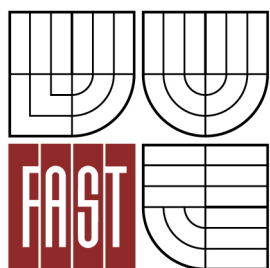




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING TESTING

HODNOCENÍ STAVEBNĚ TECHNICKÉHO STAVU OBJEKTU

EVALUATION OF TECHNICAL CONDITIONS OF THE OBJECT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTORKA PRÁCE

AUTHOR

BC. ROMANA VIKTÓRIA MAJTÁNOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL SCHMID, Ph.D.

BRNO 2016



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	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Romana Viktória Majtánová

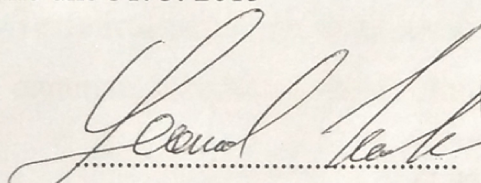
Název Hodnocení stavebně technického stavu objektu

Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

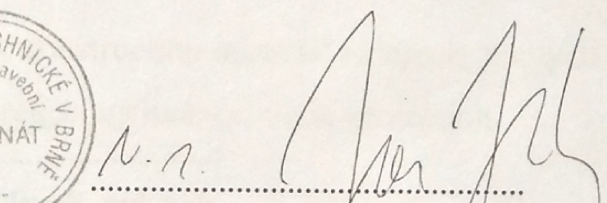
Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2015

Datum odevzdání diplomové práce 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015


prof. Ing. Leonard Hobst, CSc.
Vedoucí ústavu




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

Podklady a literatura

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
Schmid, P. a kol. Základy zkušebnictví, FAST VUT v Brně
Hobst, L. a kol.. Diagnostika stavebních konstrukcí, FAST VUT v Brně
Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů, FAST VUT v Brně

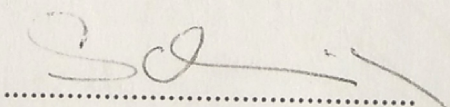
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Návrh metodiky a realizace diagnostického průzkumu konstrukčních prvků a celků objektu administrativní budovy. Základním cílem průzkumu je hodnocení aktuálního stavebně technického a statického stavu objektu s návrhem opatření nutných pro zajištění požadavků dlouhodobé spolehlivosti a bezpečnosti. Ideový návrh nutných stavebních opatření v případě investičního záměru celkové revitalizace objektu.

Struktura bakalářské/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).



doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato práce se zabývá stavebně materiálovým průzkumem osmnáctipatrové výškové administrativní budovy na ulici Šumavská 35 v Brně s půdorysnými rozměry asi 25 x 25 m. Konstrukce je tvořena železobetonovou spodní stavbou a nadzemními podlažími z ocelového skeletu. Náplní průzkumu bude zjistit kvalitu betonu ve svislých nosných sloupech v úrovni 1. PP stavby pomocí jádrových vývrtů a následným laboratorním zkoušením. Další náplní bude ověření stavu kotevních pat ocelových obvodových sloupů k navazujícím železobetonovým sloupům na rozhraní 1. PP a 1. NP.

Klíčová slova

Stavebně technický stav, diagnostické metody, stavebně materiálový průzkum, kvalita betonu, jádrové vývrty, ocelové sloupy, železobetonová konstrukce, statické zajištění.

Abstract

This work deals with construction material research office building with eighteen floors to the street Šumavská 35 in Brno with ground plan dimensions of about 25 x 25 m. The structure consists of a reinforced concrete substructure and floors of steel frame. The scope of the survey will determine the quality of concrete in vertical supporting columns at level 1. PP structures using cores and subsequent laboratory testing. Another task will be to verify the status of moorings steel perimeter columns to the building of reinforced concrete pillars at the boundary of 1st basement and 1st floor.

Keywords

Technical condition, diagnostic methods, construction material research, the quality of the concrete, core holes, steel columns, concrete construction, static protection.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Romana Viktória Majtánová *Hodnocení stavebně technického stavu objektu*. Brno, 2016. 30 s., 29 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2016

.....

podpis autorky

Bc. Romana Viktória Majtánová

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Pavlovi Schmidovi, Ph.D., za odborné vedení při vzniku této diplomové práce. Za jeho cenné rady, připomínky, trpělivost a vždy veselou náladu při konzultacích.

Osobní poděkování patří mým skvělým rodičům a příteli za lásku, důvěru, pomoc a psychickou podporu v životě a během celého mého studia.

Diplomová práce byla vytvořena v rámci řešení projektu č. LO1408 "AdMaS UP - Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie" podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu „Národní program udržitelnosti I“.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE	10
3	TEORETICKÁ ČÁST	11
3.1	Historie budovy	11
3.2	Statické zajištění existujících železobetonových konstrukcí	12
4	PRAKTICKÁ ČÁST	17
4.1	Metoda provádění diagnostických prací	17
4.1.1	Odběr jádrových vývrtů betonu sloupů	17
4.1.2	Ověření stavu kotvení pat ocelových sloupů v úrovni 1. PP – 1. NP	18
4.2	Výsledky a vyhodnocení průzkumu	18
4.3	Statické výpočty a doplňující průzkumy konstrukce [21]	22
4.3.1	Statický výpočet založení a základových konstrukcí	22
4.3.2	Posouzení základového roštu	22
4.3.3	Desky základového roštu	22
4.3.4	Svislé nosné konstrukce	23
4.3.5	Obvodové stěny suterénu	23
4.3.6	Trámy a průvlaky stropu nad suterénem	23
4.3.7	Stropní deska nad suterénem	23
4.3.8	Oprava kotvení ocelových obvodových sloupů	23
4.4	Statický výpočet nosné ocelové konstrukce [23]	23
5	NÁVRH OPATŘENÍ	25
6	ZÁVĚR	27
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	28
	SEZNAM PŘÍLOH	31
	PŘÍLOHA 1 – výsledky a vyhodnocení laboratorních zkoušek	31
	PŘÍLOHA 2 – výkresová dokumentace	31
	PŘÍLOHA 3 – fotodokumentace	31
	PŘÍLOHA 1 – VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ LABORATORNÍCH ZKOUŠEK	32

PŘÍLOHA 2 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	34
PŘÍLOHA 3 – FOTODOKUMENTACE.....	40

1 ÚVOD

V dnešní době kdy je všude plno stávajících staveb, v mnoha případech, je nutno provést rekonstrukci či revitalizaci objektů, aby se prodloužila životnost staveb. Mezi důvody proč se rekonstruuje patří zakoupení objektu novým majitelem, změna v užívání a následná změna zatížení, zničení části konstrukce a mnoho jiných.

Před rekonstrukcí je nutno znát aktuální stav objektu a proto se provádí diagnostika rekonstruovaného objektu. Diagnostické zkoumání spočívá z měření, zkoušení jednotlivých prvků nebo celků konstrukce a taky je důležitý stavebně technický průzkum.

Diagnostické metody, které se využívají na zjištění aktuálního stavu objektu, se dělí do dvou skupin. První skupina jsou metody nedestruktivní a do druhé skupiny se zařazují metody destruktivní. Není stanovená přesný postup jak jednotlivé metody kombinovat. Vždy se kombinace metod určují podle konkrétní konstrukce a aby se zjistilo maximum informací. V dnešní době se dává přednost nedestruktivním metodám, při kterých se zasahuje do konstrukce jenom minimálně a neohrozí se provoz konstrukce. Destruktivní ale pořád patří do mnohem přesnějších a spolehlivějších metod.

Tato práce se bude zabývat diagnostickou prací stavebně materiálového průzkumu kvality betonu ve svislých nosných sloupech a ověření stavu kotvení ocelových sloupů k navazujícím železobetonovým sloupům v objektu, který slouží jako administrativní budova na ulici Šumavská 35 v Brně.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce je provést stavebně materiálový průzkum jedné ze tří administrativních budov na ulici Šumavská 35 v Brně.

Stavba má 18 podlaží s půdorysnými rozměry asi 25 x 25 m. Spodní stavba je tvořena železobetonovou konstrukcí, která sestává se suterénu, železobetonového základového roštu a železobetonových prefabrikovaných pilot průřezu 350 x 350 mm. Nadzemné podlaží je tvořeno ocelovým skeletem sestávajícím ze svislých nosných prvků tvaru I (svařovaných) nebo obdélníkových (svařovaných); vodorovné konstrukce jsou z válcovaných nosníků I (průvlaky) a vylehčených stropních trámů. Ocelový skelet je zavětrován ztužidly osazenými v rovině vnitřních os v rastru 3 x 4,5 m po obvodu budovy.

Průzkum se bude zabývat kvalitou betonu, který je zabudován ve svislých nosných sloupech v úrovni 1. PP stavby. Po změně majitele se chystá celková rekonstrukce budovy. Diagnostické práce byly omezeny z důvodů využívání prostor v 1. PP, jako archivy a tím pádem nebyl přístup k některým konstrukčním prvkům možný.

Na hodnocených konstrukčních celcích byly prováděny práce jako ověření kvality betonu obvodových sloupů v 1. PP, které bylo prováděno odběrem jádrových vývrtů o průměru 75 mm a následnými laboratorními zkouškami. Další práce při průzkumu bylo ověření stavu kotevních pat ocelových obvodových sloupů k navazujícím železobetonovým sloupům na horizontálním rozhraní 1. PP a 1. NP.

Na závěr je nutné navrhnout opatření, které zajistí bezpečnost, spolehlivost a dlouhodobou životnost objektu.

3 TEORETICKÁ ČÁST

3.1 *Historie budovy*

Stavba tří výškových budov na Šumavské ulici představuje významní dominantu této části města [17]. Prostor kde stojí tyto tři budovy, byl původně volné prostranství. Za první republiky tu byl uvažován univerzitní okrsek, ze kterého je zrealizována pouze budova právnické fakulty Masarykovy univerzity. V šedesátých letech bylo rozhodnuto, že na tomto místě budou umístěny administrativní budovy. V roce 1963 byl prvním sice nezrealizovaným projektem administrativní výškové sedmnáctipodlažní budovy projekt od Viktora Raudiše Budova se měla být umístěna do míst dnešní křižovatky na ulicích Veverčí a Šumavská. Krátce na to byla vyhlášena soutěž, kde jedním z cílů bylo postavit budovy opakovatelného typu, které by se mohli využít víckrát jako stavby výškových administrativních budov. Autory vítězného návrhu byli Jiří Gregorčík a František Antl kteří ve svém projektu představili trojici budov tak jako je známe dnes.

Tyto tři budovy nejsou trojčaty, jak by se mohlo na první pohled jevit. Každá budova má jinou barvu pláště a strukturu stěny. Komplex budov se stavěl postupně, aby se zkušeností z výstavby mohli aplikovat na následujících budovách. Nejstarší budova je postavena na křižovatce ulic šumavská a Pod kaštany, která je jenom sedmnáctipatrová a jeví se těžkopádněji než zbylé dvě budovy B a A, které jsou osmnáctipatrové. Budovy A a B mají vždy dvě protilehlé stěny budované stejným způsobem ale navzájem pootočené o 90 stupňů. Proto celá trojice budov působí z každé strany jinak. (FOTO 7, 8, 13 v příloze 3)

3.2 Statické zajištění existujících železobetonových konstrukcí

Při diagnostických zkoumáních budov se často odhalí vady konstrukce, které mohou souviset například se slabou kvalitou železobetonu. Že je budova poškozená zjistíme například už při pouhém pohledu na konstrukci. Trhliny viditelné na omítce budovy jsou menší než trhliny, které jsou v nosné železobetonové konstrukci pod ní. Poškození budovy [7] je vidět pomocí trhlín, které jsou vidět na omítce menší, než jsou ve skutečnosti poruchy v betonu. Rozdíl v nich může být až několik centimetrů.

V těchto případech se musí oslabené části staticky stabilizovat, aby nedošlo k porušení a v horším případě zhroucení budovy. V těchto situacích se používají metody, které zajistí stabilitu jednotlivých prvků, u kterých se zjistila snížená statická odolnost.

Mezi metody na statické zajištění patří například [2]:

- Zesilování konstrukce pomocí uhlíkových lamel a tkanin
- Externí lepená výztuž
- Externí lepená uhlíková výztuž
- Statické zesilování pomocí helikální výztuže
- Statické zajištění pomocí předepnutých lan „Monostrand“
- Statické zajištění ocelovými táhly
- Kotvení stavebních konstrukcí
- Bandáž sloupů a průvlaků

Zesilování konstrukce pomocí uhlíkových lamel a tkanin – Uhlíkové lamely jsou tvořeny jednosměrně seřazenými uhlíkovými vlákny. Jsou laminované do tvaru pásy, kde procentuelní zastoupení uhlíkových vláken je minimálně 68%. Lamely mají dlouhou životnost a vykazují dobré vlastnosti i při zlém počasí a jsou odolné vůči korozi. Lamely se vyrábí jako páska, která má na obou stranách fólii. Ta se před aplikací odstraní a povrch lamel je připraven k použití. Podklad na který se lamely přilepují není třeba před aplikací výztuh nijakým způsobem ošetřovat nebo čistit. Tato technologie je vhodná na zesílení podlah, stěn, nosníků, sloupů a dalších prvků, které jsou porušeny chátřením, mají nadbytečný průhyb nebo jsou dodatečně zatěžovány. Důvod většího zatížení může být skrz poškození stavebních prvků, kvůli chybám v projektové dokumentaci nebo v důsledku změny použití. Epoxidové lepidla, které se nanáší na uhlíkové lamely, mají nízkou tepelnou odolnost. Proto je důležité zajistit protipožární ochranu pro už nalepenou

uhlíkovou výztuž. Důvodů na využití uhlíkových lamel může být víc. Například poškození stavebních prvků, chybná projektová dokumentace nebo změna využití konstrukce.



Obr. 3.1 a Obr 3.2 Praktické znázornění použití uhlíkových lamel lepených na konstrukci [19]

Externí lepená výztuž (tkanina) – Pro zesílení konstrukce se používá uhlíková, aramidová nebo skelná tkanina která se na konstrukci lepí za pomoci speciálního epoxidového lepidla. Tkanina a lepidlo vytváří vnější výztužný systém. Využívá se při vyztužování složitých stavebních prvcích, které jsou vystavovány extrémním zatížením. Jsou vhodné pro různé složité tvary, protože se dají použít okolo řešeného prvku. Externí lepená výztuž se dá použít například pro sloupky, trámy, oblouky a tunely. Tkanina je vhodná na všechny druhy materiálů jako je beton, ocel, litina, dřevo, zdivo nebo jako výztuha při různých zatíženích.



Obr. 3.3 a Obr. 3.4 Praktické znázornění použití externí lepené výztuže (tkaniny) [2]

Externí lepená uhlíková výztuž (tyče) – Za pomoci uhlíkové tyče a speciálním epoxidovým lepidlem se zesílí konstrukce. Postupuje se tak, že do předem vyvrtané drážky nebo vrtu se vloží uhlíková tyč a ta se následně vlepí epoxidovým lepidlem. Tyče se dodávají v průměrech 6, 8, 10 mm. Tento systém je výhodný díky své jednoduché aplikaci, vysoké pevnosti v poměru k váze, nedochází ke korozi, nízká hmotnost a minimální údržba.



Obr. 3.5 a Obr. 3.6 Praktické znázornění použití externí lepená uhlíková výztuž (tyče) [20, 5]

Statické zesilování pomocí helikální výztuže – Jedná se o dodatečné vlepění nerezavějící výztuže ve tvaru šroubovice, která se upevňuje do předem připravených drážek a vrtů. Do jedné drážky se může vlepit společně i více profilů. Je nutné zabezpečit spolupůsobení stávající výztuže s nově přidanou. Toho docílíme pomocí vysokopevnostního tmelu na bázi polymercementu. Pomocí helikální výztuž je možno svázat poškozenou konstrukci do jednoho celku. Nově vzniknutý vyztužený nosník zvyšuje stabilitu a únosnost. Tato technologie umožní bez větších zásahů do konstrukce zajistit stabilitu i konstrukce jako celku.



Obr. 3.7 a Obr. 3.8 Praktické znázornění použití helikální výztuže [6, 15]

Statické zajištění pomocí předepnutých lan „Monostrand“ – Tato metoda statického zajištění se provádí předepnutím lan buď na volno nebo do předem připravených drážek nebo vrtů. Předpínací lana jsou speciálně spletené a obalené mazivem a izolační hmotou. Ta má za úlohu chránit lano proti korozi a eliminovat straty třením při předpětí.



Obr. 3.9 a Obr. 3.10 Praktické znázornění použití předepnutých lan „Monostrand“

[5, 14]

Statické zajištění ocelovými táhly (tyčemi) – Statické zajištění objektu pomocí speciálních ocelových tyčí se provádí volně nebo vložením do předpřipravených drážek či vrtů. Táhla se kotví do kotvicích platní, které se zapustí do zajišťované konstrukce. Kotvicí prvky se připevňují vlepením do konstrukce za pomoci chemických kotev nebo injektáže. Závitové spojky na táhlech slouží na aktivaci táhel.



Obr. 3.11 a Obr. 3.12 Praktické znázornění použití ocelovými táhly (tyčemi) [13,

12]

Kotvení stavebních konstrukcí – Pomocí mechanických a chemických kotev se spojují stavební a jiné konstrukce.



Obr. 3.13 a Obr. 3.14 Praktické znázornění použití kotvení stavebních konstrukcí
[4, 3]

Bandáž sloupů a průvlaků – Na bandážování se používají ocelové profily. Konkrétní typ profilu se zvolí podle konkrétního stavu zkoumané konstrukce, která se bude bandážovat. K rohům zajišťovaného prvku se připevní rohové úhelníky a k nim po zahřátí i příčné ocelové prvky. Před aplikací se musí příčný ocelový profil zahřát přibližně na teplotu 100 °C, aby se vneslo do zajišťovaného prvku příčné napětí.



Obr. 3.15 a Obr. 3.16 Praktické znázornění použití bandáž sloupů [18, 11]

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 *Metoda provádění diagnostických prací*

Jednou z použitých metod při diagnostických pracích bylo provádění jádrových vývrtů. Tyto sloužily na zjištění kvality betonů svislých nosných železobetonových sloupů v úrovni 1. PP a také na ověření stavu kotevních pat ocelových sloupů na navazující železobetonové sloupy v horizontální úrovni přechodu 1. PP – 1. NP. V místech, kde byly prováděny odběry jádrových vývrtů vznikly návrtý, které byly následně zapraveny vysokopevnostní výplňovou a kotevní maltou bez smrštění. Pro možnost ověření kotevních oblastí pat ocelových sloupů na navazující železobetonové konstrukce v úrovni 1. PP – 1. NP musely být demontovány v místech plechy opláštění svislých nosných ocelových sloupů. Kombinací vrtaných a sekaných diagnostických metod byly provedeny vlastní sondy souvrstvím přiléhajícího materiálu k patním deskám a kotevním šroubům. Ocelové sloupy tvořené uzavřenými profily byly vnitřně prohlédnuty pomocí videoskopu. Tloušťky plechu profilu u sloupů byly zjištěny pomocí ultrazvukového přístroje.

4.1.1 Odběr jádrových vývrtů betonu sloupů

Jádrové vývrty o průměru 75 mm byly odebrány v šesti odběrných místech (S1, S2, S3, S4, S5, S6) za účelem ověření kvality betonu trámů železobetonových monolitických sloupů v 1. PP. Lokalizace jednotlivých míst kde byly odebírané vývrty je znázorněná na obrázku Obr. 1 v příloze 2. Struktura betonu odebraných jádrových vývrtů je dokumentována na snímcích v příloze 3.

V jednotlivých odběrových místech bylo odebráno šest jádrových vývrtů betonu sloupů, ze kterých bylo vyrobeno celkem 12 válcových zkušebních těles. Z nich se následně laboratorními zkouškami určily objemové hmotnosti a pevnosti v tlaku

Tabelární zpracování výsledků a vyhodnocení laboratorních zkoušek na odebraných válcových tělesech betonu je zařazeno v Tab. 1 a 2 v příloze 1.

4.1.2 Ověření stavu kotvení pat ocelových sloupů v úrovni 1. PP – 1. NP

Diagnostické oblasti K1, K2 a K3 sloužili jako místo pro určení stavu patních částí ocelových obvodových sloupů kotvení k navazující železobetonové konstrukci v úrovni 1. PP – 1. NP. Sondy k patkám exteriérových sloupů v 1. NP byly prováděny kombinací jádrových návrtů a sekaných sond. Kontrola vnitřních částí sloupů z uzavřených ocelových profilů byla realizována pomocí endoskopické vizuální defektoskopie.

4.2 Výsledky a vyhodnocení průzkumu

Struktura betonu z odebraných jádrových vývrtů má v jednotlivých místech, kde se vzorky odebrali, velmi podobnou strukturu. Díky těmto poznatkům se dá říct, že při výrobě železobetonových monolitických sloupů v úrovni 1. PP byla použita jedna receptura čerstvého betonu.

Beton, který byl odebrán jádrovými vývrty, vykazuje ojedinělou porozitu o průměrech do 5 mm v neporušených částech po délce a v řezech vývrtu. Plnivo má strukturu složenou z frakcí 0-4, 4-8 mm. Jedná se o kamenivo, které je hutné, těžené-přírodní. Dále se v plnivu nachází frakce 8-22 mm a to je také kamenivo hutné, těžené-přírodní. Křivka zrnitosti má v tomto případě uspokojující průběh.

Barva cementového tmele použita v zkoumaných betonových vzorcích má šedý odstín bez výrazných barevných změn v řezu a po výšce. Odstín cementového tmele v nepoškozených částech jádrových vývrtů nasvědčuje o dostatečném a rovnoměrném dávkování cementu při zarábění původní betonové směsi.

Odběrová místa jádrových vývrtů jsou lokalizována na Obr. 1 v příloze 2 a včetně struktury betonu odebraných jádrových vývrtů dokumentována na FOTO 1 až 6 v příloze 3.

Objemové hmotnosti zatvrdlého betonu odebraných vzorků v suchém stavu byly zjištěné měřením a vážením zkušebních válců jsou uvedeny v Tab. A. Jednotlivé výsledky jsou v Tab. 1 přílohy 1.

Tab. A – Souhrnná tabulka objemových hmotností posuzovaných betonů

hodnocený konstrukční celek	Objemová hmotnost ρ [kgm ⁻³]			
	Interval hodnot		Průměr	Počet vzorků
	Min.	Max.		
SLOUPY	2230	2260	2250	12

Krychelná pevnost zatvrdlého betonu v tlaku f_c jádrových vývrtů byla stanovena dle ČSN EN 13791 čl. 7.1 na válcovitých tělesech o délkách přibližně shodných s jmenovitým průměrem zkušebních vzorků. Jednotlivé výsledky jsou v Tab. 1. v příloze 1. V následující Tab. B jsou uvedeny souhrnné výsledky.

Tab. B – Souhrnná tabulka krychelných pevností posuzovaných betonů

hodnocený beton	Krychelná pevnost $f_{c,cube}$ [N.mm ⁻²]			
	Interval hodnot		Průměr	Počet vzorků
	Min.	Max.		
SLOUPY	40,8	47,6	43,8	12

Statistické hodnocení pevnostních parametrů zatvrdlého betonu jádrových vývrtů bylo vyhodnocením charakteristické pevnosti betonu v tlaku $f_{ck,cube}$ [MPa] podle metodiky ČSN ISO 13822, článek NA.2.6. Součinitel odhadu 5% kvantilu byl převzat z tabulky NA.2 citované normy. Tabelární zpracování celkového hodnocení je uvedeno v Tab. 2 v příloze 1. V následující Tab. C jsou uvedeny souhrnné výsledky.

Tab. C – Souhrnná tabulka statistického hodnocení posuzovaných betonů

hodnocený beton	$f_{ck,cube}$ [MPa]	Pevnostní třídy (značky)		
		ČSN 736206	ČSN 731205	ČSN EN 206
SLOUPY	39,3	400	B35	C30/37

Beton, který byl identifikován ze vzorků, měl na svou dobu velmi dobré vlastnosti. Objemová hmotnost v suchém stavu byla 2230-2260 kg/m³ a pevnost v tlaku měl 40,8-47,6 MPa, co odpovídá pevnostní třídě C30/37 (viz např. FOTO 7 a 8 v příloze 3).

Svislé nosné sloupky v 1.PP jsou v dobrém stavu. Zjistilo se, že nemají žádné statické vady ani poruchy. Povrchové napadení sloupů vzniklo lokálním průsakem vody z přiléhajícího terénu komunikací v 1.PP. Tato voda nemá význam na kvalitu betonu sloupů a betonářskou výztuž.

V příloze 2 je na Obr. 2 až 6 a v příloze 3 na FOTO 7 dokumentován způsob kotvení ocelových sloupů NK do železobetonových sloupů dle původní výkresové dokumentace a dobových archivních snímků. Stav kotvení byl ověřen sondami K1 až K3. Nálezy této části diagnostického průzkumu jsou sumarizovány v následujícím textu.

Diagnostické místo K1: V místě kotvení patních částí ocelových obvodových sloupů k navazující železobetonové konstrukci v úrovni 1. PP – 1. NP, kde byla provázena sonda označena jako K1 (Obr. 1 v příloze 2 a nálezy dokumentovány na FOTO 9 v příloze 3) bylo zjištěno, že rohový obvodový sloup je provedený z uzavřeného profilu, obdélníkového průřezu s vnějšími rozměry 400x250 mm. Ultrazvukovou metodou byla zjištěna tloušťka plechu v místech bez poškození koroze. Hodnota se pohybovala v průměru kolem 5,1 mm. Endoskopická vizuální inspekční prohlídka ukázala, stěny vevnitř průřezu jsou postiženy pouze lehkou povrchovou korozí.

Pata sloupu je poškozena povrchovou korozí. Koroze dosahuje výšky cca 300 mm nad úroveň přiléhajícího terénu. Celkové oslabení tloušťky plechu je 0,4 mm, což je cca 8% z původní hodnoty 5,1 mm. Oslabení bylo zjištěno pomocí ultrazvukového měření. Masivnější koroze je postižena kotevní závitová tyč s podložkou a maticí. Pod kotevní podložkou se nachází zálivka, která je provedena nekvalitně „chudou“ cementovou maltou. Ta se drolí při vrypových zkouškách a vykazuje celkovou degradaci.

Nad patními deskami sloupu tvoří skladbu přiléhajících vrstev jako první litý asfalt, který plní funkci nášlapné vrstvy o tloušťce 30-40 mm. Pod vrstvou asfaltu, na horním líci patní desky je hydroizolační pás s vložkou ze skleněné tkaniny o celkové tloušťce 4 mm. Pás je zatažen na boční stěny sloupu do výšky cca 150 mm od horizontální úrovně. Hydroizolační vrstva je stará 40 let a je v havarijním stavu.

Identifikované průřezové charakteristiky rohového obvodového sloupu a realizovaný způsob kotvení jsou ve shodě s dostupnou původní výkresovou dokumentací (viz kotvení TYP 1 na Obr. 2 v příloze 2).

Diagnostické místo K2: V místě sondy, diagnostického místa K2 (Obr. 1 v příloze 2 a nálezy dokumentovány na FOTO 10 v příloze 3), se zjistilo, že obvodový sloup je vybudován jako ocelový profil IPE, který má vnější rozměry 400x250 mm. Tloušťka plechu stojiny má v průměru 11,5 mm a průměrná tloušťka plechu pásnic je 21.8 mm.

V zkoumané oblasti je zřejmý původní antikorozní nátěr, proto není pata sloupu postižena povrchovou korozí. Běžnou povrchovou korozí je postižena kotevní závitová tyč s podložkou a maticí. Pod kotevní podložkou se nachází zálivka, která je provedena nekvalitně „chudou“ cementovou maltou. Ta se drolí při vrypových zkouškách a vykazuje celkovou degradaci.

Nad patními deskami sloupu tvoří skladbu přiléhajících vrstev jako první litý asfalt, který plní funkci nášlapné vrstvy o tloušťce 30-40 mm. Pod vrstvou asfaltu, na horním líci patní desky je hydroizolační pás s vložkou ze skleněné tkaniny o celkové tloušťce 4 mm. Pás je zatažen na boční stěny sloupu do výšky cca 150 mm od horizontální úrovně. Hydroizolační vrstva je stará 40 let a je v havarijním stavu. Identifikované průřezové charakteristiky obvodového sloupu a realizovaný způsob kotvení jsou ve shodě s dostupnou původní výkresovou dokumentací (viz kotvení TYP 2 na Obr. 3 v příloze 2).

Diagnostické místo K3: V místě sondy, diagnostického místa K3 (Obr. 1 v příloze 2 a nálezy dokumentovány na FOTO 11 v příloze P3), se zjistilo, že obvodový sloup je vybudován jako ocelový profil IPE, který má vnější rozměry 400x250 mm. Tloušťka plechu stojiny má v průměru 11,7 mm a průměrná tloušťka plechu pásnic je 21.6 mm.

V zkoumané oblasti je zřejmý původní antikorozní nátěr, proto není pata sloupu postižena povrchovou korozí. Nevýznamnou povrchovou korozí je postižen kotevní spoj. Závitová tyč je nad podložkou upálena a ke kotevní desce přivařena. Kotevní spoj a pata sloupu jsou zalaty ve velmi kvalitním cementovém betonu.

Nad patními deskami sloupu tvoří skladbu přiléhajících vrstev jako první litý asfalt, který plní funkci nášlapné vrstvy o tloušťce 30-40 mm. Pod vrstvou asfaltu, na horním líci patní desky je hydroizolační pás s vložkou ze skleněné tkaniny o celkové tloušťce 4 mm. Pás je zatažen na boční stěny sloupu do výšky cca 150 mm od horizontální úrovně. Hydroizolační vrstva je stará 40 let a je v havarijním stavu. Identifikované průřezové charakteristiky obvodového sloupu a realizovaný způsob kotvení jsou ve shodě s dostupnou původní výkresovou dokumentací (viz kotvení TYP 2 na Obr. 3 v příloze 2).

4.3 Statické výpočty a doplňující průzkumy konstrukce [21]

4.3.1 Statický výpočet založení a základových konstrukcí

Na konstrukci bylo posuzováno sednutí pomocí tří variant A, B, C.

Varianta A: První varianta se posuzovala pomocí programu SCIA. Podloží bylo stanovené v programu SOILIN.

Maximální sednutí vyšlo na 21,0 mm.

Varianta B: Druhá varianta se řešila jako založení na pilotách, které byly zadány jako pružiny. Pomocí zatěžovacích zkoušek se stanovila tuhost pružin. Mezi jednotlivými pilotami byla uvažovaná zemina.

Maximální sednutí vyšlo na 3,2 mm.

Při tomto modelu se nezohledňuje stlačení podloží pod pilotami protože při zatěžovací zkoušce jedné piloty se v hloubce větší jak 3m (odhad) stlačení neprojeví. V skutečnosti se v takové hloubce a při dané hustotě pilot jedná už o plošné založení.

Varianta C: Třetí varianta se řešila modelem základové patky s půdorysným rozměrem cca 25 x 25 m.

Vypočtené sednutí uprostřed základu vyšlo 39,9 mm a v charakteristickém bodě 19,0 mm. Z těchto výsledků vyplývá, že skutečná hodnota sedání se nachází v intervalu 30 až 40 mm. Budova je nakloněna ve vrcholu asi o 53,0 mm. Na 1 m se nahne o 0,85mm. Tato hodnota odpovídá naklonění podlahy v přízemí kde to je 1,3 mm/m. Tato hodnota je ovlivněna nepřesností při provádění podlah.

4.3.2 Posouzení základového roštu

Při posouzení základového roštu bylo zjištěno, že v jednom průřezu byla překročena únosnost na smyk o 9,5 %. Toto překročení hodnoty jenom v jednom místě neohrožuje bezpečnost celého základového roštu.

4.3.3 Desky základového roštu

Při stavbě se rozhodlo, že v místě kde se základová konstrukce půdorysně rozšíří a doplní pilotami v prostoru mezi trámy roštu, se provedly desky nad pilotami vetknuté do nosníků roštu. V jednom místě kde bylo provedeno vetknutí desky do trámu roštu se zjistilo překročení únosnosti v ohybu o 15,4 %. Redistribucí ohybových momentů by byla aktivována rezerva únosnosti v ostatních průřezích desky, která by pokryla nedostatečnou únosnost v tomto místě.

4.3.4 Svislé nosné konstrukce

Sloupy v konstrukci vyhovují na mezní stav únosnosti s rezervou.

4.3.5 Obvodové stěny suterénu

Obvodové stěny suterénu, které jsou zatíženy zemním tlakem, mají překročenou mezní únosnost pro taženou svislou výztuž o 4,7 %. Toto překročení únosnosti není považováno za ohrožující bezpečnost těchto prvků.

4.3.6 Trámy a průvlaky stropu nad suterénem

Trámy a průvlaky stropu nad suterénem vyhovují na mezní stav únosnosti s rezervou.

4.3.7 Stropní deska nad suterénem

Stropní železobetonové desky nad 1.PP jsou nedostatečně vyztuženy pro dané zatížení. Únosnost byla v některých průřezích překročena až o 100 % a z toho důvodu musí být tyto konstrukce zesíleny. Zesílení se může provést například pomocí ocelových nosníků umístěných pod dolním lícem desky, připevněných do průvlaků pod deskou.

4.3.8 Oprava kotvení ocelových obvodových sloupů

Při materiálovém průzkumu kvality betonů nosných konstrukcí bylo zjištěno, že oblasti kotevních sloupů je nutno provést kompletní opravu. Podlití ocelových obvodových sloupů cementovou maltou M100 – 5 cm, je malta která se rozpadá na písek. Proto je nutno tuto provést výměnu podlití tak, aby podlití vyhovovalo pro velké soustředěné tlaky. Je potřeba dávat pozor zda při sanaci nedošlo k poklesu sloupů pomocí nivelace, která se provádí před a po provedení sanace.

4.4 *Statický výpočet nosné ocelové konstrukce [23]*

Při statickém posuzování se zjistili tyto nejdůležitější závěry:

- Max. možné užité zatížení v prostorách budovy je 1,5 kN/m²,
- Obvodové rohové sloupy v místě zeslabení dodatečně provedenými otvory nevyhovují, je nutné prvky zesílit,
- Sloupy D3 a D4 u výtahových šachet mají výrazně překročenou výpočtovou únosnost průřezu, musí se provést zesílení,



- K výraznému překročení výpočtové únosnosti dochází i u svislých větrových ztužidel, je nutné zesílení (FOTO 12 v příloze 3),
 - V 18.NP je překročena výpočtová únosnost u nosníků podepírajících těžké příčky,
 - Betony železobetonových konstrukcí suterénu, tj. 1.PP, jsou zařazeny do třídy podle ČSN 73 6206 B400
ČSN 73 1205 B35
ČSN EN 206 C30/37
- Skutečná třída betonu je vyšší, než bylo uvažováno v projektu.

5 NÁVRH OPATŘENÍ

Návrh sanace betonu

Při diagnostických pracích stavebně materiálového průzkumu v objektu bylo zpozorováno, že objekt už delší dobu zavlhlá. Pro prodloužení životnosti stávajících konstrukcí je nutno zajistit sanaci celého objektu hlavně v místech důležitého spoje kterým je přechod betonového základu na kovovou konstrukci který se nachází v 1. PP.

Se zavlhnutým betonem souvisejí i problémy které se vyskytují při snížení teploty pod bod mrazu a tehdy voda v pórech betonu zvětší svůj objem, začne tlakem působit na beton a ten se poruší popraskáním. V této situaci začne z betonu opadávat vrchní vrstva, ta může být až do hloubky 5-10cm, která postupně odhaluje výztuž v betonu. To je další problém který je třeba zohlednit při sanaci, protože na výztuž začne působit vlhkost a ta zkoroduje. [16]

Jako první je potřeba odstranit vlhkost z betonů, která výrazně zhoršuje vlastnosti budovy jako například statickou nebo tepelnou.[9] Tyto betony se nachází ve svislých nosných sloupech v úrovni 1. PP. Z přilehlého terénu, kde se nachází chodník pro pěší, do objektu prosakuje voda v zimě také ve směsi se solí, která vlivem povětrnostních podmínek a počasí proniká do konstrukce a může způsobovat její zasolení. Aby se zamezilo dalšímu zavlhání budovy, navrhuje se vybudovat nové odvodnění a okapové chodníky.

Po odstranění příčin zavlhání, proschnutí postiženého betonu se může přistoupit k sanaci.

Nejdříve je nutné odstranit poškozený beton z konstrukce.[10] Místo na konstrukci se očistí od napadených částí až po hranici kdy už je beton nepoškozený. Pokud je v místě poškození napadená i výztuž je potřeba odhalit celý zkorodovaný povrch. Pak je nutné zbavit zkorodovanou výztuž rzi například pískováním, až kým nebude mít výztuž sobě charakteristickou ocelově modrou barvu. Do pěti hodin od očištění výztuže se nanese na výztuž po celé její odhalené ploše pasivační přípravek. Rekonstruovaná část konstrukce se očistí tlakem vody, aby se smyl prach po pískování. Toto čištění se může provádět až po zaschnutí antikorozního nátěru na výztuži. Takhle předpřipravené místo je třeba ještě vyčistit tlakem vody.

Části poškozených betonových prvků se nahradí novými. Nejdříve se nanese na připravené místo vrstva reprofilačního materiálu [8] který bude sloužit jako spoj mezi původním prvkem a novým materiálem ze kterého se později vytvaruje původní tvar



poškozené části konstrukce. Postižené místa se nachází na důležitých spojích, které plní statickou funkci. Na obnovení tvaru dílců je nutno použít speciální malty, které statickou funkci mají. Poslední část, která se bude provádět na porušené části konstrukce, které je nutné sanovat, je nanášení ochranné povrchové vrstvy na akrylové bázi. Na podporu ochranné vrstvy se provede hydrofobní impregnace. Tato vrstva slouží na ochranu prvku omezením nasákavosti a eliminuje průniku CO₂.

6 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá provedením stavebně materiálového průzkum na administrativní budově Trojčat na ulici Šumavská 35 v Brně. Konstrukce změnila vlastníka a po zjištění aktuálního stavu se chystá rekonstrukce objektu, která bude obsahovat primárně výměnu obvodového pláště.

Při zkoumání založení pomocí tří variant A, B, C se zjistila skutečná hodnota sedání nacházející se v intervalu mezi 30 až 40 mm. Při těchto hodnotách je založení stavby vyhovující pro plánovanou rekonstrukci. Výměna opláštění přitíží stavbu v řádu jednotek procent.

Průzkum se zabýval kvalitou betonu ve svislých nosných sloupech v úrovni 1. PP stavby. Zjistilo se, že železobetonová konstrukce a konstrukce suterénu vyhovují pro stavební úpravy. Beton použitý v zmiňovaných prvcích byl kvalitnější než se podle projektové dokumentace původně myslelo. Jediná část která se musí zesílit jsou části stropních desek nad 1.PP.

Stropní desky nacházející se nad suterénem, které jsou mimo zakrytou plochu půdorysu 1.PP a jsou tak vystaveny povětrnostním vlivům jsou poškozeny korozí betonu a výztuže z důvodu zatékající vody. Proto tyto vodorovné konstrukce musí být sanovány metodami sanace železobetonových konstrukcí.

Povětrnostním vlivům jsou vystaveny i kotevní oblasti obvodových sloupů a proto je na nich viditelné poškození. Cementová malta sloužící jako podlití se rozpadá a musí být spolu s celou kotevní oblastí kompletně zrekonstruována. Prvky ocelové konstrukce musí být nanovo ošetřeny protikorozní ochranu dle současných norem.

Ocelová konstrukce skeletu budovy vykazuje v některých prvcích nedostatečnou únosnost i pro současné zatížení. Nevyhovující prvky musí být zesíleny.

Majitele změnily i další dvě administrativní budovy Trojčat, které taktéž čeká rekonstrukce. V roce 2019 by všechny tři budovy měly být zrekonstruované a jejich účel využití by měl být stejný. Znova budou sloužit jako administrativní budovy jenom v novém šatě. (FOTO 15 příloha 3, probíhající rekonstrukce viz FOTO 14 přílohy 3)

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura a normy

- [1] Externí lepená uhlíková výztuž. *Tesan.cz* [online]. Klíčany [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.tesan.cz/hlavni-menu/fotografie/externi-lepena-uhlikova-vyztuz/?pageshowing=3> (I)
- [2] Externá lepená výstuž – Tkanina (Wrapp). *Pbsan.sk* [online]. Olešná pri Čadci [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.pbsan.sk/statika/externa-lepena-vystuz-tkanina-wrapp> (F)
- [3] Gabionové konštrukcie na R1. *Asb.sk* [online]. Bratislava [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/rychlostne-cesty/gabionove-konstrukcie-na-r1> (R)
- [4] Kotvenie stavebných konštrukcií. *Pbsan.sk* [online]. Olešná pri Čadci [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.pbsan.sk/statika/kotvenie-stavebnych-konstrukcii> (P)
- [5] Monostrand lano. *Peem.cz* [online]. Brno [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.peem.cz/img/data/monostrand-lano-big.jpg> (L)
- [6] O systému helikální výztuže. *Helikalni.cz* [online]. Brno [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.helikalni.cz/helikalni-vyztuze.html> (J)
- [7] Oprava múrov a stĺpov. *Mojdom.zoznam.sk* [online]. Bratislava, 2008, 02/2008 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10027/208081/Oprava-murov-a-stlpov> (E)
- [8] Sanace betonových konstrukcí. *Povrchoveupravy.cz* [online]. Praha, 2009, 3/2009 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.povrchoveupravy.cz/2009-03-clanek01.html> (D)
- [9] Sanácia = liečba stavby. *Stavebnictvoabyvanie* [online]. SaB, 2010, 04/2009 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvoabyvanie.sk/index.php/stavebnictvo-mainmenu-126/konstrukcie-materialy-mainmenu-109/366-sanacia--lieba-stavby-> (A)
- [10] Sanácie betónových a železobetonových konštrukcií reprofilačnými maltami. *Asb.sk* [online]. Bratislava: JAGA, 2010, 09/2010 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.asb.sk/stavebnictvo/rekonstrukcia/sanacie-betonovych-azelezobetonovych-konstrukcii-reprofilacnymi-maltami> (B)

- [11] Sanácia železobetonového skeletu. *Asb.sk* [online]. Bratislava, 2013 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.asb.sk/stavebnictvo/rekonstrukcia/sanacia-zelezobetonoveho-skeletu> (T)
- [12] Statické zaistenie oceľovými tiahľami – tyčami (pásovinou). *Pbsan.sk* [online]. Olešná pri Čadci [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.pbsan.sk/statika/staticke-zaistenie-ocelovymi-tiahľami-tyčami-pasovinou> (O)
- [13] Statické zajištění objektů. *Interra.cz* [online]. Brno [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.interra.cz/cinnost/statikaobjektu> (N)
- [14] Statické zajištění pomocí předpínaných lan (monostrend). *Stado.cz* [online]. Děčín [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.stado.cz/index.php/technologie/statika-staveb/predpinana-lana-monostrend> (M)
- [15] Statické zajišťování zdiva. *Sanace-staveb.cz* [online]. Praha [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.sanace-staveb.cz/sanacni-technologie/staticke-zajistovani-zdiva> (K)
- [16] Systém sanace betonových konstrukcí. *Colormixostrava.cz* [online]. Slezská Ostrava [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: http://www.colormixostrava.cz/userFiles/pdf/prisady/sanace_betonu.pdf(C)
- [17] Trojice administrativních budov, Brno. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, s.r.o., 2009, 22.10.09 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=2368&>
- [18] Zamazal ml. & spol., s.r.o. *Firmy.cz* [online]. Praha [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: <http://www.firmy.cz/detail/181504-zamazal-ml-spol-brno-husovice.html> (S)
- [19] Zesilování konstrukcí pomocí CFRP lamel (uhlíkové lamely) [online]. Děčín, 2014 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.stado.cz/index.php/technologie/statika-staveb/carbo-lamely> (G)
- [20] Zesilování stavebních konstrukcí dodatečně lepenou kompozitní výztuží. *Casopisstavebnictvi.cz* [online]. Brno, 2008, 06/2008 [cit. 2015-12-17]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/zesilovani-stavebnich-konstrukci-dodatecne-lepenou-kompozitni-vyztuzi_N1126 (H)
- [21] Průvodní zpráva ke statickým výpočtům. Brno 2015, HURYTA s.r.o. (U)

- [22] *Skyscrapercity.com* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=393189&page=164> (V)
- [23] Statický výpočet založení a základových konstrukcí. 2015, HURRYTA s.r.o.
- [24] *8 nejvyšších mrakodrapů Brna* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.milujibrno.cz/8-nejvyssich-mrakodrapu-brna/> (X)
- [25] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
- [26] ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
- [27] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
- [28] Schmid, P. a kol. Základy zkušebnictví, FAST VUT v Brně
- [29] Hobst, L. a kol. Diagnostika stavebních konstrukcí, FAST VUT v Brně
- [30] Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů, FAST VUT v Brně



SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1 – výsledky a vyhodnocení laboratorních zkoušek

PŘÍLOHA 2 – výkresová dokumentace

PŘÍLOHA 3 – fotodokumentace

PŘÍLOHA 1 – VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Tab.1: Souhrnné hodnocení výsledků laboratorních zkoušek

			Pevnost betonu v tlaku - ČSN EN 12504-1 kontrolní zkoušky betonu na odebraných jádrových vývrtech											
poř. číslo		konstrukční celek	označení odběrové oblasti (odebraného jádrového	označení zkušebnic h vzorků	rozměry [mm]		štíhlost	hmotnost [g]	F [kN]	objem hm [kgm ⁻³]		f _c [N/mm ²]		
					d	l	λ			jedn.	prům.	jedn.	prům.	
1	1	SLOUPY	S1	S1_1	74,3	73,7	1,0	718,6	195,1	2250	2250	45,0	43,8	
	2			S1_2	74,3	73,3	1,0	715,2	205,4	2250		47,4		
2	3		S2	S2_1	74,2	73,7	1,0	710,9	176,3	2230		40,8		
	4			S2_2	74,2	73,8	1,0	715,7	205,4	2250		47,6		
3	5		S3	S3_1	74,5	74,0	1,0	721,3	182,4	2240		41,8		
	6			S3_2	74,3	73,6	1,0	718,5	178,4	2250		41,2		
4	7		S4	S4_1	74,2	73,9	1,0	722,2	205,3	2260		47,4		
	8			S4_2	74,2	73,9	1,0	720,4	184,4	2250		42,6		
5	9		S5	S5_1	74,3	73,7	1,0	716,7	201,5	2250		46,5		
	10			S5_2	74,2	71,4	1,0	699,2	182,2	2260		42,1		
6	11		S6	S6_1	74,2	73,3	1,0	712,1	180,6	2250		41,8		
	12			S6_2	74,2	74,0	1,0	719,4	178,3	2250		41,2		
											průměr:	2250	43,8	
											sm. odch.	10	2,6	
											min:	2230	40,8	
											max:	2260	47,6	

Poznámka k Tab. 1:

Dle č. 7.2 ČSN EN 12504-1 při poměru délky vývrtního průměru 1,0 se výsledná pevnost porovnává s krychelnou pevností betonu v tlaku.

Tab. 2

Statistické hodnocení zkoušek - ČSN ISO 13822, čl. NA.2.6, NC.2 beton odebraných jádrových vývrtů		
Veličina	Jednotka	Hodnocený celek
		SLOUPY
Střední hodnota $f_{c,cube}$	[MPa]	43,8
Směrodatná odchylka s_x	[MPa]	2,6
počet vzorků n	-	12
Souč. odhadu 5% kvantilu k_n	-	1,71
Variační součinitel V_x (v)	[%]	6,0
v_{max} dle ČSN 73 2011	[%]	16,0
Hodnocení stejnorodosti dle ČSN 73 2011		stejnorodý! (6,2<16,0)
Char. pevnost betonu v tlaku $f_{ck,cube}$	[MPa]	39,3
Třída betonu ČSN EN 206-1		C30/37
Třída betonu ČSN 73 1201, 1986		B35
Značka betonu ČSN 73 6206, 1971		400

Poznámka k Tab. 2:

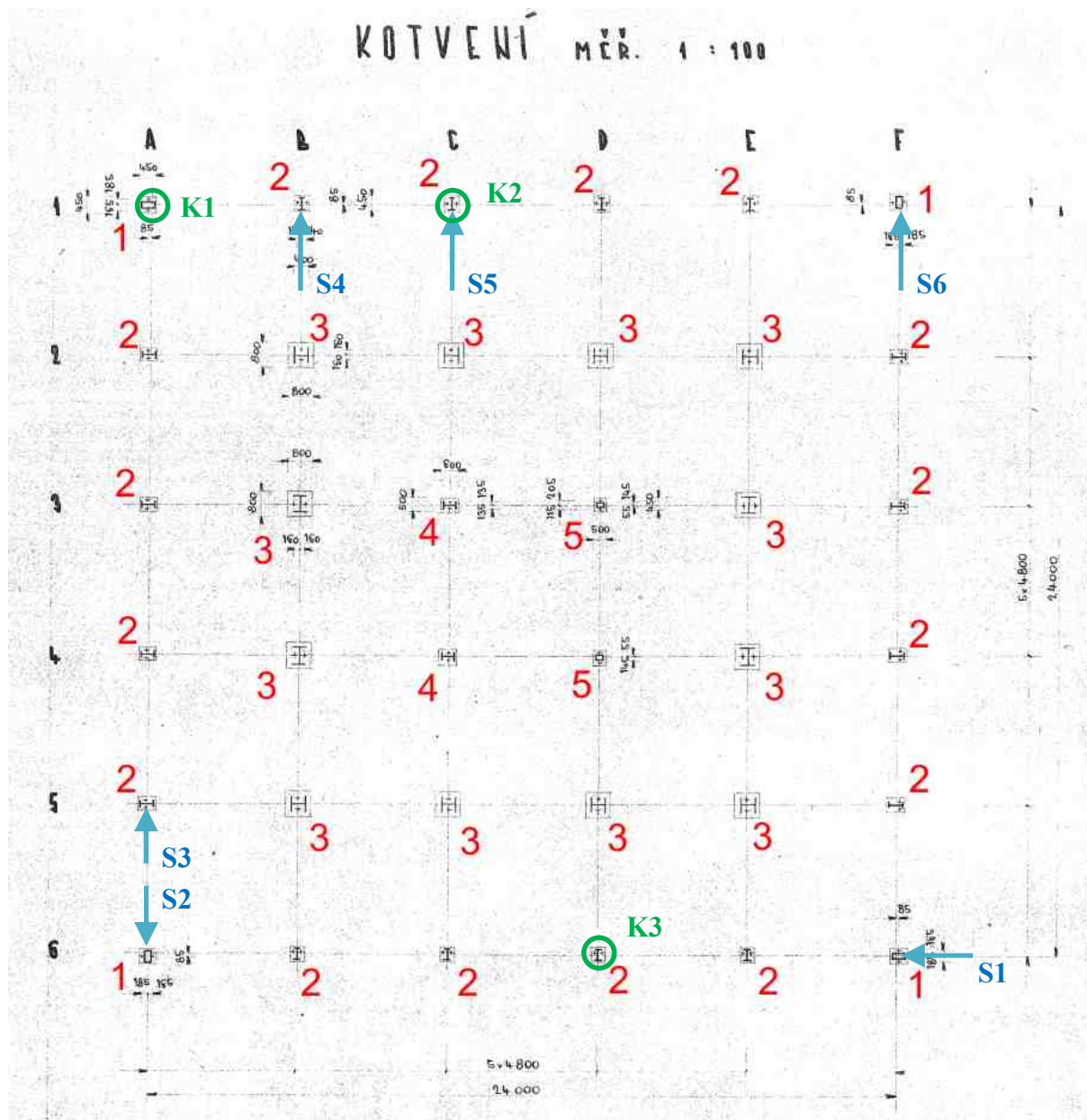
Charakteristická pevnost betonu v tlaku $f_{ck,cube}$, čl. NA.2.6 ČSN ISO 13822

Třídy a značky betonu – Tabulka NC.1, čl NC.2 ČSN ISO 13822

Výsledky a vyhodnocení jednotlivých zkoušek – Tab. 1

PŘÍLOHA 2 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Obr.1: Půdorys rozmístění jednotlivých typů kotvení ocelových sloupů, lokalizace poloh diagnostických míst



S1 až S6 – Diagnostická místa odběru jádrových vývrtů betonu sloupů v úrovni 1. PP (příloha 3 FOTO 1-6).

K1 až K3 – Diagnostická místa sond s kontrolou kotvení pat sloupů z horního líce v úrovni rozhraní 1. PP – 1. NP (příloha 3 FOTO 9-11).

KOTVENÍ PRO SL A1 F1

KOTVENÍ PRO SL A6 T6 VÝKRES KOTA V L
KRECEHO A1

(-0.500)
-1.500

Kot. k. HSG.
VÝKRES U KLADY

Kot. d. 100
HENT SODAYED VLB

VZET 5 - 5

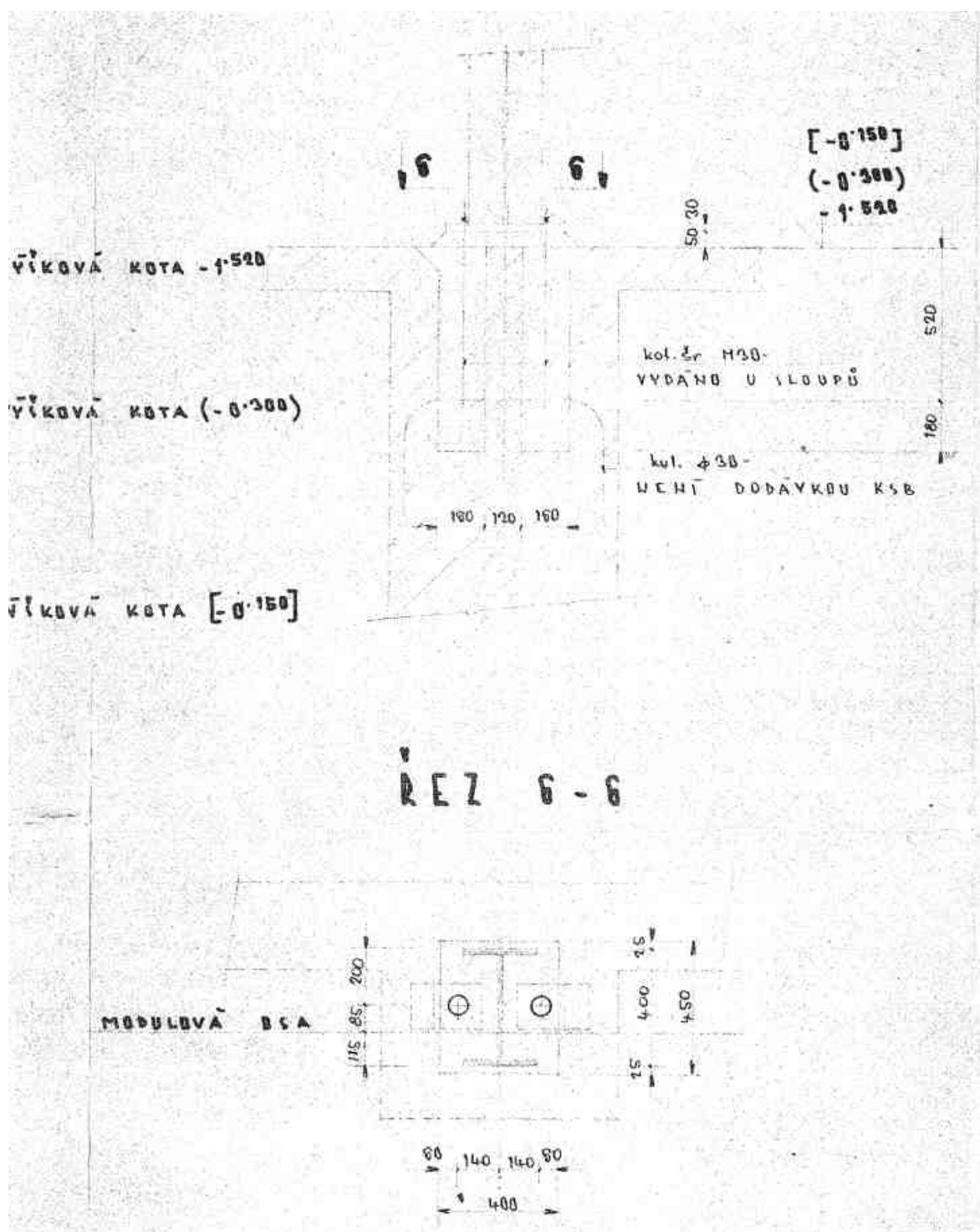
HOBLOVA 01A

HOBLOVA 01A

1000

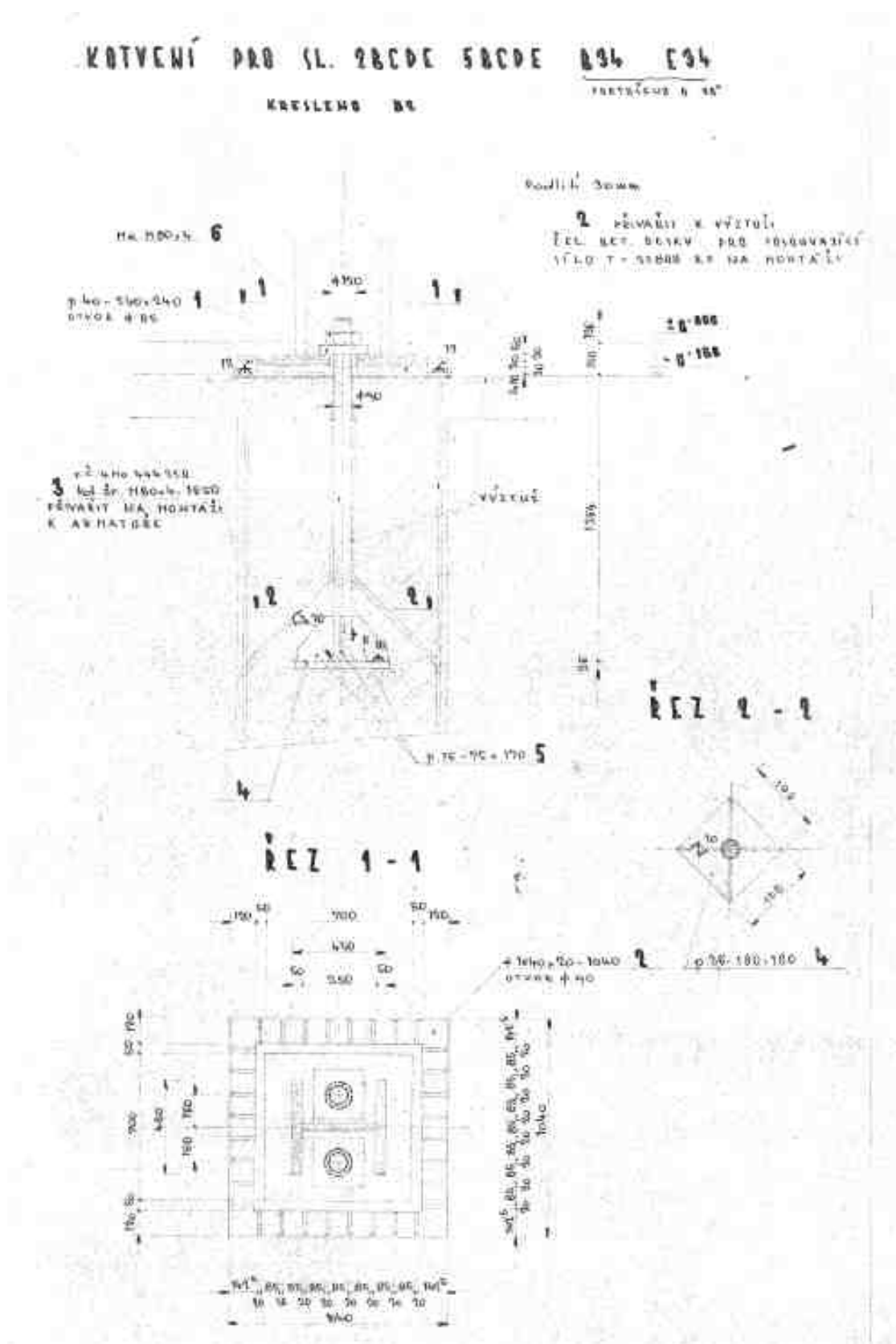
35

Obr. 3: Detail kotvení sloupů – typ 2 – vnější sloupy



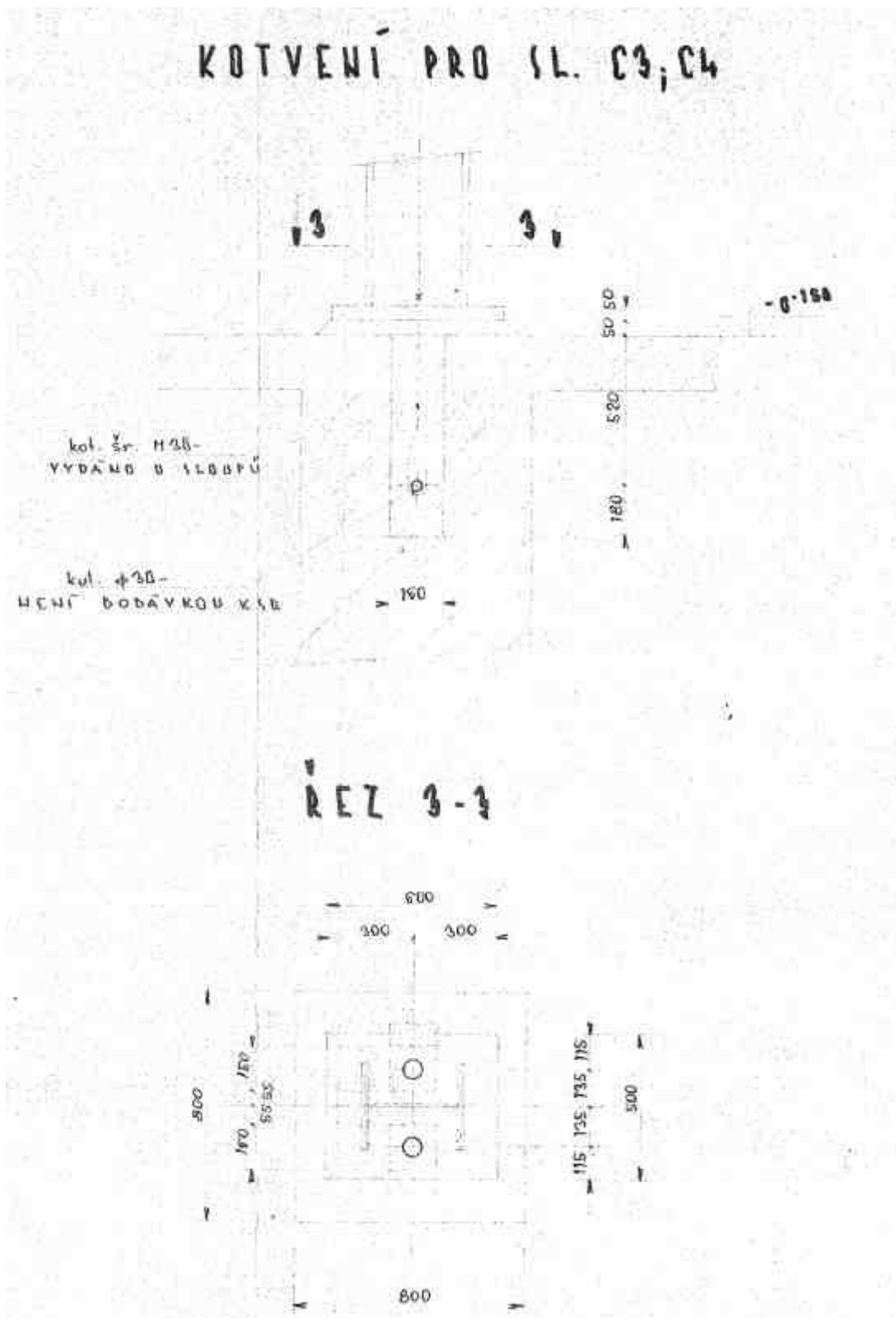
Kotvení ověřeno v diagnostických místech K2, K3 (viz lokalizace poloh sond v příloha 2 na Obr. 1, nálezy na FOTO 10 a 11).

Obr. 4: Detail kotvení sloupů – typ 3 – vnitřní sloup



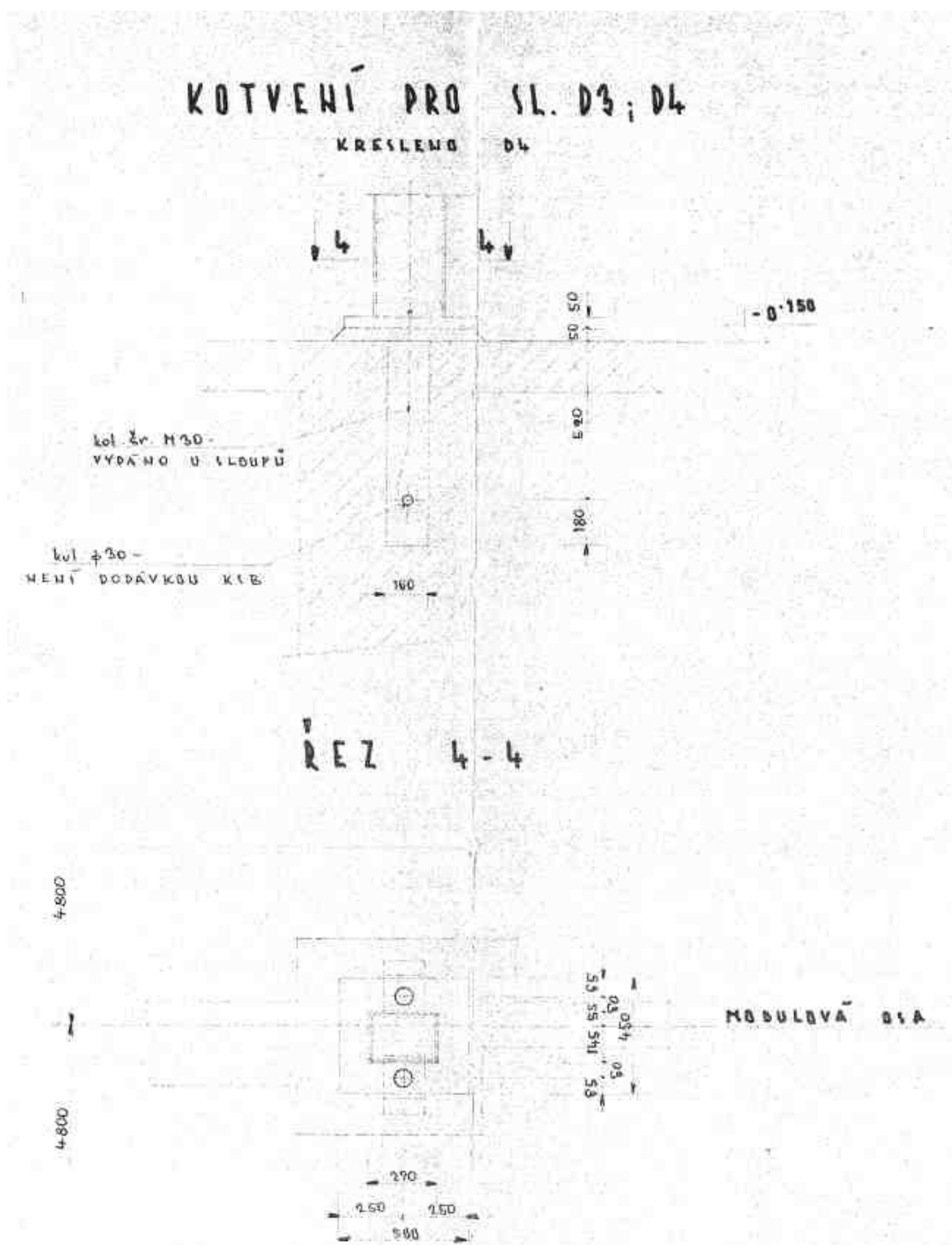
Kotvení neověřováno z důvodů aktuálního provozu v objektu v úrovni 1. NP (vstupní aula s recepcí).

Obr. 5: Detail kotvení sloupů – typ 4 – vnitřní sloup



Kotvení neověřováno z důvodů aktuálního provozu v objektu v úrovni 1. NP (vstupní aula s recepcí, výtahová šachta – výtahy v plném provozu).

Obr. 6: Detail kotvení sloupů – typ 5 – vnitřní sloup



Kotvení neověřováno z důvodů aktuálního provozu v objektu v úrovni 1. NP (vstupní aula s recepcí, výtahová šachta – výtahy v plném provozu).

PŘÍLOHA 3 – FOTODOKUMENTACE

FOTO 1 – Odběrové místo S1, rohový obvodový sloup v 1. PP (místnost 004 – Výměňiková stanice)

Lokalizace odběrové oblastí S1 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvláště červeno konturou). Do masivu betonu nosného sloupu byl realizován jádrový vývrt o průměru 75 mm. Z kompaktních částí odebraného vývrtu betonu byla vyrobena dvě válcová zkušební tělesa s označením S1_1, S1_2, na kterých byly provedeny laboratorní zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku. Výsledky a vyhodnocení jsou v Tab. 1 a 2 v příloze P1. Beton kompaktních částí vývrtu má objemovou hmotnost v suchém stavu 2250 kg.m^{-3} a krychelnou pevnost v tlaku $45,0\text{-}47,7 \text{ N.mm}^{-2}$.



Obr. A



Obr. B



Obr. C

A – Odběrové místo S1, sloup 1. PP; **B** – Odběrové místo S1, detail struktury;

C – Odběrové místo S1, odebraný vývrt

FOTO 2 – Odběrové místo S2, rohový obvodový sloup v 1. PP (místnost 001 – Spisovna)

Lokalizace odběrové oblastí S2 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvláštně červenou konturou). Do masivu betonu nosného sloupu byl realizován jádrový vývrt o průměru 75 mm. Z kompaktních částí odebraného vývrtu betonu byla vyrobena dvě válcová zkušební tělesa s označením S2_1, S2_2, na kterých byly provedeny laboratorní zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku. Výsledky a vyhodnocení jsou v Tab. 1 a 2 v příloze P1. Beton kompaktních částí vývrtu má objemovou hmotnost v suchém stavu 2230-2250 kg.m⁻³ a krychelnou pevnost v tlaku 40,8-47,6 N.mm⁻².



Obr. A



Obr. B



Obr. C

A – Odběrové místo S2, sloup 1. PP; **B** – Odběrové místo S2, detail struktury;

C – Odběrové místo S2, odebraný vývrt

FOTO 3 – Odběrové místo S3, obvodový sloup v 1. PP (místnost 001 – Spisovna)

Lokalizace odběrové oblasti S3 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvýrazněno červenou konturou). Do masivu betonu nosného sloupu byl realizován jádrový vývrt o průměru 75 mm. Z kompaktních částí odebraného vývrtu betonu byla vyrobena dvě válcová zkušební tělesa s označením S3_1, S3_2, na kterých byly provedeny laboratorní zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku. Výsledky a vyhodnocení jsou v Tab. 1 a 2 v příloze P1. Beton kompaktních částí vývrtu má objemovou hmotnost v suchém stavu 2240-2250 kg.m⁻³ a krychelnou pevnost v tlaku 41,2-41,8 N.mm⁻².



Obr. A



Obr. B



Obr. C

A – Odběrové místo S3, sloup 1. PP; **B** – Odběrové místo S3, detail struktury;

C – Odběrové místo S3, odebraný vývrt

FOTO 4 – Odběrové místo S4, obvodový sloup v 1. PP (místnost 0016 – Spisovna)

Lokalizace odběrové oblasti S4 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvláště červeno konturou). Do masivu betonu nosného sloupu byl realizován jádrový vývrt o průměru 75 mm. Z kompaktních částí odebraného vývrtu betonu byla vyrobena dvě válcová zkušební tělesa s označením S4_1, S4_2, na kterých byly provedeny laboratorní zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku. Výsledky a vyhodnocení jsou v Tab. 1 a 2 v příloze P1. Beton kompaktních částí vývrtu má objemovou hmotnost v suchém stavu 2250-2260 kg.m⁻³ a krychelnou pevnost v tlaku 42,6-47,4 N.mm⁻².



Obr. A



Obr. B



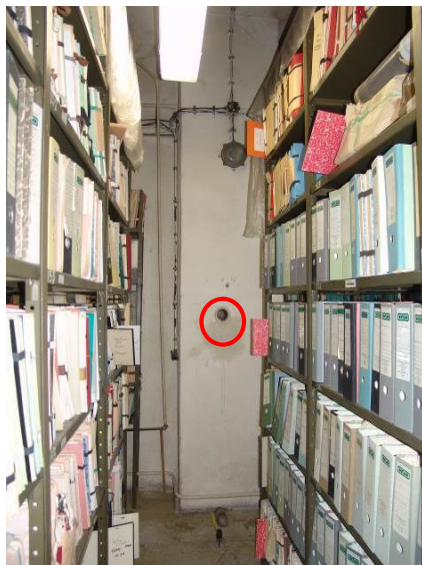
Obr. C

A – Odběrové místo S4, sloup 1. PP; B – Odběrové místo S4, detail struktury;

C – Odběrové místo S4, odebraný vývrt

FOTO 5 – Odběrové místo S5, obvodový sloup v 1. PP (místnost 0016 – Spisovna)

Lokalizace odběrové oblasti S5 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvýrazněno červenou konturou). Do masivu betonu nosného sloupu byl realizován jádrový vývrt o průměru 75 mm. Z kompaktních částí odebraného vývrtu betonu byla vyrobena dvě válcová zkušební tělesa s označením S5_1, S5_2, na kterých byly provedeny laboratorní zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku. Výsledky a vyhodnocení jsou v Tab. 1 a 2 v příloze P1. Beton kompaktních částí vývrtu má objemovou hmotnost v suchém stavu 2250-2260 kg.m⁻³ a krychelnou pevnost v tlaku 42,1-46,5 N.mm⁻².



Obr. A



Obr. B



Obr. C

A – Odběrové místo S5, sloup 1. PP; **B** – Odběrové místo S5, detail struktury;

C – Odběrové místo S5, odebraný vývrt

FOTO 6 – Odběrové místo S6, rohový obvodový sloup v 1. PP (místnost 0015 – Sklad)

Lokalizace odběrové oblastí S6 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvýrazněno červenou konturou). Do masivu betonu nosného sloupu byl realizován jádrový vývrt o průměru 75 mm. Z kompaktních částí odebraného vývrtu betonu byla vyrobena dvě válcová zkušební tělesa s označením S6_1, S6_2, na kterých byly provedeny laboratorní zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku. Výsledky a vyhodnocení jsou v Tab. 1 a 2 v příloze P1. Beton kompaktních částí vývrtu má objemovou hmotnost v suchém stavu 2250 kg.m^{-3} a krychelnou pevnost v tlaku $41,2\text{--}41,8 \text{ N.mm}^{-2}$.



Obr. A



Obr. B



Obr. C

A – Odběrové místo S6, sloup 1. PP; **B** – Odběrové místo S6, detail struktury;

C – Odběrové místo S6, odebraný vývrt

FOTO 7 – *Kotvení vnitřních sloupů na archivní fotodokumentaci*

Na archivních snímcích z doby realizace objektu je dokumentován způsob kotvení vnitřních sloupů nosného skeletu objektu do železobetonových sloupů na rozhraní 1. PP – 1. NP. Realizované kotvení odpovídá dobové výkresové dokumentaci (kopie částí výkresů na Obr. 4 na straně 4 této přílohy). Lze tedy konstatovat, že realizace kotvení vnitřních sloupů odpovídá dochované archivní výkresové dokumentaci stavby.

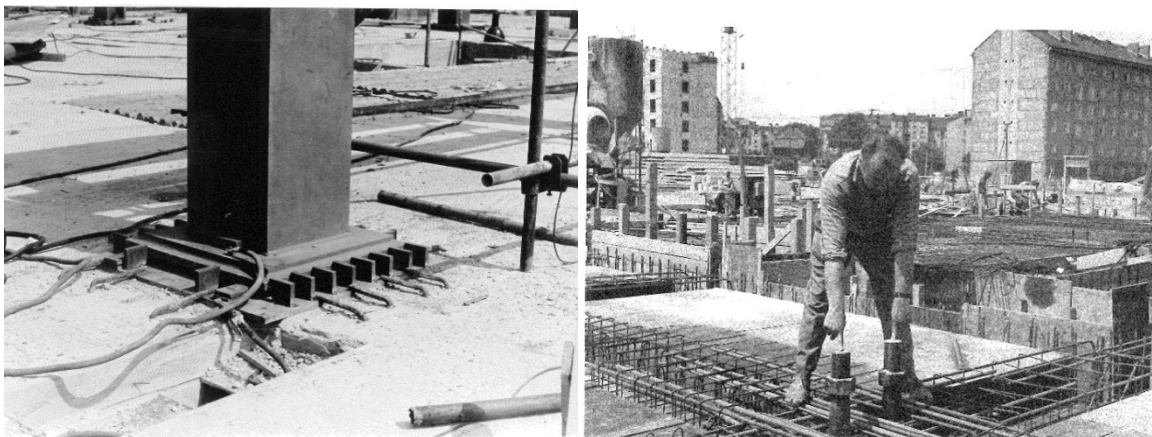


FOTO 8 – *Realizace železobetonových sloupů a stěn v úrovni 1. PP na archivní fotodokumentaci*

Na odebraných jádrových vývrtech sloupů v úrovni 1. PP byla zjištěna charakteristická pevnost betonu v tlaku 39,3 MPa, což odpovídá značce betonu 400 (ČSN 73 6206) resp. třídě betonu C30/37 (ČSN EN 206-1). Beton vykazuje velice uspokojivou stejnorodost. Nálezy této části diagnostického průzkumu prokazují na svou dobu velice kvalitní provádění betonářských prací.

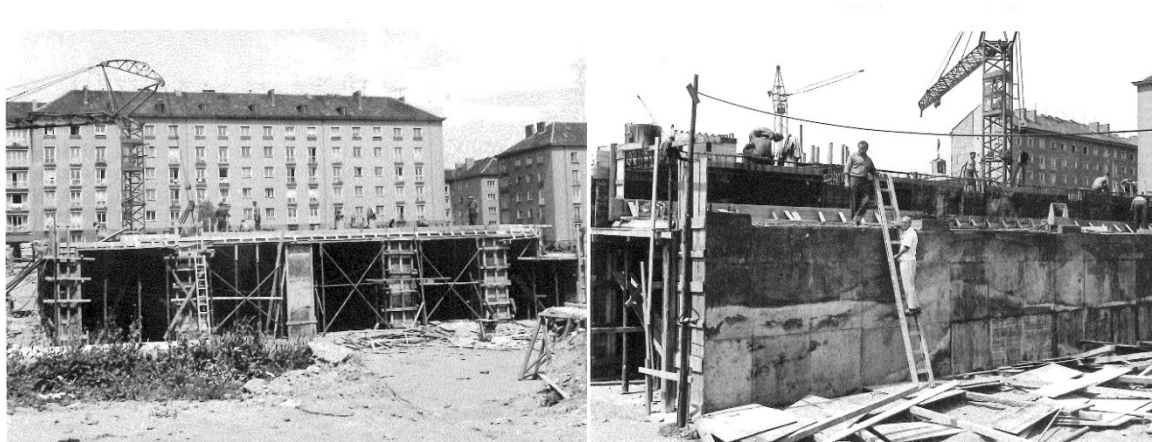


FOTO 9 – Sonda K1, kotvení rohového obvodového ocelového sloupu k železobetonovým konstrukcím

Lokalizace diagnostického místa K1 je zakreslena na Obr. 1 příloha 2 (na snímku A zvýrazněno červenou konturou). Po demontáži plechů opláštění byl ověřen stav koroze paty sloupu a kotevního šroubu. V místě sondy bylo zjištěno, že rohový obvodový sloup je realizován jako uzavřený obdélníkový profil, vnější rozměry 400x250 mm, průměrná tloušťka plechu v oblastech bez koroze 5,1 mm (stanoveno ultrazvukovou sondou Proceq-Zonotip). Vnitřní stěny uzavřeného profilu sloupu jsou postiženy pouze lehkou povrchovou korozí (zjištěno endoskopickou vizuální inspekční prohlídkou za použití videoskopu XlGo+, snímek E).

Pata sloupu je postižena povrchovou korozí – celkové oslabení tloušťky plechu stěn do výšky cca 300 mm nad úroveň přiléhajícího terénu 0,4 mm (snímek B, původní tloušťka 5,1 mm oslabena tedy o cca 8%, stanoveno ultrazvukovým měřením). Kotevní závitová tyč s maticí včetně podložky je postižena masivnější povrchovou korozí, pod kotevní podložkou je velice nekvalitní zálivka „chudou“ cementovou maltou, která již vykazuje celkovou degradaci a při vrypových zkouškách se drolí (snímky C, D).

Nad patními deskami sloupu je následující skladba přiléhajících vrstev nášlapného terénu: litý asfalt (nášlapná vrstva) tloušťky 30-40 mm. Horní líc patní desky je opatřen pod vrstvou asfaltu hydroizolačním pásem s vložkou ze skleněné tkaniny o celkové tloušťce 4 mm. Pás je zatažen na boční stěny sloupu do výšky cca 150 mm od horizontální úrovně. Hydroizolační vrstva je v havarijním stavu – stáří více jak 40 let!

Identifikované průřezové charakteristiky rohového obvodového sloupu a realizovaný způsob kotvení jsou ve shodě s dostupnou původní výkresovou dokumentací (viz kotvení TYP 1 na Obr. 2 v příloze 2).



Obr.A



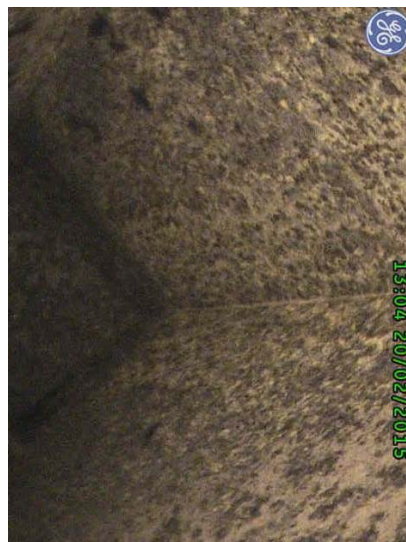
Obr.B



Obr.C



Obr.D



Obr.E

A – Sonda K1, celkový pohled; **B** – Sonda K1, povrchová koroze ocelového sloupu v oblasti styku s navazujícím terénem (aktuální stav po demontáži krycích prvků opláštění sloupu.; **C** – Sonda K1, detail masivnější povrchové koroze kotevní závitové tyče s maticí včetně podložky, pod kotevní podložkou velice nekvalitní zálivka „chudou“ cementovou maltou; **D** – Sonda K1, detail masivnější povrchové koroze kotevní závitové tyče s maticí včetně podložky, pod kotevní podložkou velice nekvalitní zálivka „chudou“ cementovou maltou; **E** – Sonda K1, endoskopická inspekční prohlídka vnitřních částí uzavřeného profilu rohového obvodového sloupu, lehká povrchová koroze

FOTO 10 – Sonda K2, kotvení obvodového ocelového sloupu k železobetonovým konstrukcím

Lokalizace diagnostického místa K2 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvýrazněno červenou konturou). Po demontáži plechů opláštění byl ověřen stav koroze paty sloupu a kotevního šroubu. V místě sondy bylo zjištěno, že obvodový sloup je realizován jako ocelový profil IPE, vnější rozměry 400x250 mm, průměrná tloušťka plechu stojiny 11,5 mm, průměrná tloušťka plechu pásnic 21,8 mm (stanoveno ultrazvukovou sondou Proceq-Zonotip).

Pata sloupu není postižena povrchovou korozí – v celé inspektované oblasti je zřejmý původní antikorozní nátěr. Kotevní závitová tyč s maticí včetně podložky je postižena běžnou povrchovou korozí, pod kotevní podložkou je velice nekvalitní zálivka „chudou“ cementovou maltou, která již vykazuje celkovou degradaci a při vrypových zkouškách se drolí (snímky D, E).

Nad patními deskami sloupu je následující skladba přiléhajících vrstev nášlapného terénu: litý asfalt (nášlapná vrstva) tloušťky 30-40 mm. Horní líc patní desky je opatřen pod vrstvou asfaltu hydroizolačním pásem s vložkou ze skleněné tkaniny o celkové tloušťce 4 mm. Pás je zatažen na boční stěny sloupu do výšky cca 150 mm od horizontální úrovně. Hydroizolační vrstva je v havarijním stavu – stárí více jak 40 let!

Identifikované průřezové charakteristiky obvodového sloupu a realizovaný způsob kotvení jsou ve shodě s dostupnou původní výkresovou dokumentací (viz kotvení TYP 2 na Obr. 3 v příloze 2).



Obr.A



Obr.B



Obr.C



Obr.D



Obr.E

A – Sonda K2, celkový pohled; **B** – Sonda K2, celkový pohled; **C** – Sonda K2, detail kotvení; **D** – Sonda K2, detail povrchové koroze kotevní závitové tyče s maticí včetně podložky, pod kotevní podložkou velice nekvalitní zálivka „chudou“ cementovou maltou; **E** – Sonda K2, detail velice nekvalitní zálivky „chudou“ cementovou maltou pod kotevní podložkou

FOTO 11 – Sonda K3, kotvení obvodového ocelového sloupu k železobetonovým konstrukcím

Lokalizace diagnostického místa K3 je zakreslena na Obr. 1 (na snímku A zvýrazněno červenou konturou). Po demontáži plechů opláštění byl ověřen stav koroze paty sloupu a kotevního šroubu. V místě sondy bylo zjištěno, že obvodový sloup je realizován jako ocelový profil IPE, vnější rozměry 400x250 mm, průměrná tloušťka plechu stojiny 11,7 mm, průměrná tloušťka plechu pásnic 21,6 mm (stanoveno ultrazvukovou sondou Proceq-Zonotip).

Pata sloupu není postižena povrchovou korozí – v celé inspektované oblasti je zřejmý původní antikorozní nátěr. Kotevní spoj je postižen nevýznamnou povrchovou korozí, závitová tyč je nad podložkou upálena a ke kotevní desce přivařena, kotevní spoj a pata sloupu zality ve velice kvalitním cementovém betonu (snímky C, D).

Nad patními deskami sloupu je následující skladba přiléhajících vrstev nášlapného terénu: litý asfalt (nášlapná vrstva) tloušťky 30-40 mm. Horní líc patní desky je opatřen pod vrstvou asfaltu hydroizolačním pásem s vložkou ze skleněné tkaniny o celkové tloušťce 4 mm. Pás je zatažen na boční stěny sloupu do výšky cca 150 mm od horizontální úrovně. Hydroizolační vrstva je v havarijním stavu – stárí více jak 40 let!

Identifikované průřezové charakteristiky obvodového sloupu a realizovaný způsob kotvení jsou ve shodě s dostupnou původní výkresovou dokumentací (viz kotvení TYP 2 na Obr. 3 v příloze 2).



Obr.A

Obr.B

Obr.C



Obr.D

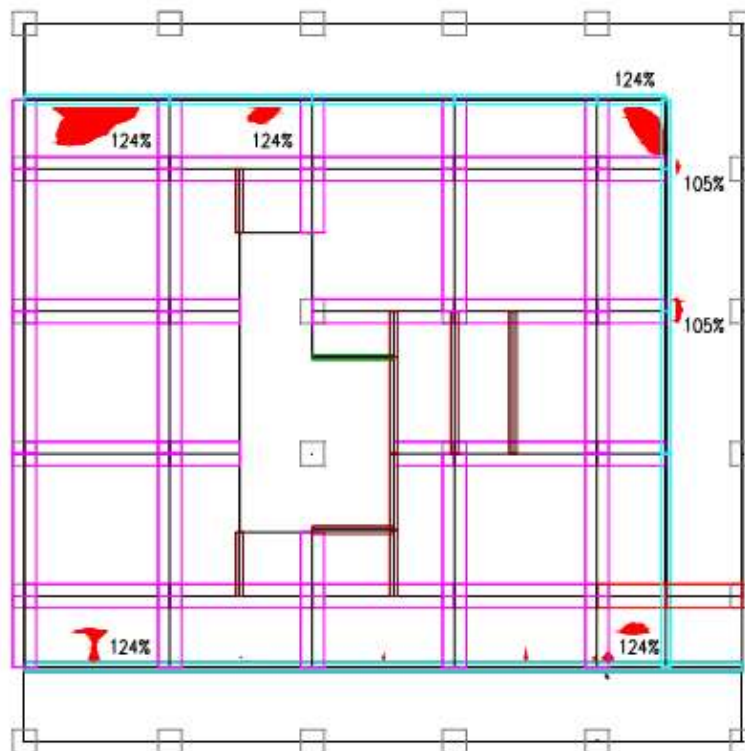


Obr.E

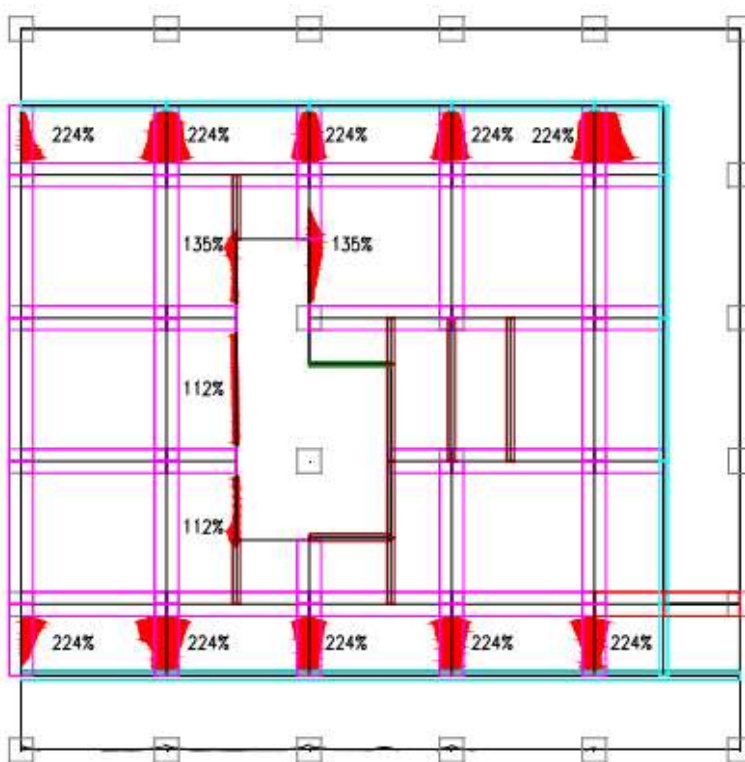
A – Sonda K3, celkový pohled; **B** – Sonda K3, celkový pohled; **C** – Sonda K3, detail; **D** – Sonda K3, detail nevýznamné povrchové koroze kotevního spoje, závitová tyč je nad podložkou upálena a ke kotevní desce přivařena, kotevní spoj a pata sloupu zality ve velice kvalitním cementovém betonu; **E** – Sonda K3, stanovení tloušťky stojiny nosného profilu ultrazvukovým přístrojem

FOTO 12 – Překročení mezní únosnosti[23]

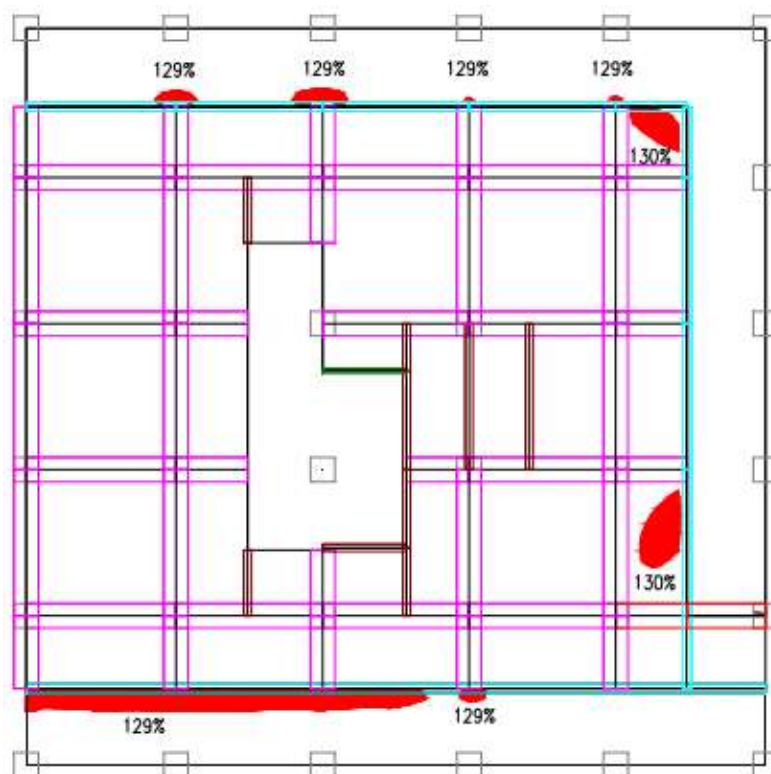
Překročení mezní únosnosti v desce stropní konstrukce je ve více místech stropní konstrukci. V polích s překročenou únosností musí být při rekonstrukci stropní deska zesílena.



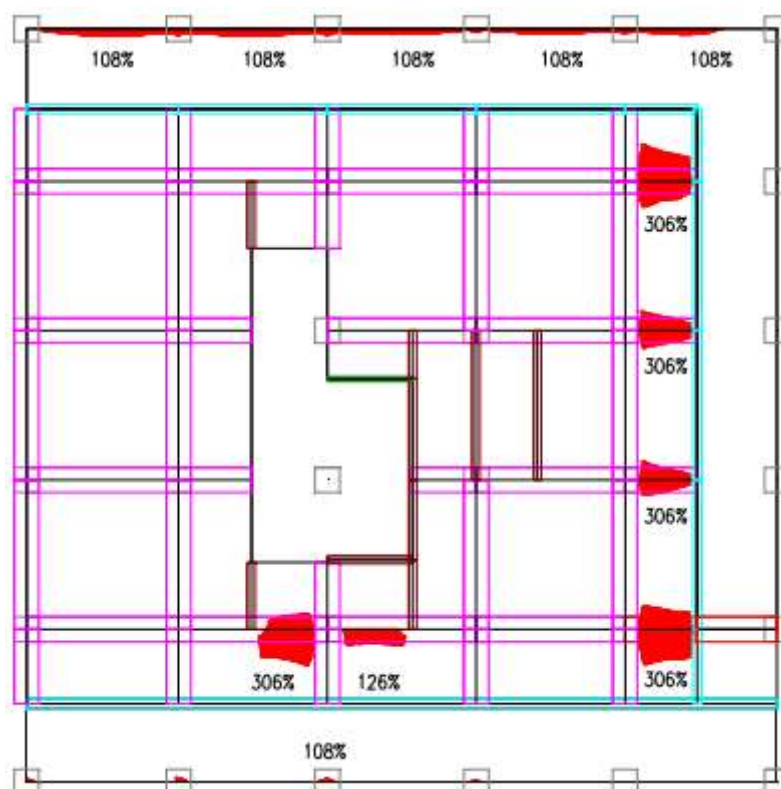
Obr.A – Izopásma s překročením mezní únosnosti, spodní výztuž směr x, mxD-



Obr.B – Izopásma s překročením mezní únosnosti, horní výztuž směr x, mxD+



Obr.C – Izopásma s překročením mezní únosnosti, spodní výztuž směr y, mxD-



Obr.D – Izopásma s překročením mezní únosnosti, horní výztuž směr y, mxD+

FOTO 13 – Probíhající rekonstrukce



Obr.A



Obr.B



Obr.C



Obr.D



Obr.E

A, B, C, D, E – Šroubový přípoj spojující betonovou konstrukci a ocelový sloup. Ve velmi dobrém stavu z důvodu umístění sloupu vevnitř konstrukce bez působení povětrnostních podmínek.



Obr.F



Obr.G

F, G – Statické zajištění a zesílení nosního, rohového sloupu pomocí bandážování po celé výšce. Sloup byl opatřen novým antikoročním nátěrem.



Obr.H – Dilatační spáry v podlaze. Příčky byly postaveny přímo na nosnou konstrukci.



Obr.I



Obr.J



Obr.K



Obr.L

I, J, K, L – Vnější stav spojů mezi betonovým sloupem a ocelovou částí konstrukce. Na spoji je dobře viditelné poškození většími vlivy které způsobili korozi a také nekvalitní zálivka „chudou“ cementovou maltou která se drobí.



Obr.M – Původní prostup instalačního jádra kde je vidět skladba podlah a rozměr hlavního průvlaku ocelové nosné konstrukce.



Obr.N



Obr.O

Obr.N,O – Konstrukce v stádiu rekonstrukce [22, 12]

FOTO 14 – Původní vzhled budov před rekonstrukcí [24]



FOTO 15 – *Plánovaná vizualizace objektu v roce 2019*



