bude podepřen dostatečně únosnou dočasnou konstrukcí, např. montovatelnými elementy systému PIŽMO. Ty budou odstraněny, až po napnutí předpínací výztuže táhel a zainjektování posledních kabelů příslušné části nosné konstrukce a po úplném smontování ocelových konstrukcí na střeše a aktivací předepnutých táhel Macalloy. Současně budou tyto podpory zajišťovat dostatečné nadvýšení betonového skeletu podle výsledků podrobného statického výpočtu. Zde bude nutná součinnost s geodetem zhotovitele. Podpěrné skruže musí umožňovat přístup ke spodním kotvám předpínacího systému tak, aby bylo možno osadit klínky kotev a napnutí lan, poté připojení injektážní soupravy.

10 Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

U betonových konstrukcí se jedná o kontrolu výztuže před betonáží technickým dozorem investora, ve speciálních případech a na vyžádání statikem. Rovněž u tvrdé výztuže se kontroluje soulad s projektovou dokumentací a technologickými předpisy výrobce.

Kontrolováno bude uložení výztuže v bednění – krycí vrstva betonu, soulad s výkresy výztuže atd., Kontroly kontroly budou probíhat dle ČSN EN 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – Část 1: Společná ustanovení, změna Z1.

11 Provádění, tolerance a kontroly

Nosná konstrukce bude prováděna po jednotlivých podlažích do systémového bednění. Při provádění je nutno dodržet předepsané krytí výztuže a konzistenci betonové směsi v době ukládání betonu. Vhodným složením betonové směsi, dodržováním technologické kázně při transportu a v době ukládání betonové směsi a zejména kvalitním ošetřováním uloženého betonu jsou významně omezovány účinky od smršťování. Stropní desky je možné odbednit po dosažení 70 % pevnosti betonu. Stojky musí být ponechány tak, aby nově betonovanou stropní konstrukci vynášely minimálně dva stropy. Při odbedňování musí být ponechány stojky, není možné odbednit celé pole a potom stojky doplnit. Umístění pracovních spár a jejich úpravu je třeba dohodnout se statikem.

Tolerance se obecně řídí ustanoveními ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí konkrétně kapitola 10 a Příloha G. Tolerance prefabrikovaných konstrukcí dále řeší norma ČSN 73 0210 - Geometrická přesnost ve výstavbě – Podmínky provádění – Část 1: Přesnost osazení.

Kontroly a kritéria shody jsou uvedeny v ČSN EN 206 Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení změna Z3, kapitole 8.

Ocelová nosná konstrukce bude prováděna v souladu s ustanoveními norem ČSN EN 1090-1+A1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců a ČSN EN 1090-2+A1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce. Povrch spojovaných dílů třecími spoji je uvažován jako třída B.

Kontrola a údržba ocelových konstrukcí se řídí ustanoveními normy ČSN 73 2604 Ocelové konstrukce – Kontrola a údržba ocelových konstrukcí a inženýrských staveb.

Tolerance ocelových konstrukcí se obecně řídí ustanovením ČSN EN 1090-2+A1. Konkrétně se jedná o kapitolu 11 a Přílohu D.

Nosná ocelová konstrukce se kontroluje ve smyslu ČSN 73 2604. Dle čl. 5 má vlastník stavby nebo jím pověřená osoba uchovávat a spravovat veškerou projektovou i inspekční dokumentaci ocelové konstrukce. Po dokončení stavby se provede výchozí prohlídka ocelové konstrukce ve smyslu 6.2.3. ČSN 73 2604 s důrazem na kontrolu změřených sil v táhlech a na výchozí geometrii konstrukce. Ocelová konstrukce se kontroluje v rozsahu 6. 2. ČSN 73 2604 a v intervalech uvedených v kap. 6.3.2 ČSN 73 2604. Údržba a opravy se provádějí ve smyslu ČSN 73 2604 čl. 7 podle výsledků kontrol. Tenzometry na vybraných táhlech budou ponechány min. 1 rok provozu a po roce provozu budou síly zkontrolovány a předány projektantovi k posouzení a vyhodnocení. Po roce bude rovněž provedeno geodetické zaměření konstrukce, proto je nutné provést/připravit trvalé geodetické body.

Pro táhla Macalloy 520 musí být připraven a realizován program údržby. Co se týče prvků systému táhel, musí být pozornost věnována zejména kontrole a údržbě systému protikorozi ochrany a kontrole čepů tak, aby bylo zajištěno, že nedojde k jejich samovolnému uvolnění. Pravidelně v intervalu 5 let musí být provedeno mechanické očištění všech prvků táhel od povrchových nečistot vodou a příslušnými odmašťovacími prostředky, které nebudou zatěžovat životní prostředí. Po pěti letech musí dojít ke kontrole a utěsnění závitů MS Polymerem Terostat MS 939 případně Soudalseal 240 FC Údržba by měla být prováděna kvalifikovanou firmou se zkušeností s prací s těmito systémy konstrukčních táhel. V závislosti na povaze a chování konstrukce může být zapotřebí zkontrolovat předpětí v táhlech (frekvenční kontrolní měření).

12 Závěr

Konstrukce jsou obecně navrženy v intencích souboru platných norem ČSN EN. Statické výpočty prokázaly, že konstrukce, tak jak jsou navrženy, vyhovují ustanovení platných norem jak z hlediska mezních stavů únosnosti, tak z hlediska mezních stavů použitelnosti.

Dočasná podpurná konstrukce může být provedena ze systémových prvků dostatečné únosnosti a tuhosti. V místech, kde nebude možné použít systémové prvky, je nutno navrhnout samostatné dočasné podpurné konstrukce, pravděpodobně z konstrukční oceli. S finálním projektovou dokumentací dočasného podepření v rámci 1.NP až 3.NP a také s průběžným podepřením v patrech pod musí být seznámen statik železobetonových konstrukcí, statik ocelových konstrukcí, generální projektant a dodavatel předpínacího systému sloupů. Veškeré tyto části musí být spolu koordinovány.

V rámci dodavatelské dokumentace budou provedeny další statické výpočty zohledňující postup výstavby, chování dočasných podpor, vzájemnou interakci postupně napínaných táhel atd. To vše musí probíhat v těsné součinnosti se zhotovitelem stavby, statikem nosné konstrukce a statiky dodavatele ocelových konstrukcí, zejména předpínaných táhel Macalloy.

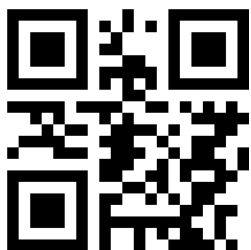
V Praze dne 02. 08. 2024

Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.
Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku
ČKAIT 0003778

Ing. Rostislav Mazáč
Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku
ČKAIT 1006527

RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



www.recoc.cz

RECOC s.r.o. - PRAHA
Seydlerova 2451/8
158 00 Praha 5

tel.: (+420) 251 624 661
IČO 43 00 10 84
DIČ CZ43001084

e-mail: recoc@recoc.cz
bankovní spojení: KB Praha 5
číslo účtu 315146071/0100