



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

**STAVEBNÍ PRŮZKUM A DIAGNOSTIKA
ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE**

SURVEY AND DIAGNOSTICS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Bernard

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ ANTON, Ph.D.

BRNO 2020



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

Student	Bc. Lukáš Bernard
Název	Stavební průzkum a diagnostika železobetonové konstrukce
Vedoucí práce	Ing. Ondřej Anton, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Cikrle, P. a kol. NDT zkoušení ve stavebnictví. Příručka kurzu CŽV, VUT v Brně, 2010.
Adámek, J., Hobst, L., Cikrle, P., Schmid, P. Diagnostika stavebních konstrukcí. Studijní opora, VUT v Brně FAST, 2005.
Schmidt, P. s kol. Základy zkušebnictví. Brno, CERM, 2001.
ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. Příslušné technické normy.
Výběr separátů z databáze ÚSZK k danému tématu.
Projektová dokumentace.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cíle práce – v teoretické části práce provést rešerše doporučené literatury a vypracování podkladů pro řešení diplomové práce. V rámci praktické části provést prvotní prohlídku hodnocené železobetonové konstrukce, předběžné hodnocení stavu a sestavení plánu stavebně technického průzkumu. Provedení a vyhodnocení průzkumu konstrukce. Statický výpočet vybraných částí nosné konstrukce. Závěrečné zhodnocení stavu konstrukce.

Závěr - proveďte krátké shrnutí a jasně a přehledně deklarujte výsledky diplomové práce.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Ondřej Anton, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stavebně technickým průzkumem železobetonové konstrukce. V teoretické části se práce věnuje zkoušeným vlastnostem betonu a metodikou průzkumů staveb, použitých v praktické části. Praktická část se věnuje diagnostice existujícího objektu, byla zjišťována pevnost betonu pomocí Schmidtova tvrdoměru s upřesněním na jádrových vývrtech a vyztužení železobetonových prvků zjišťované pomocí elektromagnetického indikátoru, georadaru a lokálních sekaných sond. Na závěr se práce zabývá statickým posudkem vybraného průvlaku a sloupu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stavebně technický průzkum, beton, betonářská výztuž, železobetonový skelet, diagnostika, georadar, elektromagnetický indikátor, tvrdoměrná metoda.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with construction and technological survey of the reinforced concrete structure. The first part of the diploma thesis deals with the properties of the reinforced concrete and with the building survey methods applied in the second part of the thesis. The second part of the diploma thesis focuses on diagnostics of existing structure. More specifically, the hardness of the concrete is tested using a Schmidt hammer and then it is further specified by testing the cores. The reinforcement in the reinforced concrete is also tested using electromagnetic indicator, ground-penetrating radar, and chopped probes. Lastly, a static assessment of the selected girder and column is conducted.

KEYWORDS

Construction and technological survey, concrete, concrete reinforcement, reinforced concrete frame, diagnostics, ground-penetrating radar, electromagnetic indicator, hardness testing method.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Lukáš Bernard *Stavební průzkum a diagnostika železobetonové konstrukce*.
Brno, 2019. 110 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta
stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce Ing. Ondřej Anton, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Stavební průzkum a diagnostika železobetonové konstrukce* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 8. 1. 2020

Bc. Lukáš Bernard
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Stavební průzkum a diagnostika železobetonové konstrukce* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8. 1. 2020

Bc. Lukáš Bernard
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Ondřeji Antonovi, Ph.D. za poskytnutí cenných rad a připomínek, dále za jeho ochotu, pomoc a vřelý přístup při vytváření diplomové práce. Také bych rád poděkoval všem, kteří mě podporovali během celého studia a především rodině.

Obsah

A. ÚVOD	11
1. Úvodní část	11
2. Cíle práce	11
B. TEORETICKÁ ČÁST	12
1. Průzkum a diagnostika železobetonových konstrukcí	12
1.1 Obecné zásady zkoušení železobetonových konstrukcí	12
1.1.1 Zkoušené vlastnosti konstrukce	13
1.1.2 Zkušební metody	13
2. Metody zkoušení použité v praktické části	14
2.1 Tvrdoměrné metody	14
2.1.1 Druhy odrazových tvrdoměrů	14
2.1.2 Použitelnost odrazových tvrdoměrů	16
2.1.3 Tvrdoměrné zkoušky dle normy ČSN 73 1373	17
2.2 Zkoušky na betonových vývrtech	20
2.2.1 Odběr jádrových vývrtů	20
2.2.2 Popis vzorku	21
2.2.3 Test karbonatace	21
2.2.4 Úprava vzorku	21
2.2.5 Ultrazvukové měření vzorků	22
2.2.6 Pevnost betonu v tlaku dle ČSN EN 12390 - 3	23
2.3 Lokalizace a určení druhu betonářské výztuže	25
2.3.1 Radiografie	25
2.3.2 Elektromagnetické indikátory betonářské výztuže	25
2.3.3 Georadar	26
2.3.4 Sekané sondy	26
2.4 Vady a poruchy	27
C. PRAKTICKÁ ČÁST	28
1. Úvod	28
2. Budova I	28
2.1 Popis objektu	29
2.2 Nosné prvky konstrukce	29
2.3 Pevnost betonu	30
2.3.1 Jádrové vývrtý	32

2.3.2 Určení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem	35
2.4 Zjištění tvaru a vyztužení nosných prvků	38
2.4.1 Vyztužení sloupů	40
2.4.2 Vyztužení průvlaků	42
2.4.3 Vyztužení trámů	44
2.4.4 Vyztužení desek	46
2.5 Zjištěné vady a poruchy	47
2.6 Shrnutí Budovy I	51
3. Budova II	51
3.1 Popis objektu	51
3.2 Nosné prvky konstrukce	52
3.3 Pevnost betonu	53
3.3.1 Jádrové vývrtý	55
3.3.2 Určení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem	59
3.4 Zjištění tvaru a vyztužení nosných prvků	62
3.4.1 Vyztužení sloupů	64
3.4.2 Vyztužení průvlaků	68
3.4.3 Vyztužení trámů	73
3.4.4 Vyztužení desek	77
3.5 Zjištěné vady a poruchy	79
3.6 Shrnutí Budovy II	85
D. STATICKÉ POSOUZENÍ VYBRANÝCH PRVKŮ	85
1. Materiálové charakteristiky	85
2. Zatěžovací stavy	86
3. Výpočtový model objektu	87
4. Vnitřní síly ve vybraných prvcích	87
4.1 Kombinace zatížení	87
4.1.1 Průvlak	88
4.1.2 Sloup	88
5. Posouzení průvlaku	89
5.1 Geometrie	89
5.2 Ohybová únosnost v poli	89
5.3 Ohybová únosnost nad podporou	91
5.4 Smyková únosnost	92
6. Posouzení sloupu	94
6.1 Geometrie	94
6.2 Sestrojení interakčního diagramu	95

6.2.1 Bod 0 a 0'	95
6.2.2 Bod 1	95
6.2.3 Bod 1'	96
6.2.4 Bod 2	96
6.2.5 Bod 2'	97
6.2.6 Bod 3	97
6.2.7 Bod 3'	98
6.2.8 Bod 4	98
6.2.9 Bod 4'	98
6.2.10 Bod 5 a 5'	98
6.2.11 Bod Z	99
6.2.12 Bod Z'	99
6.2.13 Interakční diagram	100
E. ZÁVĚR.....	101
F. BIBLIOGRAFIE.....	103
G. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	106
1. Obrázky	106
2. Tabulky.....	110

A. ÚVOD

1. Úvodní část

Diagnostika stavebních konstrukcí se začala postupně vyvíjet s ohledem na potřebu zjištění celkového stavu starých konstrukcí, jejich materiálové skladby, doplnění projektové dokumentace, pevnosti a stavu použitých materiálů. Dále pak ověření dimenzí jednotlivých nosných prvků a lokálních nebo globálních poruch konstrukcí, důležitých při jejich budoucích opravách, demolicích, přístavbách, nástavbách nebo změně typu použití objektů. Diagnostika stavebních konstrukcí se zabývá i zkoumáním nových konstrukcí, u kterých se projevíly poruchy a je nutné stanovit dodržení projektové dokumentace a návrhových parametrů.

Jednotlivé metody pro použití při průzkumech stavebních konstrukcí se vyvíjely společně s novými materiály a technologiemi výstavby konstrukcí.

2. Cíle práce

V teoretické části diplomové práce je cílem provést rešerše doporučené literatury a vypracování podkladů pro řešení diplomové práce.

V praktické části diplomové práce je cílem provést stavebně technický průzkum vybraných nosných prvků konstrukce, jako je pevnost betonu a vyztužení železobetonové konstrukce, provedení předběžné prohlídky nejzávažnějších vad a poruch objektu bývalé textilní výroby Primona v České Třebové, který se skládá ze dvou budov. U betonu je zjišťována pevnost Schmidtovým tvrdoměrem s upřesněním na vývrtech a vyztužením nosných prvků se zaměřením na typ, průměr, počet, polohu a krytí betonářské výztuže. Posuzovanými prvky jsou železobetonové sloupy, průvlaky, trámy a desky.

Dalším cílem je provést statický výpočet vybraných prvků nosné konstrukce, jímž je sloup a průvlak v Budově I.

Tato práce může být nápomocná při rozhodování o dalším využití objektu a může sloužit jako podklad pro zpracování výkresové a návrhové dokumentace.

B. TEORETICKÁ ČÁST

1. Průzkum a diagnostika železobetonových konstrukcí

Provádění diagnostiky železobetonových konstrukcí je nutné z mnoha důvodů, které většinou vycházejí ze základních potřeb objednavatele. U nových železobetonových konstrukcí se jedná zejména o pochybnosti spojené s kvalitou provádění, kvalitou betonu nebo s nedodržením krytí výztuže. U starších železobetonových konstrukcí mohou vzniknout pochybnosti o statické kondici objektů, na nichž se objevily statické poruchy a jejich bezpečnost je proto zapotřebí přezkoumat. Další možností je, že majitel starší železobetonové konstrukce chce provést její přestavbu, nástavbu nebo rekonstrukci. Každá konstrukce je unikátní a na každou působí mnoho okolních vlivů, které mohou být u různých konstrukcí zcela odlišné. Proto je nutné obecný průběh diagnostiky přizpůsobit jednotlivým potřebám dané konstrukce vhodně zvolenými metodami průzkumu [1].

1.1 Obecné zásady zkoušení železobetonových konstrukcí

Zkoušení konstrukcí a vyhodnocení zjištěných výsledků lze rozdělit do čtyř fází:

- 1) Zjištění a shrnutí základních údajů o zkoumané konstrukci, mezi něž lze zařadit druh konstrukce, účel konstrukce, její rozměry, stáří, druh použité betonářské výztuže a betonu, informace o jejím zatížení a užívání, základové poměry, dřívější zásahy do konstrukce a popis vad a poruch konstrukce.
- 2) Určení plánu zkoušení a vyhodnocení. V plánu by měl být uveden druh konstrukce, účel průzkumu, rozsah použitých zkušebních metod, počet a rozmístění zkušebních míst, příprava zkušebních míst, druhy zkoušek na konstrukci i na případných porovnávacích zkušebních tělesech, použité přístroje a instrukce pro vyhodnocení zkoušek.
- 3) Vlastní zkoušení konstrukce, při kterém se volí zkušební metody podle stavu konstrukce, použitých materiálů, tloušťky konstrukce a přístupu ke konstrukci a jejím zkoumaným prvkům.
- 4) Vyhodnocení zjištěných vlastností konstrukce [2].

1.1.1 Zkoušené vlastnosti konstrukce

a) Vlastnosti betonu konstrukce

- pevnost betonu
- rovnoměrnost betonu
- modul pružnosti betonu
- objemová hmotnost betonu
- vlhkost betonu
- chemické vlastnosti betonu
- vlastnosti povrchových vrstev betonu
- vodotěsnost a mrazuvzdornost betonu

b) Vlastnosti betonářské výztuže

- množství betonářské výztuže
- uložení a krytí betonářské výztuže
- koroze betonářské výztuže

c) Vady a poruchy

- přítomnost a rozsah

1.1.2 Zkušební metody

- tvrdoměrná metoda
- ultrazvuková impulsní metoda
- rezonanční metoda
- radiometrická metoda
- radiografická metoda
- zkouška přídržnosti
- zkouška propustnosti povrchových vrstev betonu
- zkoušky na zkušebních tělesech vyjmutých z konstrukce
- metody lokalizace výztuže elektromagnetickými indikátory a georadarem
- lokální sekané sondy pro ověření skutečného vyztužení konstrukce [2]

2. Metody zkoušení použité v praktické části

Po dohodě s objednatelem byly zvoleny následující metody průzkumu ke zjištění pevnosti betonu, typu, rozmístění, průměru a krytí použité betonářské výztuže.

2.1 Tvrdoměrné metody

Tvrdoměrné metody stále patří mezi nejvyužívanější metody ke zjištění pevnosti betonu kvůli relativní jednoduchosti provádění a dostupnosti tvrdoměrů. Tvrdoměrné metody jsou založeny na měření tvrdosti povrchu materiálu a stanovení korelačního vztahu mezi tvrdostí a pevností materiálu. Dělí se na odrazové, vrypové a vtiskové. Vrypové a vtiskové metody se používají v praxi velice zřídka, proto se další text bude věnovat pouze odrazové metodě zkoušení.

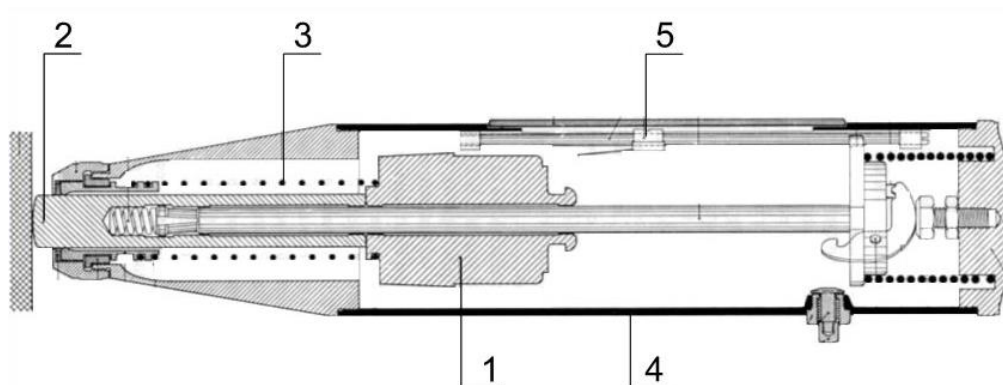
Tvrdoměrné, jiným názvem sklerometrické, zkoušení je povrchové zkoušení betonu na konstrukci, prvku nebo tělese pomocí tvrdoměru, při němž se měří a vyhodnocuje předepsaný počet pružných reakcí od vyvozeného úderu [1].

2.1.1 Druhy odrazových tvrdoměrů

Existuje několik typů a velikostí tvrdoměrů pro zkoušení různě velkých prvků a různých druhů betonů. Každý typ tvrdoměru používá jinou energii provedeného rázu, proto by se měl tvrdoměr používat pouze pro pevnostní třídy a druhy materiálu, pro které je určen. Schmidtův tvrdoměr se podle velikosti energie vyvinuté při zkušebním rázu dělí na:

- Schmidtův tvrdoměr typu L, LR s energií 0,75 J pro tenkostěnný beton od tloušťky minimálně 6 cm,
- Schmidtův tvrdoměr typu N, NR s energií 2,25 J pro běžný beton s pevností 20 - 60 MPa,
- Schmidtův tvrdoměr typu M s energií 30,0 J pro masivní beton od tloušťky minimálně 20 cm,
- Schmidtův tvrdoměr typu P pro nízké pevnosti 5 - 30 MPa.

1 - beran, 2 - razník, 3 - tažná pružina, 4 - pouzdro, 5 - stupnice



Obr. 1 Schéma odrazového tvrdoměru s beranem narážejícím do razníku [20]

Pro Schmidtova tvrdoměrná kladívka typů N a L platí, že beran je držen v určité vzdálenosti od razníku. Tažná pružina je jedním koncem upnuta k beranu a druhým k razníku. Při provádění úderu se razník opře o povrch zkoušeného betonu a tlakem na pouzdro směrem k povrchu betonu se napíná tažná pružina, která po napnutí, v poloze na Obr.1, uvolní beran, jenž dopadne na razník. Při nastalém rázu se energie nárazu beranu o razník projeví vtiskem do povrchu betonu a odrazem beranu zpět, který při zpětném pohybu s sebou vezme zpět značku a posune ji na stupnici. Přístroj je možné aretovat v poloze provedení rázu, kdy značka zůstane v maximální hodnotě odrazu na stupnici. Při dalším úderu se značka posune na výchozí pozici a je možné opakovat postup pro další zkoušení.

Schmidtova tvrdoměrná kladívka typů NR a LR se liší od klasických typů N a L registračním zařízením, které zaznamenává posun značky beranem na registrační pás z voskového papíru s natištěnou stupnicí v nástavbě přístroje. Typ M je vzhledem ke svým rozměrům a váze autoaretační. Typ P má beran pohybující se po půlkruhové dráze a je autoaretační. Silver Schmidt je tvrdoměrné zkušební kladívko, které patří mezi nejmodernější varianty tvrdoměrného kladívka typu N. Silver Schmidt má displej, na němž se zobrazují odečítané hodnoty, které mohou být automaticky převedeny na pevnost v tlaku. Na rozdíl od typu N, na kterém se odečítá hodnota odrazu „R“, se na kladívku Silver Schmidt odečítá hodnota odražené energie „Q“.

Hodnota „Q“ se stanoví dle vztahu:
$$Q = 100 \cdot \frac{\text{energie obnovená}}{\text{energie vstupní}}$$

Tvrdoměr měří rychlost úderu a rychlost zpětného rázu okamžitě před úderem a po úderu, kdy vypočítá množství energie, ke kterému může dojít. Rozsah pevností je dle výrobce od 10 MPa do 100 MPa [1].



Obr. 2 Schmidtův tvrdoměr typu NR [19]

2.1.2 Použitelnost odrazových tvrdoměrů

Nově betonované konstrukce:

Tvrdoměrná odrazová metoda dosahuje velmi dobrých výsledků při zkoušení stejnorodých betonů vyzrálých 14 až 56 dní, které mají pevnost v tlaku 20 MPa až 60 MPa a nejsou v nich přidány chemické přísady a příměsi. U moderních betonů je problém se změnou složení a technologií výroby oproti dříve používaným betonům. Tato změna vyvolala dva jevy:

- 1) Projevila se odchylka od obecného kalibračního vztahu v normě, jelikož při stejných hodnotách odrazu je pevnost v tlaku obvykle vyšší než v minulosti.
- 2) Zmenšila se citlivost tradičních tvrdoměrů, protože na stejný rozsah měřených odrazů tvrdosti připadá dnes znatelně větší rozsah pevností v tlaku.

Starší konstrukce:

Problém nastává u starších konstrukcí, u kterých může být povrch betonu zkarbonatován a díky tomu mohou být odrazy na povrchu betonu vyšší, než by odpovídaly odrazům betonu pod povrchem. Řešením je zbroušení povrchové vrstvy až na nezkarbonatované jádro betonu, což je ale použitelné do zhruba 20 mm od povrchu betonu.

U masivních konstrukcí se můžeme setkat s betonem podélně vrstevnatým, u kterého většinou platí, že jeho vlastnosti na povrchové vrstvě jsou lepší než vlastnosti v jádru průřezu. To samé platí pro sanované, či obetonované prvky moderními materiály pro dřívější statické zajištění konstrukce, o kterých často neexistují záznamy. Nejlepším řešením této situace je kombinace tvrdoměrné metody s odběrem jádrových vývrtů a následným porovnáním obou metod [1].

2.1.3 Tvrdoměrné zkoušky dle normy ČSN 73 1373

Pro vyhodnocení obecného nebo směrného kalibračního vztahu za pomoci součinitele α je nutné splnit jednu ze dvou hlavních podmínek:

- 1) Vyhотовit nejméně devět zkušebních válců nebo krychlí ze stejného betonu jako je beton zkoumané konstrukce, prvku nebo dílce. Dále musí být zkušební tělesa, pokud možno, stejně zhutněná, ošetřovaná a stará jako beton v konstrukci.
- 2) Vyjmout nejméně níže uvedené množství zkušebních těles přímo ze zkoumaných dílců nebo konstrukce, dle objemu zkoušených dílců nebo konstrukce:
 - a) 3 zkušební tělesa na objem zkoumané konstrukce nepřesahující 10 m³,
 - b) 6 zkušebních těles na objem zkoumané konstrukce nepřesahující 50 m³,
 - c) 9 zkušebních těles na objem zkoumané konstrukce přesahující 50 m³,
 - d) 3 zkušební tělesa, pokud zkoumané dílce nebo konstrukce byly nedestruktivně zkoušeny a tělesa byla odebrána z nedestruktivně odzkoušených zkušebních míst, která po vyhodnocení neupřesněných zkoušek vykazovala nejvyšší, průměrnou a nejnižší pevnost.

Určení součinitele α vychází ze vztahu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n f_{bi}}{\sum_{i=1}^n f_{bei}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{\text{destruktivní}}}{\sum_{i=1}^n f_{\text{nedestruktivní}}}$$

kde n je počet měření, f_{bi} je pevnost betonu v tlaku stanovená z i -tého měření normalizovanou tlakovou zkouškou a f_{bei} je pevnost v tlaku s nezaručenou přesností, která je stanovená na stejném vzorku nedestruktivně.

Zkušební místo se připraví odstraněním povrchové vrstvy, nejčastěji obroušením, na nezkarbonatovanou část betonu s minimálními rozměry 10 x 10 cm. Výsledná zkušební plocha musí být suchá a hladká. Příslušným Schmidtovým tvrdoměrem se vodorovně vedou údery rovnoměrným tlakem směrem na připravené zkušební místo, dokud není vymrštěn beran. Následně se stiskne aretační tlačítko a odečte se hodnota na stupnici. Pokud je použit registrační přístroj, není nutno mezi jednotlivými údery tvrdoměr aretovat. Úder se vede do cementového tmelu mezi kamenivem. Jednotlivé údery tvrdoměrem Schmidt typu N se volí v minimální vzdálenosti 30 mm od okraje zkušební plochy a minimálně 30 mm mezi jednotlivými údery. Za platné zkušební místo se považuje takové místo, na kterém je minimálně 7 platných měření. Obvykle se však volí 10 měření kvůli možné eliminaci neplatných měření. Hodnota jednotlivých platných měření se na stejném zkušebním místě nesmí lišit o více než $\pm 20 \%$ od aritmetického průměru měření. Vytvoří se tedy 80% a 120% meze z aritmetického průměru, jež se nazývají meze použitelnosti výsledků z jednotlivých měření. Údaje, které nezapadají do těchto mezí, se označí za neplatné a vypočítá se nový aritmetický průměr z platných měření.

Krychelná pevnost betonu f_c v tlaku se stanoví dle vztahu:

$$f_c = \alpha \cdot f_{bei}$$

Hodnota pevnosti v tlaku s nezaručenou přesností f_{bei} se stanoví dle vztahu:

$$f_{bei} = f'_{bei} \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$$

kde f'_{bei} se stanoví dle kalibračního vztahu z tabulky pro stanovení pevnosti v tlaku:

*Tab. 1 Obecný kalibrační vztah pro stanovení f'_{bei} v MPa
Schmidtovým tvrdoměrem typu N [3]*

odraz α	f'_{bei} [MPa] při směru zkoušení				
	vodorovně	směrem dolů		směrem nahoru	
		svisle	pod úhlem 45°	svisle	pod úhlem 45°
24	-	19	18	-	-
25	16	21	19	-	-
26	18	22	21	-	-
27	19	24	22	-	-
28	21	26	24	14	16
29	22	27	26	15	17
30	24	29	27	17	19
31	25	30	29	18	20
32	27	32	30	20	22
33	28	33	32	21	24
34	30	35	34	23	25
35	32	37	35	25	27
36	33	39	37	26	28
37	35	41	39	28	30
38	37	42	41	30	32
39	39	44	42	32	34
40	41	46	44	34	36
41	42	47	46	35	38
42	44	49	48	37	40
43	46	51	50	39	41
44	48	52	51	41	43
45	50	54	53	43	45
46	52	56	55	45	47
47	53	58	57	47	49
48	55	60	59	49	51
49	57	62	61	51	53
50	59	64	62	52	55
51	61	-	-	54	57
52	63	-	-	56	59
53	-	-	-	58	61
54	-	-	-	60	63
55	-	-	-	62	-

Pokud je zkoušený beton starší než 56 dní, pak se hodnota pevnosti betonu v tlaku f'_{bei} vynásobí součinitelem stáří α_t , který je:

$$\alpha_t = 0,95 \quad \text{při stáří betonu 57 - 180 dní,}$$

$$\alpha_t = 0,93 \quad \text{při stáří betonu 181 - 360 dní,}$$

$$\alpha_t = 0,93 \quad \text{nad 360 dní.}$$

Pokud je zkoušený beton suchý nebo nasycený vodou, vynásobí se hodnota pevnosti betonu v tlaku f'_{bei} součinitelem vlhkosti α_w , který je:

$$\alpha_w = 0,85 \quad \text{pro beton suchý,}$$

$$\alpha_w = 1,00 \quad \text{pro beton vlhký a přirozeně vlhký,}$$

$$\alpha_w = 1,05 \quad \text{pro beton nasycený vodou [1], [3].}$$

2.2 Zkoušky na betonových vývrtech

Odběr jádrových vývrtů se řídí několika pravidly, protože se vždy jedná o značný zásah do konstrukce. Počet vývrtů se řídí velikostí a členitostí zkoumané konstrukce, při volbě průměru vývrtu by měl nastat kompromis mezi volbou co nejmenšího průměru a velikostí největšího zrna kameniva, které by nemělo přesáhnout 1/3 průměru vývrtu. Dalším důležitým pravidlem je umístění vývrtů v konstrukci, kdy by vývrty měly být odebírány z míst, kde dochází k největšímu tlakovému namáhání a kde je minimální výskyt výztuže. Vývrty by neměly být umístěny v blízkosti spár a hran betonové konstrukce [4].

2.2.1 Odběr jádrových vývrtů

Vývrty se z konstrukce odebírají jádrovou vrtačkou osazenou dutým vrtákem zakončeným diamantovými břity. Pro vrtání do betonových konstrukcí se používají vrtáky od vnitřního průměru 25 mm až po 200 mm, které musí být chlazeny vodou. Průměry vrtáků mohou být odstupňovány ve velikostech po 25 mm. Jádrová vrtačka je usazena do stojanu, který je připevněn ke konstrukci hmoždinkou nebo přes

vývěvu. Jádrové vrtání je možné provádět ve svislém i vodorovném směru a provádí se minimálně do hloubky průměru vývrtu. Po vyvrtání potřebné hloubky se vývrt opatrně vylomí pomocí ručního sekáče a kladiva. Poté se vývrt změří, a pokud má požadovanou délku, tak se nesmazatelně označí a odveze na další zkoušení do laboratoře. Pokud je vylomený vývrt krátký nebo se rozpadá, musí se provést nové jádrové vrtání [5].

2.2.2 Popis vzorku

V laboratoři se nejprve provede popis vývrtu, přičemž se hlavně sledují vlastnosti kameniva, zhutnění betonu a poloha výztuže. U kameniva ve vývrtu se kontroluje druh, složení frakcí, největší velikost zrna a rovnoměrnost rozdělení po výšce vývrtu. Při popisu zhutnění betonu se popisují velikosti dutin, pórů a kaveren. Při případném výskytu betonářské výztuže ve vývrtu se popisuje její množství, směr, typ a rozměry [4].

2.2.3 Test karbonatace

Následuje informativní test karbonatace 1% roztokem fenolftaleinu rozpuštěném v alkoholu. Test probíhá nastříkáním roztoku na vývrt. Pokud míra pH betonu dosahuje hodnoty vyšší než 9,5, pak se beton zbarví do fialové barvy. Pokud se nezbarví, hodnota pH je nižší než 9,5 a to znamená, že beton je zkarbonatovaný. Výsledná hloubka karbonatace se změří a zaznamená k popisu vývrtu [4].

2.2.4 Úprava vzorku

Vývrt se zakončuje, případně se nařeže na stolní pile osazené diamantovým kotoučem s vodním výplachem na více vzorků. Následně se jednotlivým vzorkům z obou stran zbrousí koncové plochy, např. na rovné podložce s korundovým pískem.

2.2.5 Ultrazvukové měření vzorků

Pro potřeby použití ultrazvuku ve stavebnictví se používá rozsah ultrazvukového vlnění s frekvencí od 20 - 150 kHz. Pomocí ultrazvukového měření na vzorcích betonových jádrových vývrtů je možné určit zejména dynamický modul pružnosti v tahu a tlaku. Při určování dynamického modulu pružnosti je nutné znát délku měřicí základny L , objemovou hmotnost vzorku D , dobu průchodu ultrazvukového vlnění T a mrtvý čas ultrazvuku T_0 . Z těchto parametrů se určí podle následujícího vztahu rychlost ultrazvukového vlnění:

$$v_L = \frac{L}{T - T_0}$$

Dynamický modul pružnosti v tahu a tlaku se určí ze vztahu:

$$E_{bu} = D \cdot v_L^2 \cdot \frac{1}{k^2} \cdot 10^{-6}$$

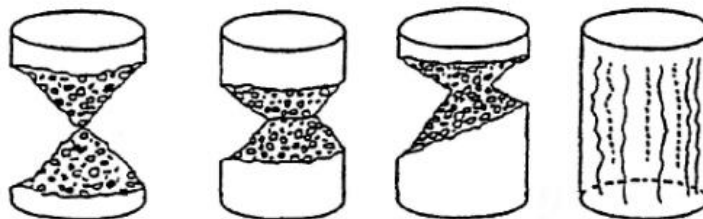
Součinitel rozměrnosti prostředí k se vyjadřuje hodnotami k_1 , k_2 a k_3 . Pro jednorozměrné prostředí platí, že $k_1 = 1$, hodnota pro trojrozměrné prostředí k_3 se určí na základě Poissonova poměru ν , který u betonu nabývá hodnoty 0,2. Pro hodnotu Poissonova poměru $\nu = 0,2$ se udává tabulková hodnota pro $k_3 = 1,0541$. Prostředí se určí dle kritéria rozměrnosti závislého na vztahu rozměrů vzorku a délce vlny ultrazvukového vlnění λ_L , které se určí dle vzorce:

$$\lambda_L = \frac{v_L}{f}$$

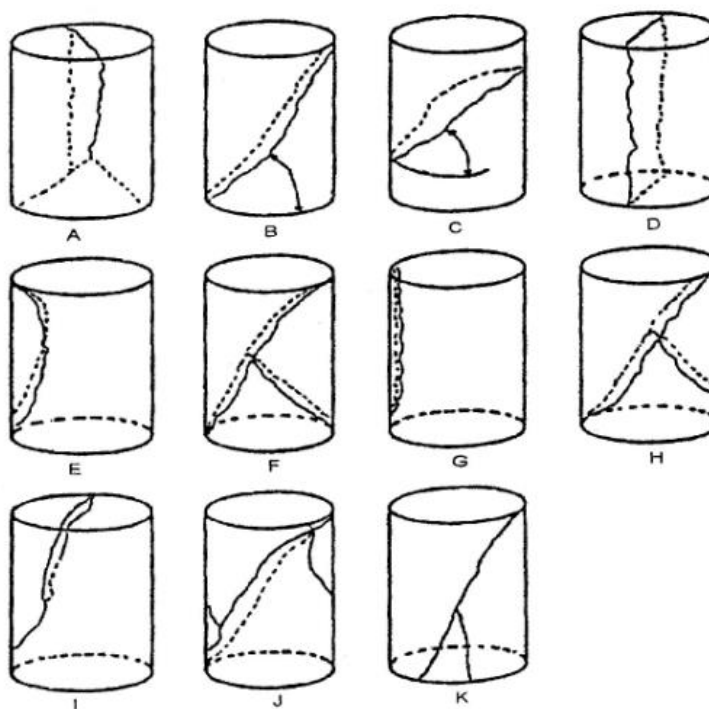
kde v_L je průměrná rychlost šíření ultrazvuku a f je jmenovitá frekvence použité sondy. Jednorozměrné prostředí je, pokud rozměry kolmé ke směru šíření ultrazvuku jsou menší než $0,2 \cdot \lambda_L$ a trojrozměrné prostředí je, když platí, že rozměry kolmé ke směru šíření ultrazvuku jsou větší než $2 \cdot \lambda_L$. Jestliže jsou rozměry mezi oběma výše uvedenými intervaly, pak se prostředí nazývá neurčitým [1].

2.2.6 Pevnost betonu v tlaku dle ČSN EN 12390 - 3

Nařezaná a zabroušená tělesa se změří posuvným měřítkem s přesností na 0,1 mm a zváží na váze s přesností 1 g. Vzorky se vloží do hydraulického lisu a po rozdrčení se odečte maximální síla F . Při drcení vzorku v lisu je nutné pozorovat způsob deformace vzorku, který musí splňovat tvar dle normy ČSN EN 12390 - 3 [6]. Pokud vzorek nevyhovuje správnému porušení, pak je nutné výsledek zkoušky vyřadit [5].



Vyhovující způsoby porušení zkušebních válců



Některé nevyhovující způsoby porušení zkušebních válců

Obr. 3 Vyhovující a nevyhovující způsoby porušení zkušebních válců [6]

Pokud vzorky nejsou v normových rozměrech, o výšce 300 mm a průměru 150 mm, je nutné provést přepočty na válcové pevnosti. K přepočtu je nutné použít součinitel štíhlosti $K_{c,cyl}$ a součinitel příčného rozměru $K_{c,cube}$. Následně se pro přepočet válcové pevnosti na krychelnou použije součinitel $K_{cyl,cube}$ dle normy ČSN EN 12390 - 3 [6].

Válcová pevnost betonu v tlaku na zkušebních válcích $f_{c,cyl}$ [MPa] se vypočítá ze vzorce:

$$f_{c,cyl} = K_{c,cube} \cdot K_{c,cyl} \cdot \frac{F}{A_c}$$

kde F je nejvyšší dosažená síla při zkoušce v lisu [N], A je tlačná plocha válce [mm²], $K_{c,cube}$ je opravný součinitel pro příčný rozměr tělesa jiný než 150 mm a lze ho získat experimentálně nebo $K_{c,cube} = 0,95$ pro $d = 100$ mm, $K_{c,cube} = 0,91$ pro $d = 50$ mm a $K_{c,cyl}$ je opravný součinitel pro štíhlost válce λ .

Štíhlost válce λ se stanoví z výšky válce L podělené průměrem válce d . Opravný součinitel $K_{c,cyl}$ se určí ze vztahu:

$$K_{c,cyl} = 0,80 + \sqrt{\frac{\lambda - 0,933}{26,667}}$$

Krychelná pevnost betonu v tlaku $f_{c,cube}$ [MPa] se vypočítá ze vzorce:

$$f_{c,cube} = K_{cyl,cube} \cdot f_{c,cyl}$$

kde $K_{cyl,cube}$ je převodní součinitel pro převod z válcové pevnosti betonu na krychelnou.

Převodní součinitel $K_{cyl,cube}$ je závislý na válcové pevnosti a určí se dle tabulky z normy ČSN EN 12390 - 3 [6].

Tab. 2 Určení převodního součinitele $K_{cyl,cube}$ z válcové pevnosti [6]

$f_{c,cyl}$ [MPa]	8	12	16	20	25	30	35	40
$K_{cyl,cube}$	1,252	1,252	1,252	1,251	1,249	1,246	1,242	1,236
$f_{c,cyl}$ [MPa]	45	50	55	60	70	80	90	100
$K_{cyl,cube}$	1,23	1,223	1,215	1,206	1,195	1,184	1,172	1,159

Objemová hmotnost betonu D [kg/m³] se vypočítá ze vzorce:

$$D = \frac{m}{V}$$

kde m je hmotnost vzorku [kg] a V je objem vzorku [m³] [5].

2.3 Lokalizace a určení druhu betonářské výztuže

Stanovení počtu a polohy betonářské výztuže v železobetonových prvcích je nedílnou součástí diagnostiky staveb. Lokalizace a zjištění druhu výztuže může sloužit např. pro potřeby statického přepočtu konstrukce nebo k eliminaci převrtání betonářské výztuže při jádrovém vrtání [7].

2.3.1 Radiografie

Tato metoda sice nebyla použita v praktické části diplomové práce, ale určitě stojí za zmínku, protože se jedná o nejpřesnější metodu lokalizace betonářské výztuže čistě nedestruktivním způsobem. Radiografická metoda využívá ^{60}Co jako γ zářič, jímž se prozařuje konstrukce. Díky rozdílným objemovým hmotnostem betonu a betonářské výztuže dochází k zeslabení průchodu záření přes betonářskou výztuž, které se po určité době expozice zaznamená na radiografický film a umožňuje zobrazení veškeré výztuže. Po prozáření zkoumaného prvku z více ohnisek je možné přesně určit polohu a průměr betonářské výztuže. Díky novele předpisů tzv. „Atomového zákona“ z roku 2017, která zpřísňuje podmínky použití ionizujícího záření, je však tato metoda dnes již téměř neproveditelná. Tato novela má za následek řadu bezpečnostních a administrativních opatření, která značně zvyšují náklady spojené s provedením radiografie [7].

2.3.2 Elektromagnetické indikátory betonářské výztuže

Elektromagnetické indikátory jsou přístroje založené na pulsně-indukční technologii, dříve na magnetických vlastnostech betonářské výztuže. Při použití metody u jednoduše vyztužených prvků konstrukce je možné jednoduše a rychle zjistit krytí výztuže, vzdálenost mezi jednotlivými pruty výztuže a u novějších přístrojů i odhad průměru výztuže. Maximální hloubkový dosah přístrojů se pohybuje od 60 mm do 220 mm v závislosti na druhu přístroje a typu sondy. Parametry, které zásadně omezují použití metody, jsou narůstající hloubka uložení výztuže, pruty ve více řadách za sebou, malá vzdálenost mezi jednotlivými pruty a složitost vyztužení. Novější elektromagnetické indikátory výztuže, např. Proceq PM-630 nebo Hilti PS-200

Ferrosan, jsou opatřeny displejem zobrazujícím okamžitou vizualizaci zjištěných výsledků [7].

2.3.3 Georadar

Princip georadarů je založen na vysílání vysokofrekvenčních elektromagnetických pulzů do materiálu a následné registraci jejich odrazu na nehomogenitách ve zkoumaném prostředí. Tato metodika je již dlouho využívána v geotechnice, kde mají přístroje dosah do hloubky až 15 m v závislosti na prostředí. Dřívější pokusy využití této metody pro diagnostiku staveb byly značně omezené z důvodu komplikovanosti přístrojů transformovaných z geotechnických georadarů, s nimiž byla složitá manipulace, zdoluhavé měření, a vyhodnocování měření vyžadovalo odbornou způsobilost obsluhy. Přelom nastal při uvedení přístroje Hilti PS 1000, který je určen přímo pro lokalizaci výztuže. Výrobce udává hloubkový dosah přístroje až 400 mm, přesnost indikace hloubky do 100 mm s odchylkou ± 10 mm a nad 100 mm s odchylkou ± 15 mm. Velkými výhodami tohoto georadaru jsou schopnost zaznamenat vyztužení ve více vrstvách nad sebou díky třem sondám umístěným v rozích přístroje a jeho relativně jednoduchá obsluha oproti předchozím přístrojům. Zásadní nevýhodou je však skutečnost, že georadar nedokáže určit průměr a druh výztuže, což je dáno fyzikálním principem metody [7], [8].

2.3.4 Sekané sondy

Tato často využívaná metoda při průzkumu starších konstrukcí je založená na mechanickém odstranění krycí vrstvy betonu bouracím kladivem, což vede k přesnému zjištění polohy, krytí, průměru, typu a poškození výztuže. Nemístné je použití této metody na novějších konstrukcích, kde je většinou nevhodné narušovat povrch betonové konstrukce. Další komplikace nastávají v případě, kdy je konstrukce složitě vyztužená nebo jsou výztuže hlouběji uloženy a hrozí riziko nekompletnosti zjištěných výsledků, proto je vhodné použití této metody pouze u jednoduchých případů vyztužení [8].

Nejideálnější metodou je stále radiografie, která je ale z výše uvedených důvodů dnes prakticky nepoužitelná. Jako nejvhodnější se tedy jeví použití elektromagnetických indikátorů poslední generace v kombinaci s georadarem Hilti PS 1000, jež jsou do značné míry schopné nahradit radiografii. V případě, kdy je zapotřebí zjistit přesné průměry a typy výztuže, lze tyto metody doplnit lokální sekanou sondou.

2.4 Vady a poruchy

Vady a poruchy konstrukce jsou způsobeny špatným provedením některé její části. Příčinami vad a poruch mohou být špatný projekt nebo pochybení při výstavbě konstrukce. U dokončených staveb vznikají vady hlavně užíváním, neodbornou rekonstrukcí, následkem zanedbané údržby konstrukce nebo vlivem okolních vlivů jako jsou např. dynamické namáhání od dopravy nebo změna základových poměrů pod konstrukcí. Vady a poruchy lze rozdělit na nebezpečné a estetické. Nebezpečné vady a poruchy mají charakter ohrožující lidské životy a estetické pouze ovlivňují vzhled konstrukce, ale nemají vliv na funkčnost a užívání stavby. Další možné rozdělení vad a poruch je na vizuálně zjiřitelné nebo skryté.

C. PRAKTICKÁ ČÁST

1. Úvod

Na základě požadavku objednavatele byl proveden stavebně technický průzkum bývalého výrobního objektu v areálu Primona v České Třebové na ulici Dr. E. Beneše, který by měl sloužit jako podklad pro zvážení možností budoucího využití objektu. V rámci stavebně technického průzkumu byla zjišťována pevnost betonu v tlaku železobetonových monolitických konstrukcí, včetně zjišťování tvaru a vyztužení vybraných nosných železobetonových prvků. Zkoumány byly dvě budovy v objektu, které byly v rámci zpřehlednění práce zpracovávány odděleně, s dalším označením jako Budova I a Budova II. V době provádění tohoto průzkumu byl objekt ve velmi špatném stavu, opuštěný a nepoužívaný.

2. Budova I



Obr. 4 Pohled na Budovu I

2.1 Popis objektu

Předmětem této části stavebně technického průzkumu byla jižní část výrobního objektu vyhotoveného pravděpodobně koncem 19. nebo začátkem 20. století, který se skládá z jednoho podzemního a třech nadzemních podlaží.

Ze statického hlediska se jedná o budovu s příčným nosným systémem. Nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými sloupy, obvodovými stěnami, železobetonovými průvlaky, trámy a stropními nebo střešními deskami. Průvlaky jsou orientovány v příčném směru. Půdorys budovy je obdélníkový s vybíhající přístavbou schodišťového prostoru v jihovýchodním rohu.

Objekt je pravděpodobně založen na základových pasech a patkách pod sloupy. Základové konstrukce jsou pravděpodobně z kamenného zdiva pod obvodovými stěnami, případně z betonu pod železobetonovými sloupy. Střešní konstrukce je na východní polovině plochá s hřebenem v podélné ose budovy a mírným spádem střešní roviny směrem k okapům. Nad západní částí je střecha sedlová s trojicí hřebenů v příčném směru vždy v ose mezisloupových pruhů. Tyto konstrukce nebyly předmětem průzkumu.

2.2 Nosné prvky konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny vnitřními železobetonovými sloupy většinou čtvercového půdorysu. Rozměr sloupů je od 600 x 600 mm, resp. 650 x 650 mm v 1.PP, až po 200 x 200 mm ve 3.NP. Po obvodu byly použity nosné zděné stěny z kamenného a smíšeného zdiva do 1.NP a od 1.NP z cihelného zdiva.

Vodorovné nosné konstrukce jsou řešeny jako trámové železobetonové monolitické stropy bez podhledů. Nosné trámy jsou uloženy na obvodových stěnách a vnitřních příčných průvlacích. Železobetonové průvlaky jsou uloženy na obvodových stěnách a vnitřních sloupech. Přes trámy jsou vybetonovány železobetonové monolitické desky.

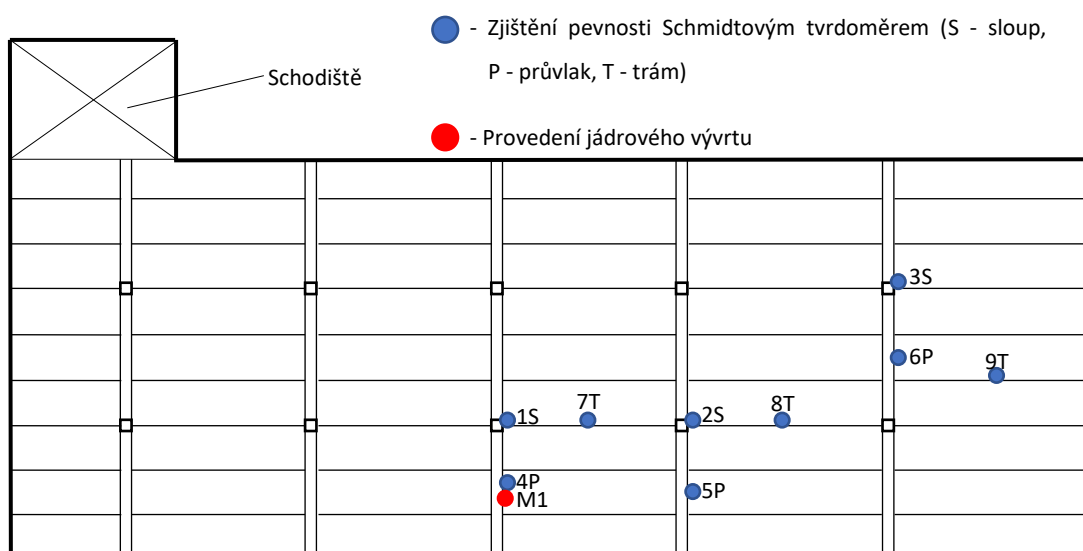
Nášlapné vrstvy podlah v 1.PP byly pravděpodobně provedeny z betonové mazaniny, ve vyšších podlažích byly nášlapné vrstvy většinou z dřevěných vlysů lepených do asfaltu nebo cementové malty.



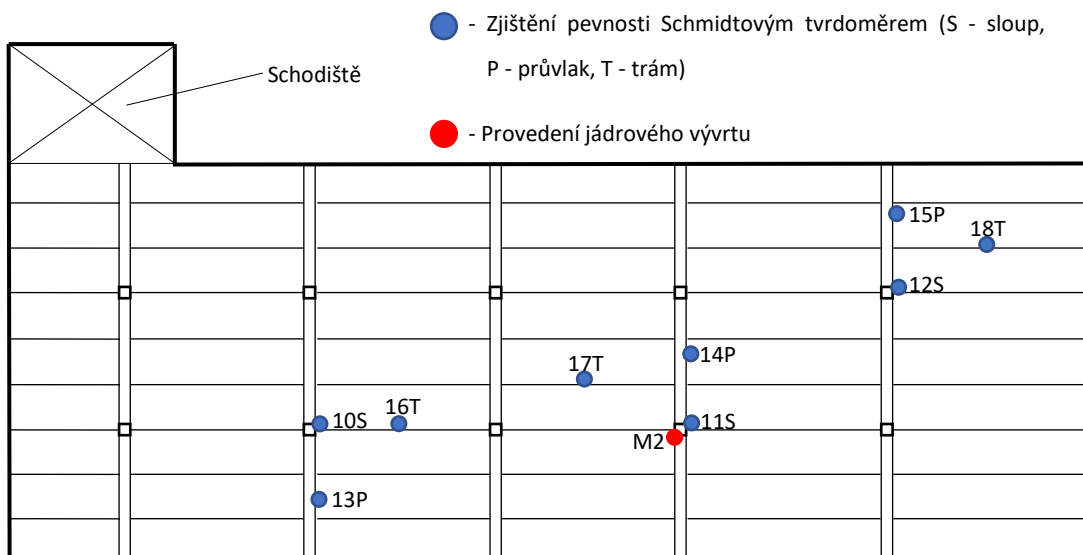
Obr. 5 Pohled na nosný systém ve 2.NP

2.3 Pevnost betonu

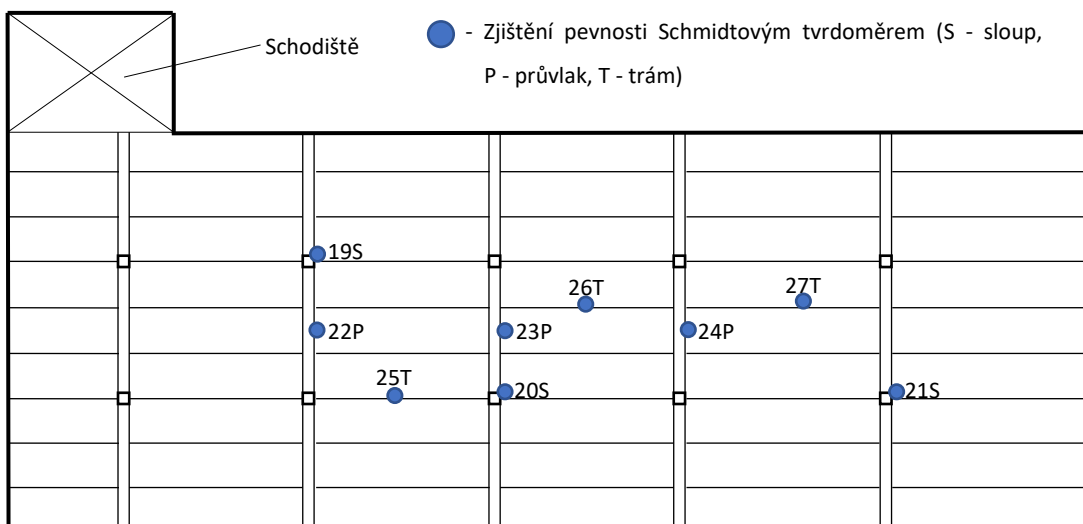
Pro potřeby předběžného statického posouzení objektu byla orientačně stanovena pevnost betonu u nosných železobetonových sloupů, průvlaků a trámů. Zkoušky nosných prvků byly prováděny od 1.PP až po 2.NP. Ve 3.NP zkoušky prozatím nebyly prováděny.



Obr. 6 Schéma rozmístění zkušebních míst pro tvrdoměrné zkoušení a vývrtů v/nad 1.PP



Obr. 7 Schéma rozmístění zkušebních míst pro tvrdoměrné zkoušení a vývrtů v/nad 1.NP



Obr. 8 Schéma rozmístění zkušebních míst pro tvrdoměrné zkoušení a vývrtů v/nad 2.NP

2.3.1 Jádrové vývrty

Pro odběr všech vzorků jádrových vývrtů byla použita jádrová vrtačka s vodním chlazením, osazena diamantovým vrtákem o vnitřním průměru 75 mm. Na nosných prvcích byla vybrána 2 místa pro odběr vzorků jádrových vývrtů dále označených jako M1 a M2.

Karbonatace betonu byla zjišťována informativním barevným testem s pomocí 1% roztoku fenolftaleinu.



Obr. 9 Vývrt M1



Obr. 10 Vývrt M2

Vývrt M1	Jádrový vývrt Ø 75 mm, odebrán z průvlastu v 1.PP vodorovně, poloha zakreslena na Obr. 6
Popis odvrtaného vzorku	- délka vzorku betonu je 130 - 140 mm - ze vzorku byla vyrobena dvě zkušební tělesa pro stanovení pevnostních parametrů betonu
Vlastnosti a struktura betonu	- jako hrubé kamenivo byl použit těžký štěrkopísek se zrny do 20 mm - bylo použito málo hrubého kameniva, velké množství pórů do 3 mm - naměřená hloubka karbonatace betonu dosahuje 70 - 80 mm

Vývrt M2	Jádrový vývrt Ø 75 mm, odebrán ze sloupu v 1.NP vodorovně, poloha zakreslena na <i>Obr. 7</i>
Popis odvrtného vzorku	- délka vzorku betonu je 115 - 138 mm - ze vzorku bylo vyrobeno jedno zkušební těleso pro stanovení pevnostních parametrů betonu
Vlastnosti a struktura betonu	- jako hrubé kamenivo byl použit těžký štěrkopísek se zrny do 30 mm - bylo použito málo hrubého kameniva, velké množství pórů do 3 mm - naměřená hloubka karbonatace betonu dosahuje 60 mm

Z vývrtů byla zkušební tělesa pro zkoušku pevnosti vyrobena řezáním na speciální pile s diamantovým pilovým listem a s vodním výplachem. Nerovné začátky a konce vývrtů byly odřezány tak, aby délka zkušebních těles byla, pokud možno, srovnatelná s jeho průměrem.

Stanovení rozměrů zkušebních těles bylo provedeno posuvným měřítkem s digitální indikací. Hmotnost zkušebních těles byla zjištěna vážením na vahách s digitální indikací s přesností na 1 g. Ultrazvukové měření bylo na zkušebních tělesech provedeno ultrazvukovou metodou podle ČSN 73 1371. Měření bylo provedeno ultrazvukovým přístrojem TICO se sondami s jmenovitým kmitočtem 54 kHz. Metrologicky bylo měření ošetřeno paralelním měřením na etalonu času a opravami podle tohoto měření. Měření doby průchodu ultrazvuku bylo provedeno na měřicích základnách ve směru rovnoběžném s podélnou osou zkušebního tělesa. Na každém zkušebním tělese byly stanoveny dvě doby průchodu ultrazvuku. Zkouška vzorků pro stanovení pevnosti v tlaku byla provedena na zkušebním lisu při nastavení rozsahu působící síly do 150 kN.

Vyhodnocení objemové hmotnosti a pevnosti betonu v tlaku bylo provedeno podle platných českých technických norem. Vzhledem k tomu, že zkušební tělesa z betonu neměla základní rozměr, byly použity převodní součinitele podle ČSN EN 12390-3/Z1. Válcová pevnost betonu $f_{c,cyl}$ byla vypočtena ze zjištěné maximální síly při rozdrčení zkušebních těles a ze skutečné plochy. Opravný součinitel $k_{c,cyl}$ byl odvozen podle poměru délky válce k jeho průměru. Pro převod válcové pevnosti $f_{c,cyl}$ na krychelnou pevnost $f_{c,cube}$ byl použit opravný součinitel $k_{cyl,cube}$. Pro převod krychelné pevnosti vyhodnocené na zkušebním tělese se jmenovitým průměrem 75 mm na pevnost zkušebního tělesa základního rozměru byl použit převodní součinitel $k_{c,cube} = 0,93$.

Tab. 3 Vyhodnocení objemových hmotností a pevností betonových vývrtů

Označení zkušebního tělesa			M1		M2
			A	B	
Naměřené veličiny	Tvar zkušebního tělesa		válec	válec	válec
	Průměr válce	d [mm]	73,2	73,2	73,2
	Výška válce	L [mm]	53,1	74,5	73,6
	Hmotnost vzorku	m [g]	472	660	634
	Maximální síla	F [kN]	79,7	51,0	28,8
Díčí součinitele	Štíhlost prvku	λ [-]	0,725	1,018	1,005
	Opravný součinitel	k_{c,cyl} [-]	0,800	0,856	0,852
	Převodní součinitel	k_{c,cube} [-]	0,93	0,93	0,93
	Převodní součinitel	k_{cyl,cube} [-]	1,252	1,252	1,252
Vyhodnocení	Objemová hmotnost	D [kg/m ³]	2110	2110	2050
	Pevnost vzorku	f_c [MPa]	18,9	12,1	6,8
	Válcová pevnost	f_{c,cyl} [MPa]	14,1	9,7	5,4
	Krychelná pevnost	f_{c,cube} [MPa]	17,6	12,1	6,8

Tab. 4 Ultrazvukové měření zkušebních těles

Označení zkušebního tělesa		M1		M2
		A	B	
Měřicí základna	L [mm]	53,1	74,5	73,6
Objemová hmotnost	D [kg/m ³]	2110	2110	2050
Doba průchodu UZ	T ₁ [μs]	18,2	23,4	28,8
Doba průchodu UZ	T ₂ [μs]	18,7	23,6	29,5
Mrtvý čas	T ₀ [μs]	2,7	2,7	2,7
Rychlost UZ	v ₁ [m/s]	3426	3599	2820
Rychlost UZ	v ₂ [m/s]	3319	3565	2746
Rychlost UZ	v _L [m/s]	3372	3582	2783
Dynamický modul	E _{bu} [MPa]	21600	24360	14290

2.3.2 Určení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

V rámci stavebně technického průzkumu byly provedeny nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu železobetonových sloupů (dále značených S), průvlaků (P) a trámů (T) Schmidtovým tvrdoměrem typu NR na celkem 27 zkušebních místech.

Místo pro tvrdoměrné zkoušení se obrousí bruskou osazenou diamantovým kotoučem s odsáváním, pokud možno na nezkarbonatovanou vrstvu, a dále se plynulou silou vede 10 úderů Schmidtovým tvrdoměrem do cementového tmelu, vzdálených od sebe minimálně 3 cm. V laboratoři se následně odečtou míry odrazů.

Záznamy o zkouškách provedených v rámci tohoto průzkumu byly vyhodnoceny podle obecného kalibračního vztahu z ČSN 73 1373.



Obr. 11 Místo připravené pro tvrdoměrné zkoušení

Tab. 5 Míra odrazů změřená pomocí tvrdoměru

Zkušební místo	číslo úderu		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	meze		průměr f_{RF} [MPa]
													$0,8 f_R$	$1,2 f_R$	
1 S	míra odrazu	a	42	40	40	40	39	39	38	38	46	40	33,0	49,4	40,0
	pevnost [MPa]	f_R	44	41	41	41	39	39	37	37	52	41			
2 S	míra odrazu	a	42	46	44	44	36	36	48	44	48	46	37,4	56,2	50,3
	pevnost [MPa]	f_R	44	52	48	48	33	33	55	48	55	52			
3 S	míra odrazu	a	50	54	54	56	50	58	52	54	54	56	51,9	77,9	64,9
	pevnost [MPa]	f_R	59	66	66	68	59	68	63	66	66	68			
4 P	míra odrazu	a	38	42	40	39	40	39	38	41	39	38	31,7	47,5	39,6
	pevnost [MPa]	f_R	37	44	41	39	41	39	37	42	39	37			
5 P	míra odrazu	a	38	44	34	40	40	40	42	40	41	38	32,2	48,2	41,3
	pevnost [MPa]	f_R	37	48	30	41	41	41	44	41	42	37			
6 P	míra odrazu	a	38	39	38	34	42	42	38	40	40	35	30,6	45,8	39,1
	pevnost [MPa]	f_R	37	39	37	30	44	44	37	41	41	32			
7 T	míra odrazu	a	40	44	42	46	42	40	40	40	40	46	35,6	53,4	44,5
	pevnost [MPa]	f_R	41	48	44	52	44	41	41	41	41	52			
8 T	míra odrazu	a	42	40	42	40	38	38	38	38	38	34	30,8	46,2	39,4
	pevnost [MPa]	f_R	44	41	44	41	37	37	37	37	37	30			
9 T	míra odrazu	a	40	40	40	40	40	38	38	38	40	36	31,2	46,8	39,0
	pevnost [MPa]	f_R	41	41	41	41	41	37	37	37	41	33			
10 S	míra odrazu	a	44	46	48	46	48	52	52	48	46	52	44,6	67,0	55,8
	pevnost [MPa]	f_R	48	52	55	52	55	63	63	55	52	63			
11 S	míra odrazu	a	40	40	42	44	44	39	44	42	38	40	34,5	51,7	43,1
	pevnost [MPa]	f_R	41	41	44	48	48	39	48	44	37	41			
12 S	míra odrazu	a	48	48	42	46	46	48	48	38	52	50	42,2	63,2	54,4
	pevnost [MPa]	f_R	55	55	44	52	52	55	55	37	63	59			
13 P	míra odrazu	a	56	56	56	54	52	54	52	56	50	52	52,2	78,2	65,2
	pevnost [MPa]	f_R	68	68	68	66	63	66	63	68	59	63			
14 P	míra odrazu	a	44	42	42	44	42	42	46	46	46	50	39,0	58,4	47,6
	pevnost [MPa]	f_R	48	44	44	48	44	44	52	52	52	59			
15 P	míra odrazu	a	46	46	42	52	52	50	48	42	46	48	43,1	64,7	53,9
	pevnost [MPa]	f_R	52	52	44	63	63	59	55	44	52	55			
16 T	míra odrazu	a	42	46	46	44	50	50	46	44	52	46	42,3	63,5	52,9
	pevnost [MPa]	f_R	44	52	52	48	59	59	52	48	63	52			
17 T	míra odrazu	a	50	48	44	46	48	50	50	42	46	42	42,2	63,2	52,7
	pevnost [MPa]	f_R	59	55	48	52	55	59	59	44	52	44			
18 T	míra odrazu	a	42	39	42	42	32	42	42	42	42	42	33,4	50,2	43,4
	pevnost [MPa]	f_R	44	39	44	44	27	44	44	44	44	44			
19 S	míra odrazu	a	42	42	44	42	46	38	42	46	42	44	36,6	54,8	45,7
	pevnost [MPa]	f_R	44	44	48	44	52	37	44	52	44	48			
20 S	míra odrazu	a	40	42	38	42	40	42	42	38	36	32	31,4	47,0	40,6
	pevnost [MPa]	f_R	41	44	37	44	41	44	44	37	33	27			
21 S	míra odrazu	a	40	42	42	40	36	42	42	42	50	48	35,9	53,9	43,1
	pevnost [MPa]	f_R	41	44	44	41	33	44	44	44	59	55			
22 P	míra odrazu	a	52	50	51	50	50	52	48	46	46	52	46,9	70,3	58,6
	pevnost [MPa]	f_R	63	59	61	59	59	63	55	52	52	63			
23 P	míra odrazu	a	44	46	44	42	42	48	48	42	44	52	40,1	60,1	48,7
	pevnost [MPa]	f_R	48	52	48	44	44	55	55	44	48	63			
24 P	míra odrazu	a	44	41	50	44	46	48	52	42	46	42	40,6	60,8	49,3
	pevnost [MPa]	f_R	48	42	59	48	52	55	63	44	52	44			
25 T	míra odrazu	a	40	36	36	40	46	38	41	41	44	34	31,9	47,9	38,4
	pevnost [MPa]	f_R	41	33	33	41	52	37	42	42	48	30			
26 T	míra odrazu	a	40	42	42	42	40	44	44	44	48	48	37,4	56,2	46,8
	pevnost [MPa]	f_R	41	44	44	44	41	48	48	48	55	55			
27 T	míra odrazu	a	40	38	40	31	35	40	45	44	44	48	33,4	50,2	43,7
	pevnost [MPa]	f_R	41	37	41	25	32	41	50	48	48	55			

Tab. 6 Stanovení součinitele α

Podlaží	Zkušební místo	Označení vývrtu	Pevnost	Pevnost	Pevnost	Součinitel upřesnění α	
			f'_{BE} [MPa]	$f_{BE} = f'_{BE} \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$ [MPa]	f_c [MPa]	jednotlivě	celkově
1.PP	4P	M1a	39,6	35,64	17,6	0,494	0,332
	4P	M1b	39,6	35,64	12,1	0,340	
1.PP	11S	M2	43,1	38,79	6,8	0,175	
			Σ	110,07	36,5		

Tab. 7 Upřesňující součinitele

Součinitel stáří	stáří betonu:	Součinitel vlhkosti	vlhkost betonu:
$\alpha_t = 0,95$	57 - 180 dnů	$\alpha_w = 0,85$	suchý beton
$\alpha_t = 0,93$	181 - 360 dnů	$\alpha_w = 1,00$	přirozeně vlhký a vlhký beton
$\alpha_t = 0,90$	nad 360 dnů	$\alpha_w = 1,05$	beton nasycený vodou

Tab. 8 Určení jednotlivých pevností betonu

Zkušební místo			Pevnost betonu		
			f'_{BE}	$f_{BE} = f'_{BE} \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$	f_c
			[MPa]		
1.PP	Sloupy	1 S	40,0	36,0	11,9
		2 S	50,3	45,2	15,0
		3 S	64,9	58,4	19,4
	Vodorovné kce	4 P	39,6	35,6	11,8
		5 P	41,3	37,2	12,3
		6 P	39,1	35,2	11,7
		7 T	44,5	40,1	13,3
		8 T	39,4	35,5	11,8
		9 T	39,0	35,1	11,6
1.NP	Sloupy	10 S	55,8	50,2	16,7
		11 S	43,1	38,8	12,9
		12 S	54,4	49,0	16,2
	Vodorovné kce	13 P	65,2	58,7	19,5
		14 P	47,6	42,8	14,2
		15 P	53,9	48,5	16,1
		16 T	52,9	47,6	15,8
		17 T	52,7	47,4	15,7
		18 T	43,4	39,1	13,0
2.NP	Sloupy	19 S	45,7	41,1	13,6
		20 S	40,6	36,5	12,1
		21 S	43,1	38,8	12,9
	Vodorovné kce	22 P	58,6	52,7	17,5
		23 P	48,7	43,8	14,5
		24 P	49,3	44,4	14,7
		25 T	38,4	34,6	11,5
		26 T	46,8	42,1	14,0
		27 T	43,7	39,3	13,0

Tab. 9 Vyhodnocení pevnostní třídy betonu

Česká Třebová Primona Budova I	Celkem	Sloupy	Průvlaky	Trámy
n	27	9	9	9
$f_{m,(n)}$ [MPa]	14,2	15,2	14,7	13,3
s_f [MPa]	2,30	2,92	2,64	1,63
k_n	1,739	1,960	1,960	1,960
f_{ck} [MPa]	10,17	9,53	9,53	10,11
Pevnostní třída dle ČSN EN 13 791	C 8/10	C 8/10	C 8/10	C 8/10

Podle zjištěné hodnoty charakteristické krychelné pevnosti betonu $f_{ck} = 10,17$ MPa normy EN 13791, lze betonu zkoumaných monolitických železobetonových konstrukcí hodnocených pro všechny prvky jako jeden celek, přiřadit pevnostní třídu C 8/10.

2.4 Zjištění tvaru a vyztužení nosných prvků

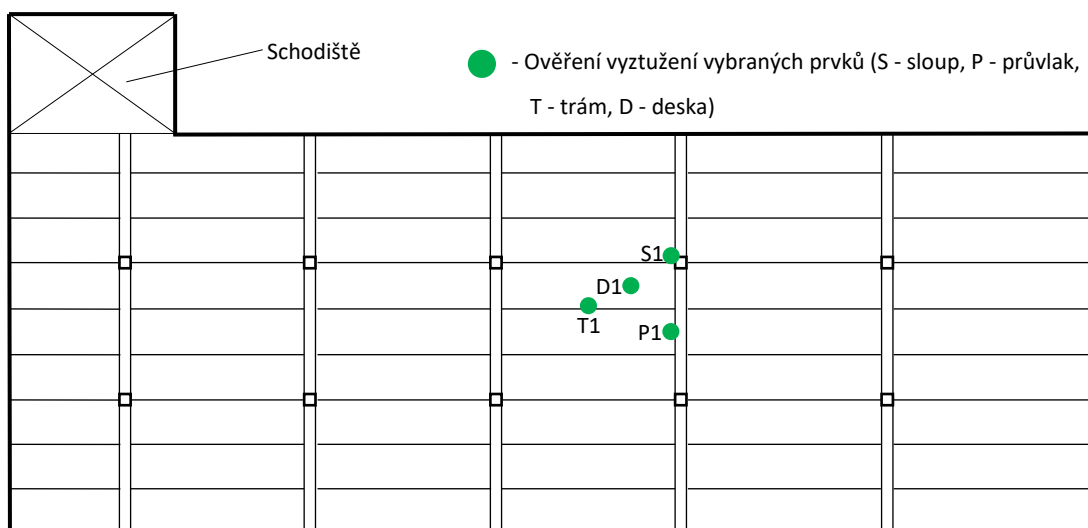
U několika vybraných nosných železobetonových prvků byl zjišťován tvar, druh a množství použité výztuže elektromagnetickým indikátorem Profometer PM-630, georadarem Hilti PS 1000 a následným osekáním krycí vrstvy betonu. Zjištěné skutečnosti jsou patrné z následujících schematických obrázků a fotografií. Podle způsobu vyztužení a období výstavby Budovy I lze usoudit, že se jedná o stavbu se skeletem ze systému Hennebique, který byl používán od konce 19. století a vyznačuje se využitím ocelové pásovin na vyztužení třmínků namísto klasické kruhové výztuže.



Obr. 12 Lokalizace výztuže georadarem



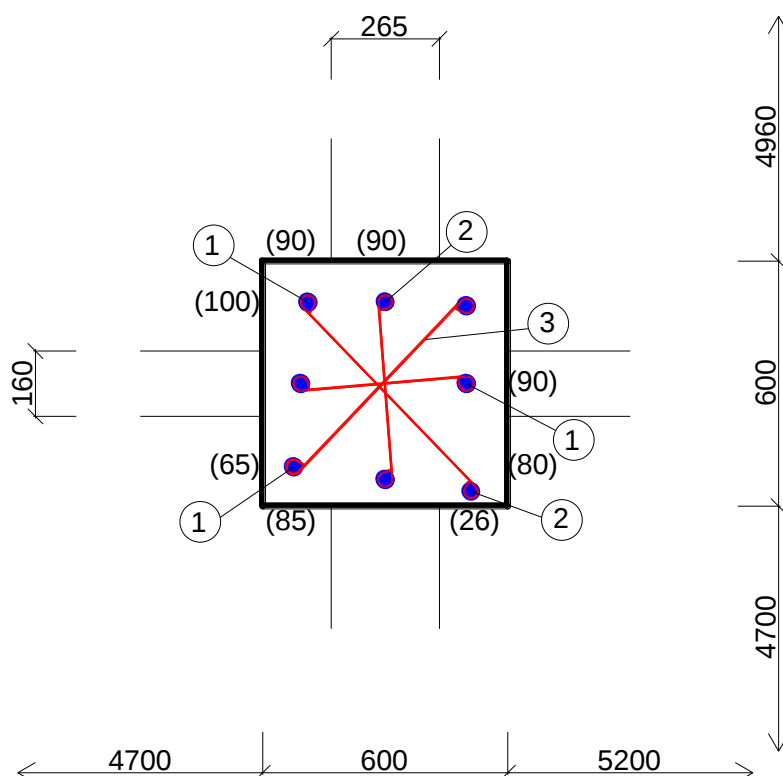
Obr. 13 Provádění sekané sondy



Obr. 14 Schéma provedených sond vyztužení v/nad 1.NP

2.4.1 Vyztužení sloupů

Sonda S1	- svislý čtvercový nosný sloup v 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometeru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 14</i>	
Sloup	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s nepatrnou povrchovou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 22 mm, minimální krytí výztuže cca 55 mm
	odkaz 2	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 20 mm, minimální krytí výztuže cca 26 mm
	odkaz 3	Třmínky: pásovina šířky 30 mm a tloušťky 3 mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 500 mm, minimální krytí výztuže cca 20 mm



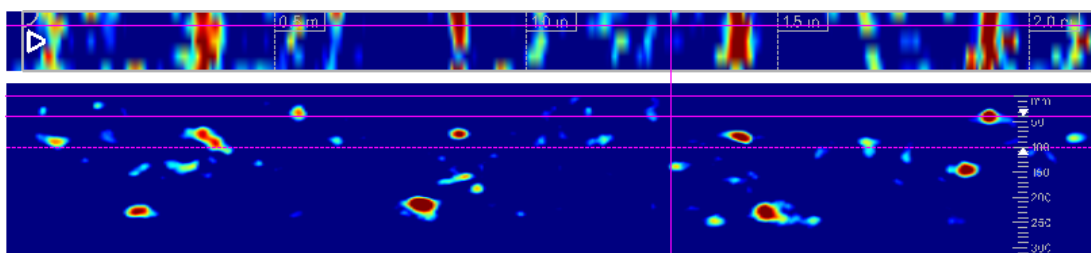
Obr. 15 Schéma rozměrů a vyztužení sloupu v 1.NP



Obr. 16 Pohled na zkoumaný sloup v 1.NP



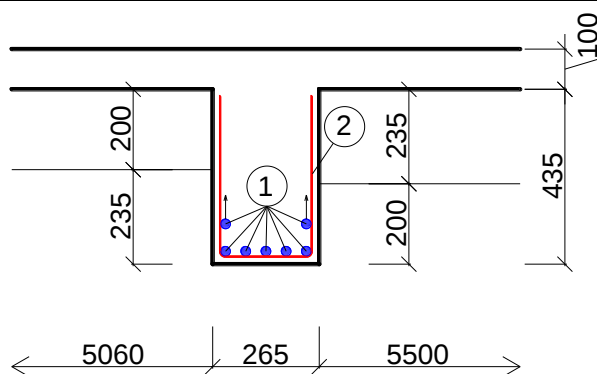
Obr. 17 Detail sekané sondy v rohu sloupu s hlavní nosnou výztuží a třmínkem



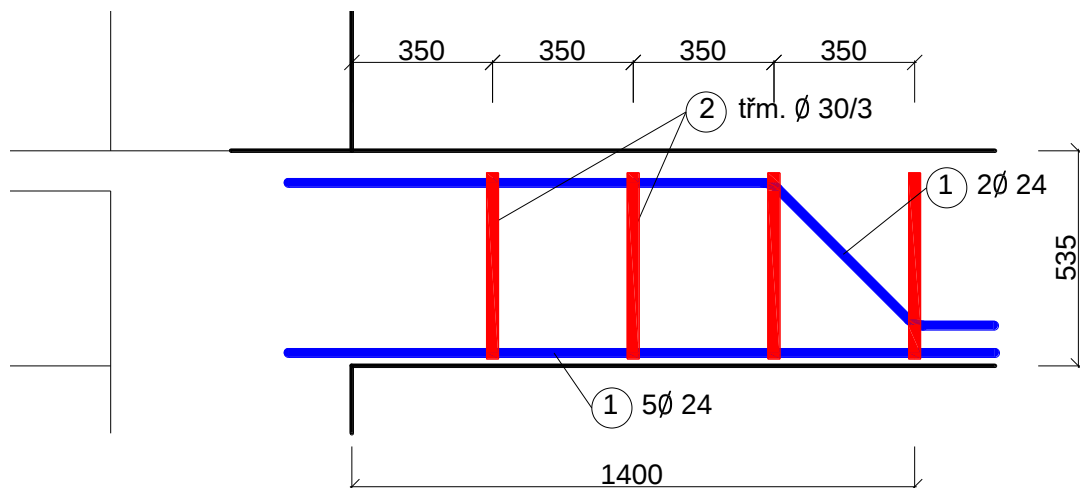
Obr. 18 Sken z georadaru pro zjištění vzdáleností mezi třmínky

2.4.2 Vyztužení průvlaků

Sonda P1	- stropní průvlak nad 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 14</i>	
Průvlak	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - bez koroze	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: 7 prutů v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 24$ mm, krytí výztuže cca 20 - 25 mm, 2 pruty se ohýbají k hornímu líci průvlaku ve vzdálenosti 1400 mm od líce sloupu
	odkaz 2	Třmínky: pásovina šířky 30 mm a tloušťky 3 mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 360 mm, minimální krytí výztuže cca 18 mm



Obr. 19 Schéma příčného řezu rozměrů a vyztužení průvlaku nad 1.NP



Obr. 20 Schéma podélného řezu rozměrů a vyztužení průvlaku nad 1.NP



Obr. 21 Pohled na zkoumaný průvlak nad 1.NP



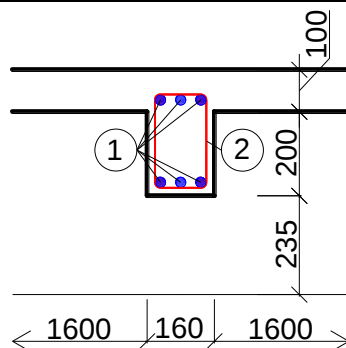
Obr. 22 Detail sekané sondy u spodního líce průvlaku



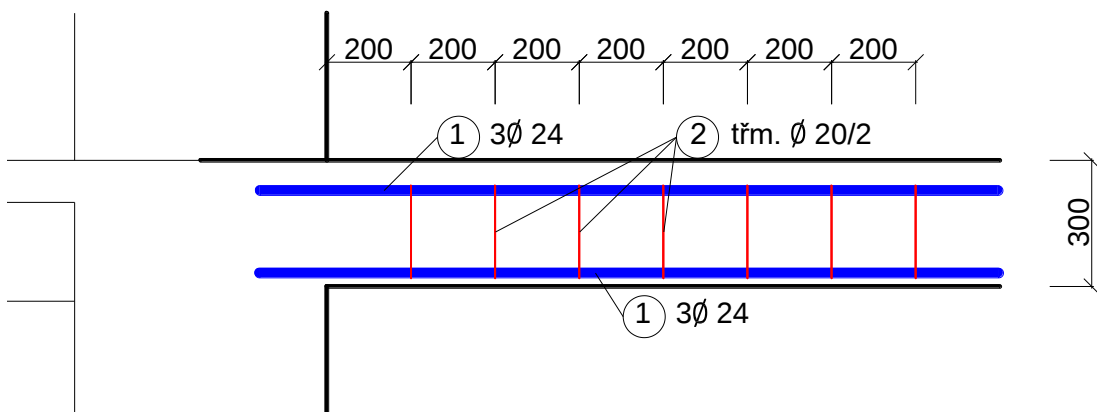
Obr. 23 Detail sekané sondy u podpory u horního líce průvlaku

2.4.3 Vyztužení trámů

Sonda T1	- stropní průvlak nad 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 14</i>	
Trám	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s nepatrnou povrchovou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: 6 prutů v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 24$ mm, krytí výztuže cca 20 mm, 3 pruty jsou po celé délce u spodního líce a 3 pruty jsou u horního líce minimálně 1,4 m od podpory
	odkaz 2	Třmínky: pásovina šířky 20 mm a tloušťky 2 mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 200 mm minimálně 1,4 m od podpory, vzdálenost mezi třmínky uprostřed rozpětí cca po 400 mm, minimální krytí výztuže cca 18 mm



Obr. 24 Schéma příčného řezu rozměrů a vyztužení trámu nad 1.NP



Obr. 25 Schéma podélného řezu rozměrů a vyztužení trámu nad 1.NP



Obr. 26 Pohled na zkoumaný trám nad 1.NP



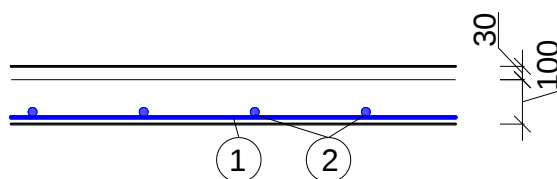
Obr. 27 Detail sekané sondy u spodního líce trámu



Obr. 28 Detail sekané sondy u podpory u horního líce trámu

2.4.4 Vyztužení desek

Sonda D1	- stropní deska nad 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci profometru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 14</i> - nášlapná vrstva tvořena z dřevěných vlysů kladených do asfaltu	
Deska	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s nepatrnou povrchovou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 8 mm, krytí výztuže cca 15 mm, vzdálenost mezi pruty cca 135 mm
	odkaz 2	Rozdělovací výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 8 mm, krytí výztuže cca 25 mm, vzdálenost mezi pruty cca 250 mm



Obr. 29 Schéma rozměrů a vyztužení desky nad 1.NP



Obr. 30 Detail sekané sondy u spodního líce desky

2.5 Zjištěné vady a poruchy

U posuzované budovy byla provedena vizuální prohlídka nosných konstrukcí. Vzhledem k opuštěnosti objektu došlo k postupnému rozebírání ocelových prvků. Je zřejmé, že do budovy výrazně zatéká, chybí veškeré výplně otvorů a stavební konstrukce jsou tím vystaveny působení povětrnostních vlivů. Nejzávažnější poruchy jsou následující:

- 1) Ze strany exteriéru jsou výrazně destruované omítky, z větší části již úplně chybí. Povrch cihelného zdiva je poškozený vlhkostí a mrazem, místy dochází k rozpadání cihel. Ve spodní části budovy jsou odstraněny svislé dešťové svody a srážková voda teče přímo po fasádě.



Obr. 31 Opadané omítky z exteriéru



Obr. 32 Odstraněný okapový svod

- 2) V 1.PP jsou vlhkostí poškozené obvodové stěny z kamenného a cihelného zdiva. Nejhorší je situace na styku s Budovou II, kde dochází k silnému zatékání.



Obr. 33 Zatečení do obvodové stěny

- 3) U obvodových stěn jsou v 1.NP odstraněny ocelové překlady nad okenními otvory vždy nad vnitřní cca polovinou tloušťky stěny. Stropní konstrukce je tak nedostatečně uložena a hrozí její zřícení v místech otvorů.



Obr. 34 Detail chybějícího ocelového nadokenního překlady



Obr. 35 Chybějící nadokenní překlady

- 4) U obvodové stěny v 1.NP v místě napojení na Budovu II je výrazné poškození od zatékání srážkové vody. V tomto místě je ocelový průvlak a sloupy, u kterých je viditelná koroze. Současně je také poškozená část železobetonového stropu.



Obr. 36 Zatečený a zkorodovaný průvlak

- 5) V 2.NP také v místě napojení na Budovu II je výrazně poškozené obvodové zdivo z plných cihel. Dochází zde k masivnímu zatékání ze střešní konstrukce sousedního objektu.



Obr. 37 Zatékání okny ze střechy sousední budovy

- 6) U železobetonové střešní konstrukce jsou viditelné výrazné vlhkostní mapy v úžlabích mezi sedlovými střechami a v místě napojení úžlabí na obvodovou stěnu. Výrazné zatečení je také u ploché střechy v blízkosti okapů, což je viditelné nejen z exteriéru ale i z interiéru.



Obr. 38 Zatečení prosakující do interiéru



Obr. 39 Zatečená střešní římsa s odpadajícími cihlami

- 7) V zrcadle vnitřního schodiště jsou v každém nadzemním podlaží zděné dělicí stěny, které ohraničovali pravděpodobně technické místnosti. V současné době jsou však po různých částečných destrukcích v havarijním stavu a hrozí zřícení zbývajících částí stěn. Je možné, že částečně podepírají konstrukci schodiště.



Obr. 40 Částečně zdestruované zrcadlo s chybějícími překlady v 1.NP



Obr. 41 Částečně zdestruované zrcadlo s chybějícími překlady ve 2.NP

2.6 Shrnutí Budovy I

Železobetonové nosné konstrukce zatím nevykazují žádné závažné statické poruchy kromě zatečených míst, kde hrozí koroze ocelové výztuže. Ovšem na základě provedených zkoušek pevnosti betonu můžeme konstatovat, že kvalita betonu je špatná. Zjištěná pevnost je na spodní hranici pevnostní třídy C 8/10.

Poměrně závažným problémem je neustálé zatékání srážkové vody do stavebních konstrukcí. Zejména u obvodového cihelného zdiva je místy zřetelný částečný rozpad cihel, což je následek působení povětrnostních vlivů, především vlhkosti a mrazu.

3. Budova II



Obr. 42 Pohled na Budovu II

3.1 Popis objektu

Předmětem této části stavebně technického průzkumu byla severní část výrobního objektu vyhotoveného pravděpodobně v první polovině 20. století, který se skládá ze třech nadzemních podlaží a v severní části je částečně podsklepen. Na úrovni 1.NP je v jižní části proveden průjezd přes objekt, čímž je toto podlaží rozděleno na dvě části.

Ze statického hlediska se jedná o budovu s příčným nosným systémem. Nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými sloupy, železobetonovými průvlaky, trámy a stropními nebo střešními deskami. Průvlaky jsou orientovány v příčném směru. V 1.PP jsou svislé konstrukce stěnové, z kamenného nebo cihelného zdiva. Půdorys budovy je obdélníkový s vybíhající přístavbou schodišťového prostoru v severovýchodním rohu.

Objekt je pravděpodobně založen na základových patkách pod sloupy nebo pasech pod stěnami. Základové konstrukce jsou pravděpodobně z kamenného zdiva pod stěnami v 1.PP. Střešní konstrukce je plochá s dvojicí světlíků, jeden je ve střední části a druhý je podél přilehlého domu na jižní straně. Tyto konstrukce nebyly předmětem průzkumu.

3.2 Nosné prvky konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými sloupy, v 1.NP čtvercového půdorysu s rozměrem 650 x 650 mm, ve 2.NP a 3. NP mají sloupy osmiúhelníkový půdorys o průměru cca 450 mm ve 2.NP a 350 mm ve 3.NP. V 1.PP jsou příčné nosné stěny z kamene nebo plných cihel.

Vodorovné nosné konstrukce jsou řešeny jako trámové železobetonové monolitické stropy bez podhledů. Nosné trámy jsou uloženy na příčných průvlacích. Přes trámy jsou vybetonovány železobetonové monolitické desky. V prostoru nad průjezdem je pohledová konstrukce z ocelových nosníků a stropních desek hurdis.

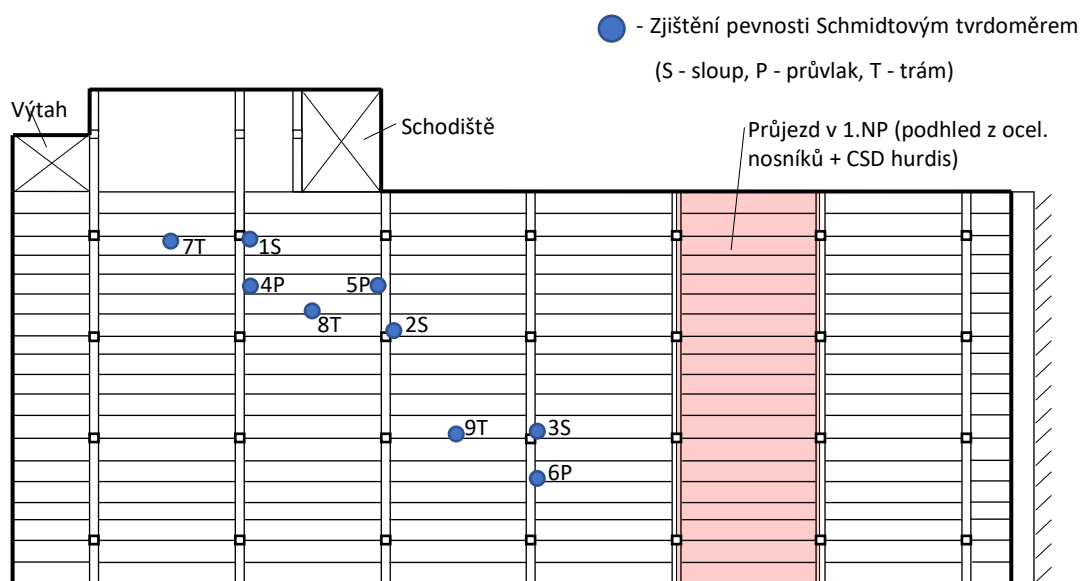
Nášlapné vrstvy podlah jsou úplně zničené nebo vybourané. Pravděpodobně byly provedeny z betonové mazaniny, betonové dlažby nebo z dřevěných vlýsů lepených do asfaltu nebo cementové malty.



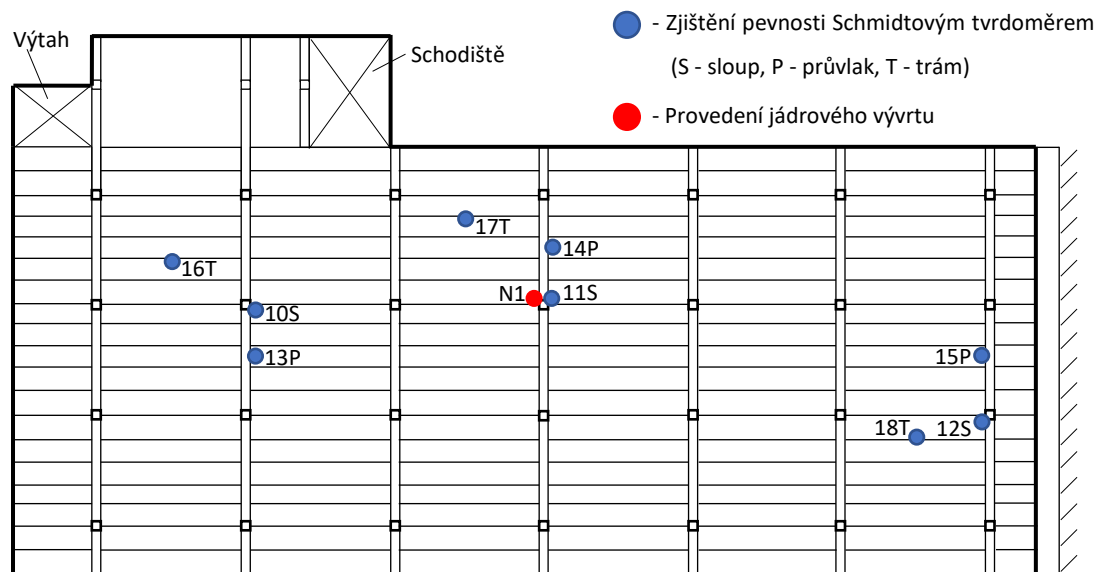
Obr. 43 Pohled na nosný systém ve 2.NP

3.3 Pevnost betonu

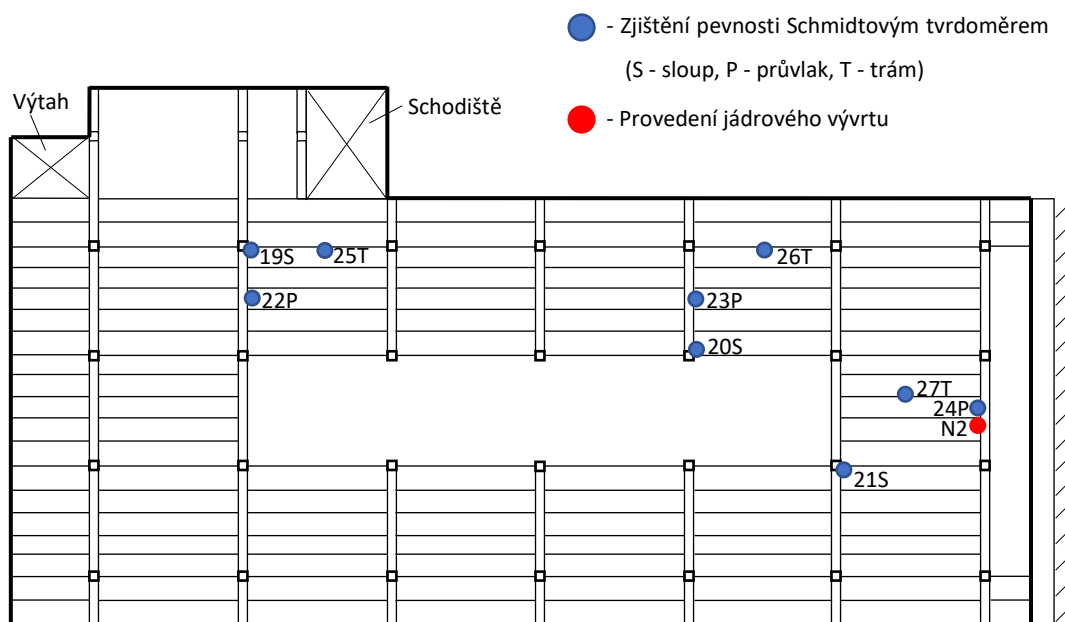
Pro potřeby předběžného statického posouzení objektu byla orientačně stanovena pevnost betonu u nosných železobetonových průvlaků, trámů a sloupů. Byly prováděny zkoušky u nosných prvků od 1.NP až po 3.NP.



Obr. 44 Schéma rozmístění zkušebních míst pro tvrdoměrné zkoušení a vývrtů v/nad 1.NP



Obr. 45 Schéma rozmístění zkušebních míst pro tvrdoměrné zkoušení a vývrtů v/nad 2.NP



Obr. 46 Schéma rozmístění zkušebních míst pro tvrdoměrné zkoušení a vývrtů v/nad 3.NP

3.3.1 Jádrové vývrty

Pro odběr všech vzorků jádrových vývrtů byla použita jádrová vrtačka s vodním chlazením osazena diamantovým vrtákem o vnitřním průměru 75 mm. Na nosných prvcích byla vybrána 2 místa pro odběr vzorků jádrových vývrtů dále označených jako N1 a N2.



Obr. 47 Otvor po vyjmutí jádrového vývrtu v místě provedené tvrdoměrné zkoušky

Karbonatace betonu byla zjišťována informativním barevným testem s pomocí 1% roztoku fenolftaleinu.



Obr. 48 Vývrt N1



Obr. 49 Vývrt N2

Vývrt N1	Jádrový vývrt Ø 75 mm, odebrán ze sloupu ve 2.NP vodorovně, poloha zakreslena na Obr. 45
Popis odvrtaného vzorku	- délka vzorku betonu je 172 - 196 mm - ze vzorku byla vyrobena dvě zkušební tělesa pro stanovení pevnostních parametrů betonu
Vlastnosti a struktura betonu	- jako hrubé kamenivo byl použit těžký štěrkopísek se zrny do 20 mm a jedním větším zrnem 30 mm - na boční ploše byla vylámána malá zrna - projev nízké pevnosti - naměřená hloubka karbonatace betonu dosahuje 25 - 30 mm

Vývrt N2	Jádrový vývrt Ø 75 mm, odebrán z průvlaku ve 3.NP vodorovně, poloha zakreslena na Obr. 46
Popis odvrtaného vzorku	- délka vzorku betonu je 75 - 106 mm - ze vzorku bylo vyrobeno jedno zkušební těleso pro stanovení pevnostních parametrů betonu
Vlastnosti a struktura betonu	- jako hrubé kamenivo byl použit těžký štěrkopísek se zrny do 20 mm a jedním větším zrnem 30 mm - v betonu bylo málo hrubého kameniva, na boční ploše byla vylámána malá zrna - projev nízké pevnosti - naměřená hloubka karbonatace betonu dosahuje celé délky vzorku

Z vývrtů byla zkušební tělesa pro zkoušku pevnosti vyrobena řezáním na speciální pile s diamantovým pilovým listem a s vodním výplachem. Nerovné začátky a konce vývrtů byly odřezány tak, aby délka zkušebních těles byla pokud možno srovnatelná s jeho průměrem.

Stanovení rozměrů zkušebních těles bylo provedeno posuvným měřítkem s digitální indikací. Hmotnost zkušebních těles byla zjištěna vážením na vahách s digitální indikací s přesností na 1 g. Ultrazvukové měření bylo na zkušebních tělesech provedeno ultrazvukovou metodou podle ČSN 73 1371. Měření bylo provedeno ultrazvukovým přístrojem TICO se sondami s jmenovitým kmitočtem 54 kHz. Metrologicky bylo měření ošetřeno paralelním měřením na etalonu času a opravami podle tohoto měření. Měření doby průchodu ultrazvuku bylo provedeno na měřicích základnách ve směru rovnoběžném s podélnou osou zkušebního tělesa. Na každém zkušebním tělese byly stanoveny dvě doby průchodu ultrazvuku. Zkouška vzorků pro stanovení pevnosti v tlaku byla provedena na zkušebním lisu při nastavení rozsahu působící síly do 150 kN.

Vyhodnocení objemové hmotnosti a pevnosti betonu v tlaku bylo provedeno podle platných českých technických norem. Vzhledem k tomu, že zkušební tělesa z betonu neměla základní rozměr, byly použity převodní součinitele podle ČSN EN 12390-3/Z1. Válcová pevnost betonu $f_{c,cyl}$ byla vypočtena ze zjištěné maximální síly při rozdrčení zkušebních těles a ze skutečné plochy. Opravný součinitel $K_{c,cyl}$ byl odvozen podle poměru délky válce k jeho průměru. Pro převod válcové pevnosti $f_{c,cyl}$ na krychelnou pevnost $f_{c,cube}$ byl použit opravný součinitel $K_{cyl,cube}$. Pro převod krychelné pevnosti vyhodnocené na zkušebním tělese se jmenovitým průměrem 75 mm na pevnost zkušebního tělesa základního rozměru byl použit převodní součinitel $K_{c,cube} = 0,93$.

Tab. 10 Vyhodnocení objemových hmotností a pevností betonových vývrtů

Označení zkušebního tělesa			N1		N2
			A	B	
Naměřené veličiny	Tvar zkušebního tělesa		válec	válec	válec
	Průměr válce	d [mm]	73,1	73,1	72,9
	Výška válce	L [mm]	73,9	74,0	74,9
	Hmotnost vzorku	m [g]	638	646	650
	Maximální síla	F [kN]	27,0	27,5	31,4
Dílič součinitele	Štíhlost prvku	λ [-]	1,011	1,012	1,027
	Opravný součinitel	k_{c,cyl} [-]	0,854	0,855	0,860
	Převodní součinitel	k_{c,cube} [-]	0,93	0,93	0,93
	Převodní součinitel	k_{cyl,cube} [-]	1,252	1,252	1,252
Vyhodnocení	Objemová hmotnost	D [kg/m ³]	2060	2080	2080
	Pevnost vzorku	f_c [MPa]	6,4	6,6	7,5
	Válcová pevnost	f_{c,cyl} [MPa]	5,1	5,2	6,0
	Krychelná pevnost	f_{c,cube} [MPa]	6,4	6,5	7,5

Tab. 11 Ultrazvukové měření zkušebních těles

Označení zkušebního tělesa		N1		N2
		A	B	
Měřicí základna	L [mm]	73,9	74	74,9
Objemová hmotnost	D [kg/m ³]	2060	2080	2080
Doba průchodu UZ	T₁ [μs]	30,5	28,4	25,4
Doba průchodu UZ	T₂ [μs]	30,5	28,9	25,4
Mrtvý čas	T₀ [μs]	2,7	2,7	2,7
Rychlost UZ	v₁ [m/s]	2658	2879	3300
Rychlost UZ	v₂ [m/s]	2658	2824	3300
Rychlost UZ	v_L [m/s]	2658	2852	3300
Dynamický modul	E_{bu} [MPa]	13100	15230	20380

3.3.2 Určení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

V rámci stavebně technického průzkumu byly provedeny nedestruktivní zkoušky pevností betonu železobetonových sloupů (dále značených S), průvlaků (P) a trámů (T) Schmidtovým tvrdoměrem typu NR na celkem 27 zkušebních místech.

Místo pro tvrdoměrné zkoušení se obrousí bruskou osazenou diamantovým kotoučem s odsáváním, pokud možno na nezkarbonatovanou vrstvu, a dále se plynulou silou vede 10 úderů Schmidtovým tvrdoměrem do cementového tmelu, vzdálených od sebe minimálně 3 cm. V laboratoři se následně odečtou míry odrazů.

Záznamy o zkouškách provedených v rámci tohoto průzkumu byly vyhodnoceny podle obecného kalibračního vztahu z ČSN 73 1373.



Obr. 50 Místo připravené pro tvrdoměrné zkoušení

Tab. 12 Míra odrazů změřená pomocí tvrdoměru

Zkušební místo	číslo úderu		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	meze		průměr f_{BE} [MPa]
													0,8 f_R	1,2 f_R	
1 S	míra odrazu	a	44	46	42	48	42	41	46	40	48	30	36,6	54,8	46,1
	pevnost [MPa]	f_R	48	52	44	55	44	42	52	41	55	24			
2 S	míra odrazu	a	40	40	48	40	42	38	40	39	39	36	32,9	49,3	39,6
	pevnost [MPa]	f_R	41	41	55	41	44	37	41	39	39	33			
3 S	míra odrazu	a	40	38	39	40	41	40	42	44	42	40	33,4	50,2	41,8
	pevnost [MPa]	f_R	41	37	39	41	42	41	44	48	44	41			
4 P	míra odrazu	a	42	42	48	42	50	40	38	39	48	58	38,9	58,3	46,0
	pevnost [MPa]	f_R	44	44	55	44	59	41	37	39	55	68			
5 P	míra odrazu	a	38	38	39	38	36	34	30	38	38	52	29,9	44,9	35,9
	pevnost [MPa]	f_R	37	37	39	37	33	30	24	37	37	63			
6 P	míra odrazu	a	40	42	42	38	41	42	38	40	32	42	32,1	48,1	41,6
	pevnost [MPa]	f_R	41	44	44	37	42	44	37	41	27	44			
7 T	míra odrazu	a	44	48	42	42	48	42	46	46	52	38	39,5	59,3	49,3
	pevnost [MPa]	f_R	48	55	44	44	55	44	52	52	63	37			
8 T	míra odrazu	a	40	42	38	41	42	40	41	44	38	36	32,7	49,1	40,9
	pevnost [MPa]	f_R	41	44	37	42	44	41	42	48	37	33			
9 T	míra odrazu	a	44	46	40	42	48	41	42	50	42	48	38,7	58,1	47,2
	pevnost [MPa]	f_R	48	52	41	44	55	42	44	59	44	55			
10 S	míra odrazu	a	32	30	30	34	30	28	26	29	34	31	19,6	29,4	23,9
	pevnost [MPa]	f_R	27	24	24	30	24	21	18	22	30	25			
11 S	míra odrazu	a	30	32	34	32	28	31	32	32	28	29	20,1	30,1	25,1
	pevnost [MPa]	f_R	24	27	30	27	21	25	27	27	21	22			
12 S	míra odrazu	a	30	36	38	32	26	34	30	34	35	34	22,8	34,2	28,8
	pevnost [MPa]	f_R	24	33	37	27	18	30	24	30	32	30			
13 P	míra odrazu	a	38	39	40	34	36	44	36	40	32	33	28,6	42,8	36,3
	pevnost [MPa]	f_R	37	39	41	30	33	48	33	41	27	28			
14 P	míra odrazu	a	36	32	32	32	32	36	30	34	36	40	24,2	36,2	29,6
	pevnost [MPa]	f_R	33	27	27	27	27	33	24	30	33	41			
15 P	míra odrazu	a	32	32	29	31	32	36	33	32	30	28	20,9	31,3	25,3
	pevnost [MPa]	f_R	27	27	22	25	27	33	28	27	24	21			
16 T	míra odrazu	a	35	30	36	38	31	38	32	38	38	32	25,3	37,9	33,4
	pevnost [MPa]	f_R	32	24	33	37	25	37	27	37	37	27			
17 T	míra odrazu	a	29	34	32	38	36	38	35	40	34	28	24,8	37,2	32,3
	pevnost [MPa]	f_R	22	30	27	37	33	37	32	41	30	21			
18 T	míra odrazu	a	32	32	32	34	32	36	36	32	34	28	22,6	33,8	29,0
	pevnost [MPa]	f_R	27	27	27	30	27	33	33	27	30	21			
19 S	míra odrazu	a	40	40	40	38	40	36	46	44	42	46	34,4	51,6	41,9
	pevnost [MPa]	f_R	41	41	41	37	41	33	52	48	44	52			
20 S	míra odrazu	a	42	44	42	38	41	41	41	44	42	42	34,8	52,2	43,5
	pevnost [MPa]	f_R	44	48	44	37	42	42	42	48	44	44			
21 S	míra odrazu	a	40	40	39	44	39	34	36	38	42	41	31,5	47,3	39,5
	pevnost [MPa]	f_R	41	41	39	48	39	30	33	37	44	42			
22 P	míra odrazu	a	34	31	32	34	34	32	42	36	34	30	24,0	36,0	29,0
	pevnost [MPa]	f_R	30	25	27	30	30	27	44	33	30	24			
23 P	míra odrazu	a	34	30	31	30	30	32	38	39	32	39	23,7	35,5	25,9
	pevnost [MPa]	f_R	30	24	25	24	24	27	37	39	27	39			
24 P	míra odrazu	a	34	30	31	32	32	32	38	30	30	32	21,8	32,6	26,1
	pevnost [MPa]	f_R	30	24	25	27	27	27	37	24	24	27			
25 T	míra odrazu	a	34	42	42	41	39	41	36	28	36	36	28,9	43,3	36,0
	pevnost [MPa]	f_R	30	44	44	42	39	42	33	21	33	33			
26 T	míra odrazu	a	31	28	30	28	24	30	30	30	30	30	18,0	27,0	23,4
	pevnost [MPa]	f_R	25	21	24	21	14	24	24	24	24	24			
27 T	míra odrazu	a	36	34	36	32	34	38	40	40	34	34	26,6	39,8	31,3
	pevnost [MPa]	f_R	33	30	33	27	30	37	41	41	30	30			

Tab. 13 Stanovení součinitele α

Podlaží	Zkušební místo	Označení vývrtu	Pevnost	Pevnost	Pevnost	Součinitel upřesnění α	
			f'_{BE} [MPa]	$f_{BE} = f'_{BE} \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$ [MPa]	f_c [MPa]	jednotlivě	celkově
1.PP	11S	N1a	25,1	22,59	6,4	0,283	0,297
	11S	N1b	25,1	22,59	6,5	0,288	
1.PP	24P	N2	26,1	23,5	7,5	0,319	
			Σ	68,68	20,4		

Tab. 14 Upřesňující součinitele

Součinitel stáří	stáří betonu:	Součinitel vlhkosti	vlhkost betonu:
$\alpha_t = 0,95$	57 - 180 dnů	$\alpha_w = 0,85$	suchý beton
$\alpha_t = 0,93$	181 - 360 dnů	$\alpha_w = 1,00$	přirozeně vlhký a vlhký beton
$\alpha_t = 0,90$	nad 360 dnů	$\alpha_w = 1,05$	beton nasycený vodou

Tab. 15 Určení jednotlivých pevností betonu

Zkušební místo			Pevnost betonu		
			f'_{BE}	$f_{BE} = f'_{BE} \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$	f_c
			[MPa]		
1.NP	Sloupy	1 S	46,1	41,5	12,3
		2 S	39,6	35,6	10,6
		3 S	41,8	37,6	11,2
	Vodorovné kce	4 P	46,0	41,4	12,3
		5 P	35,9	32,3	9,6
		6 P	41,6	37,4	11,1
		7 T	49,3	44,3	13,2
		8 T	40,9	36,8	10,9
		9 T	47,2	42,5	12,6
2.NP	Sloupy	10 S	23,9	21,5	6,4
		11 S	25,1	22,6	6,7
		12 S	28,8	25,9	7,7
	Vodorovné kce	13 P	36,3	32,7	9,7
		14 P	29,6	26,7	7,9
		15 P	25,3	22,8	6,8
		16 T	33,4	30,0	8,9
		17 T	32,3	29,1	8,6
		18 T	29,0	26,1	7,8
3.NP	Sloupy	19 S	41,9	37,7	11,2
		20 S	43,5	39,2	11,6
		21 S	39,5	35,6	10,6
	Vodorovné kce	22 P	29,0	26,1	7,8
		23 P	25,9	23,3	6,9
		24 P	26,1	23,5	7,0
		25 T	36,0	32,4	9,6
		26 T	23,4	21,1	6,3
		27 T	31,3	28,1	8,4

Tab. 16 Vyhodnocení pevnostní třídy betonu

Česká Třebová Primona budova II	Celkem	1.NP	2.NP + 3.NP
n	27	9	18
$f_{m,(n)}$ [MPa]	9,4	11,5	8,3
s_f [MPa]	2,14	1,14	1,65
k_n	1,739	1,960	1,792
f_{ck} [MPa]	5,68	9,29	5,36
Pevnostní třída dle ČSN EN 206	C -/5	C 8/10	C -/5

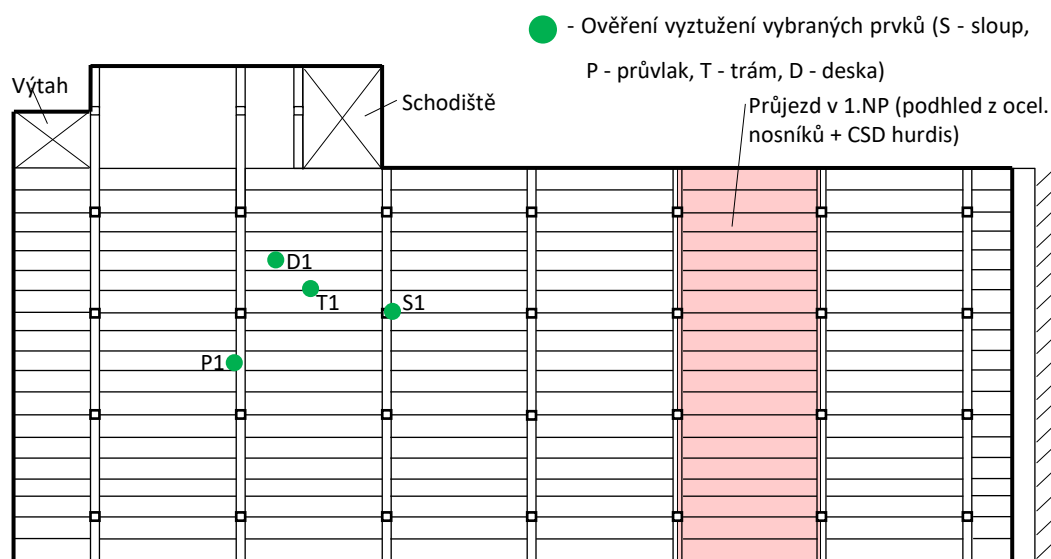
Podle zjištěné hodnoty charakteristické krychelné pevnosti betonu $f_{ck} = 9,29$ MPa normy EN 13791 lze betonu zkoumaných monolitických železobetonových konstrukcí v 1.NP celku přiřadit pevnostní třídu C 8/10. Podle zjištěné hodnoty charakteristické krychelné pevnosti betonu $f_{ck} = 5,36$ MPa lze betonu zkoumaných monolitických železobetonových konstrukcí ve 2.NP a 3.NP celku přiřadit pevnostní třídu C -/5. Z výše uvedeného vyhodnocení vyplývá, že pevnosti betonů nosných konstrukcí jsou velmi nízké.

3.4 Zjištění tvaru a vyztužení nosných prvků

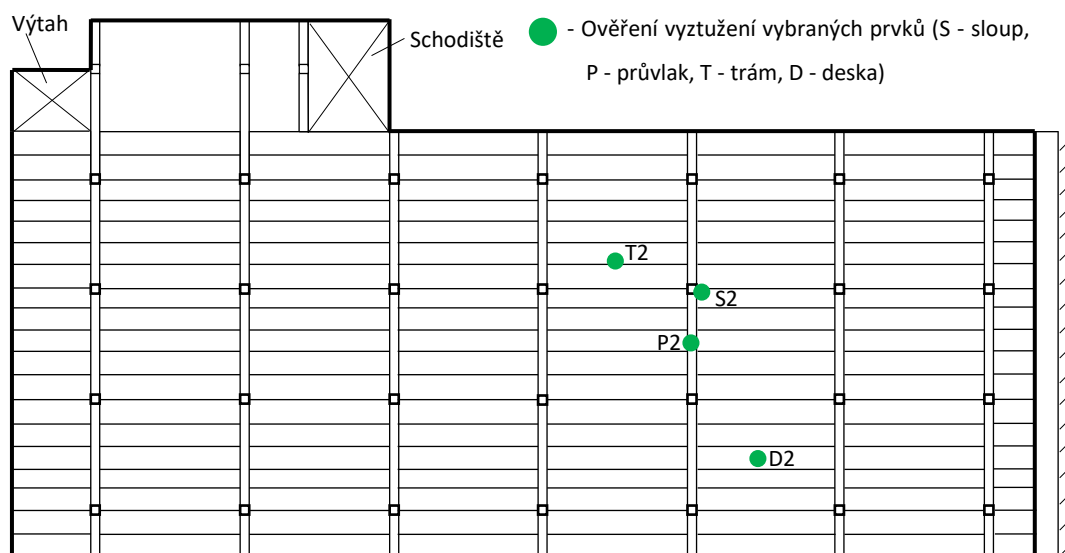
U několika vybraných nosných ŽB prvků byl zjišťován tvar, druh a množství použité výztuže elektromagnetickým indikátorem Profometer PM-630, georadarem Hilti PS 1000 a následným osekáním krycí vrstvy betonu. Zjištěné skutečnosti jsou patrné z následujících schematických obrázků a fotografií.



Obr. 51 Provádění plošného skenu georadarem



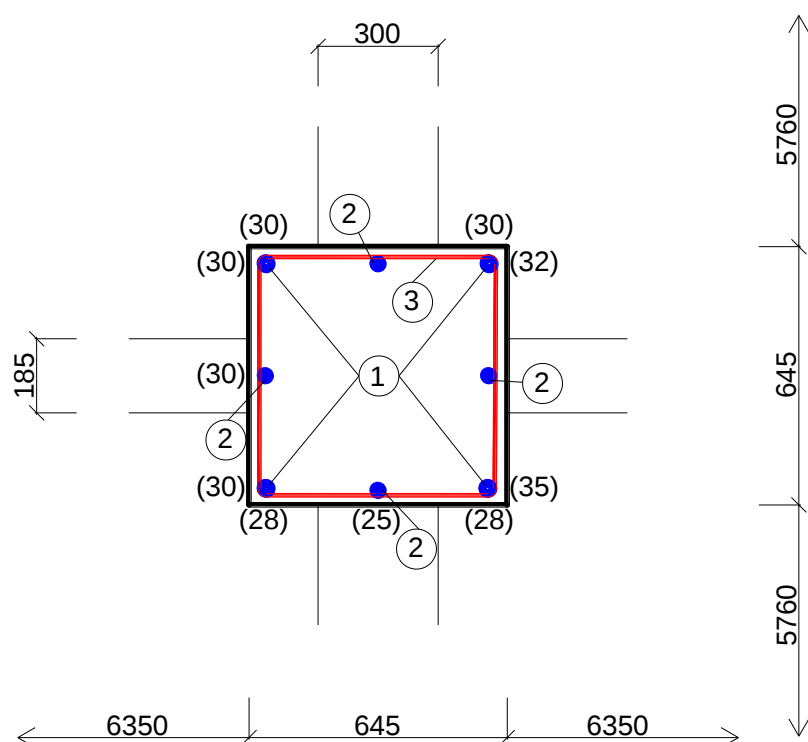
Obr. 52 Schéma provedených sond vyztužení v/nad 1.NP



Obr. 53 Schéma provedených sond vyztužení v/nad 2.NP

3.4.1 Vyztužení sloupů

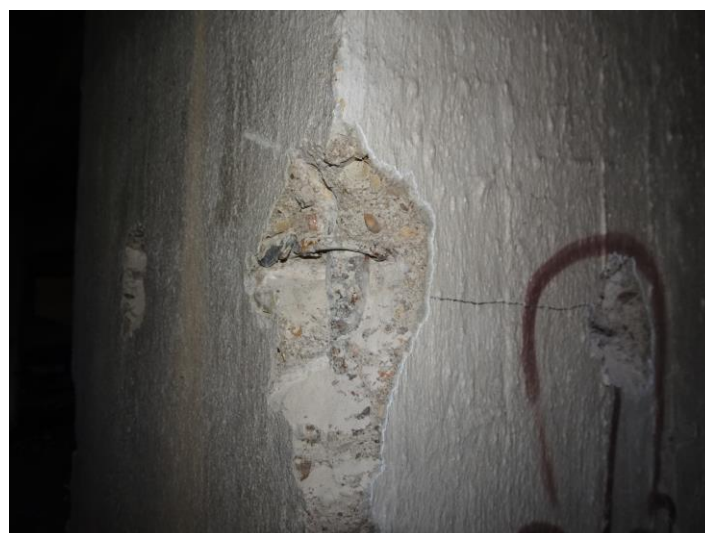
Sonda S1	- svislý čtvercový nosný sloup v 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 52</i>	
Sloup	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s nepatrnou povrchovou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 26 mm, minimální krytí výztuže cca 28 mm
	odkaz 2	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 22 mm, minimální krytí výztuže cca 25 mm
	odkaz 3	Třmínky: hladká výztuž $\varnothing$ 8 mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 300 mm, minimální krytí výztuže cca 10 mm



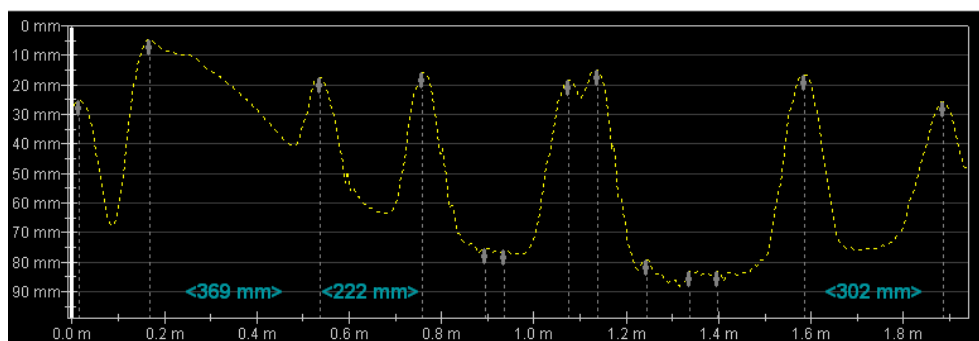
Obr. 54 Schéma rozměrů a vyztužení sloupu v 1.NP



Obr. 55 Pohled na zkoumaný sloup v 1.NP

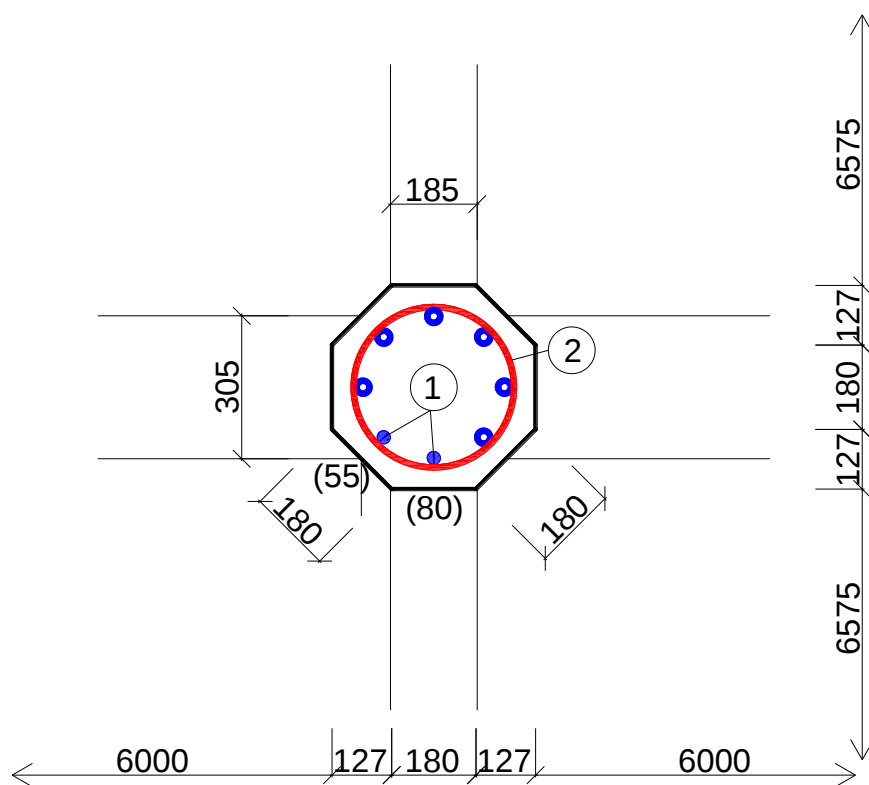


Obr. 56 Detail sekané sondy v rohu sloupu v 1.NP



Obr. 57 Sken z Profometeru pro zjištění vzdáleností mezi třmínky sloupu v 1.NP

Sonda S2	- svislý osmiboký nosný sloup ve 2.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometeru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 53</i>	
Sloup	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s nepatrnou povrchovou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 28 mm, minimální krytí výztuže cca 25 mm
	odkaz 2	Třmínky: hladká výztuž $\varnothing$ 12 mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 150 mm, minimální krytí výztuže cca 10 mm, pravděpodobně ovíjený třmínek



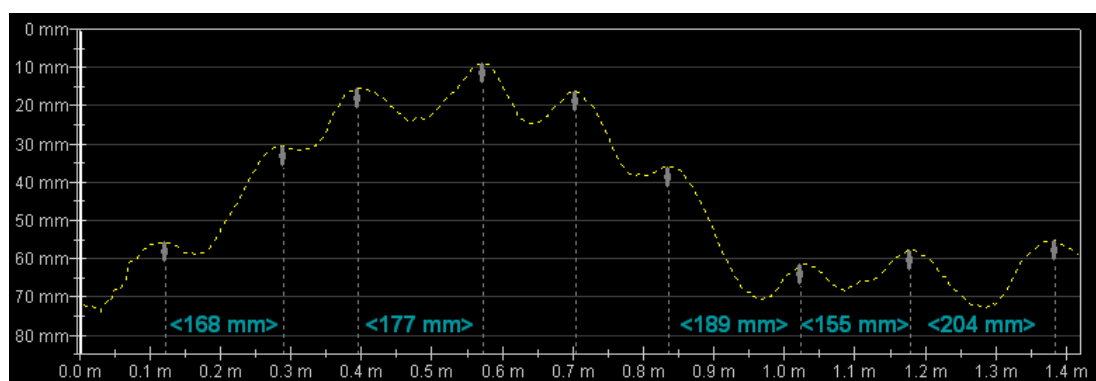
Obr. 58 Schéma rozměrů a vyztužení sloupu ve 2.NP



Obr. 59 Pohled na zkoumaný sloup ve 2.NP



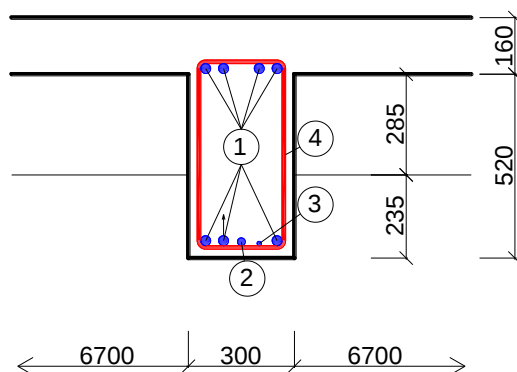
Obr. 60 Sekaná sonda v rohu sloupu ve 2.NP



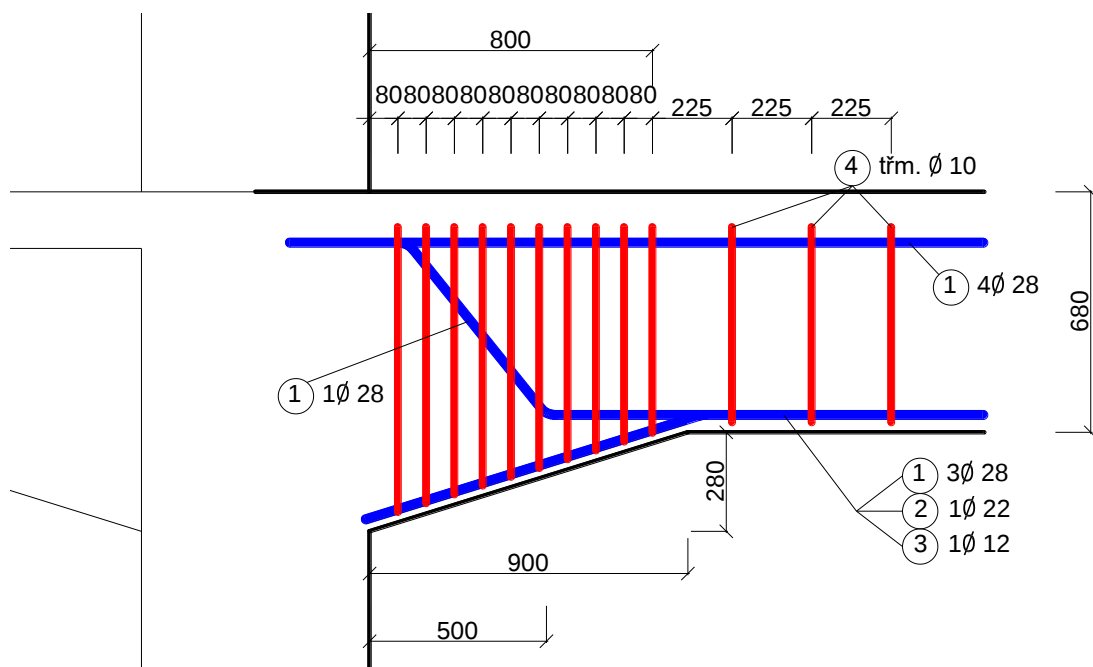
Obr. 61 Sken z Profometru pro zjištění vzdáleností a krytí hlavní nosné výztuže sloupu ve 2.NP

3.4.2 Vyztužení průvlaků

Sonda P1	- stropní průvlak s náběhy nad 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 52</i>	
Průvlak	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s nepatrnou povrchovou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: 7 prutů v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 28$ mm, 3 pruty jsou u spodního líce a 4 pruty jsou u horního líce, krytí výztuže cca 32 - 35 mm, 1 prut se ohýbá k hornímu líci průvlaků ve vzdálenosti 500 mm od líce sloupu
	odkaz 2	Hlavní nosná výztuž: 1 prut v průřezu u spodního líce, hladká výztuž $\varnothing 22$ mm, krytí výztuže cca 35 mm
	odkaz 3	Hlavní nosná výztuž: 1 prut v průřezu u spodního líce, hladká výztuž $\varnothing 12$ mm, krytí výztuže cca 32 mm
	odkaz 4	Třmínky: hladká výztuž $\varnothing 10$ mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 80 mm do vzdálenosti 800 mm a dále cca po 225 mm, minimální krytí výztuže cca 25 mm



Obr. 62 Schéma příčného řezu rozměrů a vyztužení průvlaků nad 1.NP



Obr. 63 Schéma podélného řezu rozměrů a vyztužení průvlaku nad 1.NP

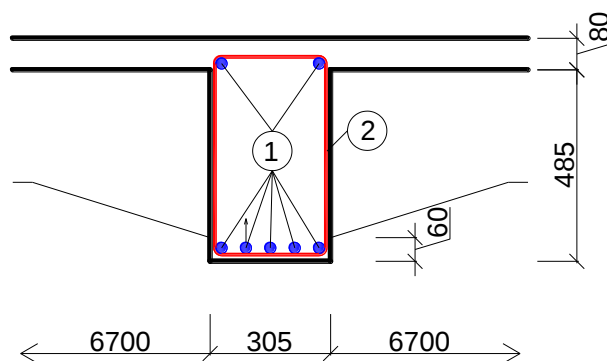


Obr. 64 Detail sekané sondy u spodního líce průvlaku

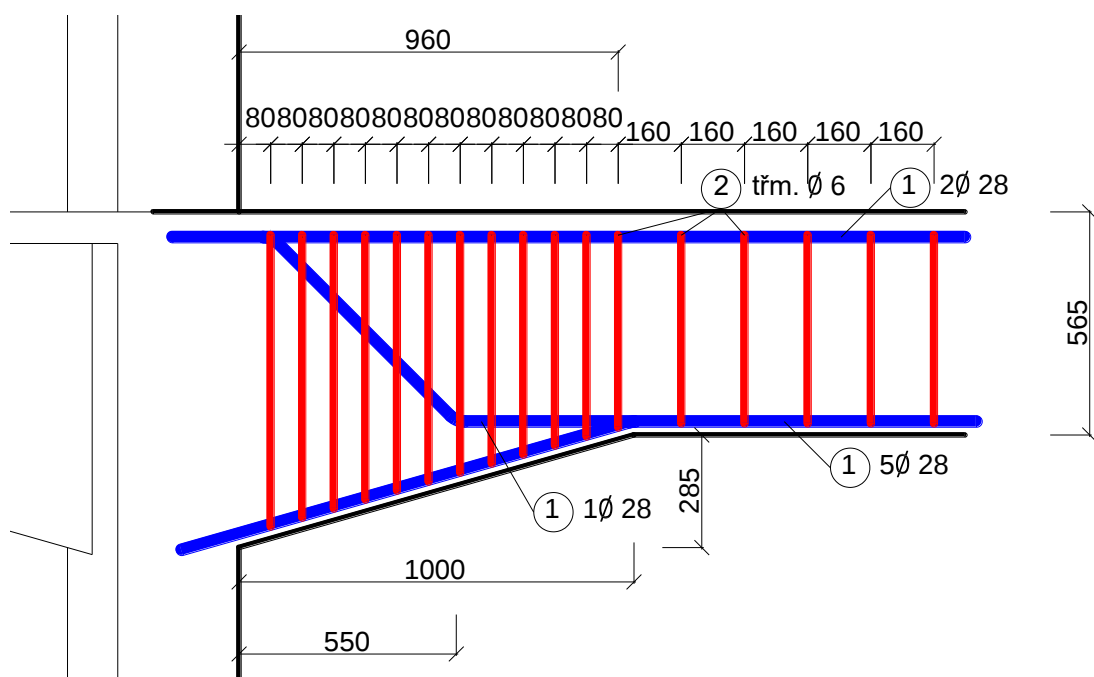


Obr. 65 Detail sekané sondy u podpory u horního líce průvlaku

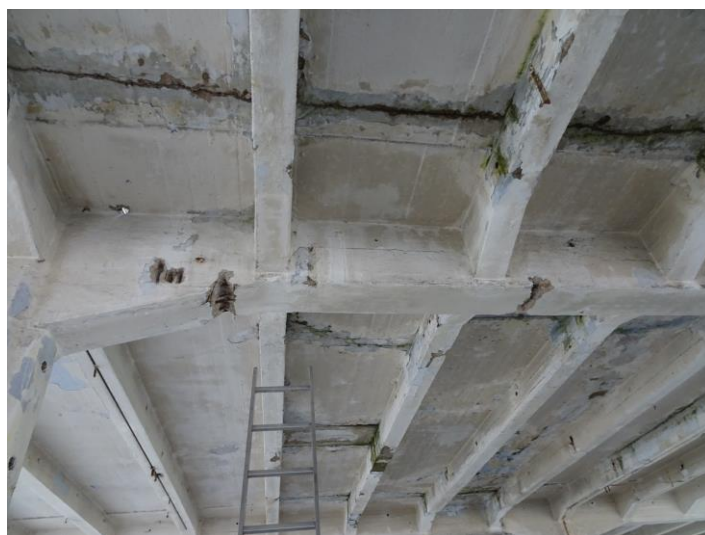
Sonda P2	- stropní průvlak s náběhy nad 2.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 53</i>	
Průvlak	- bez viditelného mechanického poškození a bez trhlin	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s viditelnou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: 7 prutů v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 28$ mm, 5 prutů je u spodního líce a 2 pruty jsou u horního líce, krytí výztuže cca 15 - 30 mm, 1 prut se ohýbá k hornímu líci průvlaku ve vzdálenosti 550 mm od líce sloupu
	odkaz 2	Třmínky: hladká výztuž $\varnothing 6$ mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 80 mm do vzdálenosti 960 mm a dále cca po 160 mm, minimální krytí výztuže cca 2 mm



Obr. 66 Schéma příčného řezu rozměrů a vyztužení průvlaku nad 2.NP



Obr. 67 Schéma podélného řezu rozměrů a vyztužení průvlaku nad 2.NP



Obr. 68 Pohled na zkoumaný průvlak nad 2.NP



Obr. 69 Detail sekané sondy u spodního líce průvlaku



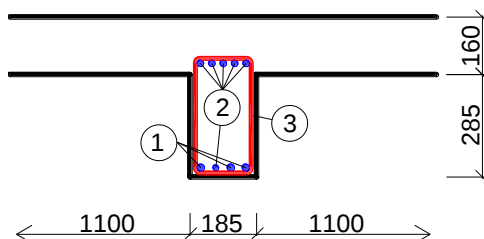
Obr. 70 Detail sekané sondy u podpory u horního líce průvlaku



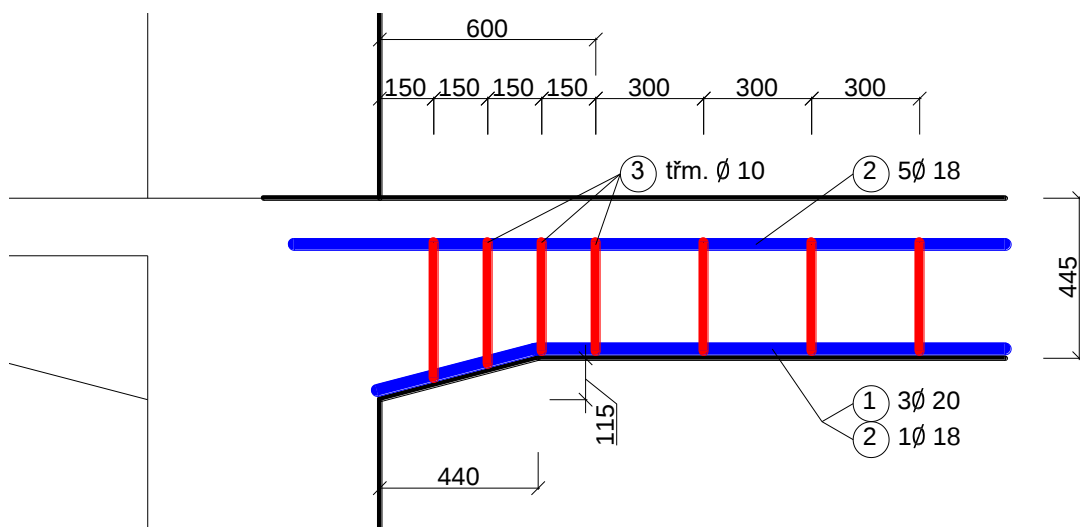
Obr. 71 Detail sekané sondy s viditelnou ohýbající se výztuží směrem k hornímu líci

3.4.3 Vyztužení trámů

Sonda T1	- stropní průvlak s náběhy nad 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometeru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 52</i>	
Trám	- místy příčné trhliny	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s viditelnou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: 3 pruty v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 20$ mm, krytí výztuže cca 16 - 35 mm
	odkaz 2	Hlavní nosná výztuž: 6 prutů v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 18$ mm, 1 prut je u spodního líce a 5 prutů jsou u horního líce, krytí výztuže cca 16 - 35 mm
	odkaz 3	Třmínky: hladká výztuž $\varnothing 10$ mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 150 mm do vzdálenosti 600 mm a dále cca po 300 mm, minimální krytí výztuže cca 5 mm



Obr. 72 Schéma příčného řezu rozměrů a vyztužení trámu nad 1.NP



Obr. 73 Schéma podélného řezu rozměrů a vyztužení trámu nad 1.NP



Obr. 74 Pohled na zkoumaný trám nad 1.NP

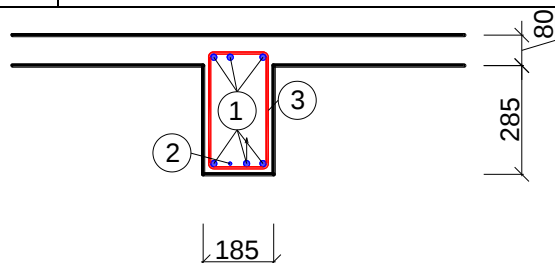


Obr. 75 Detail sekané sondy u spodního líce trámu

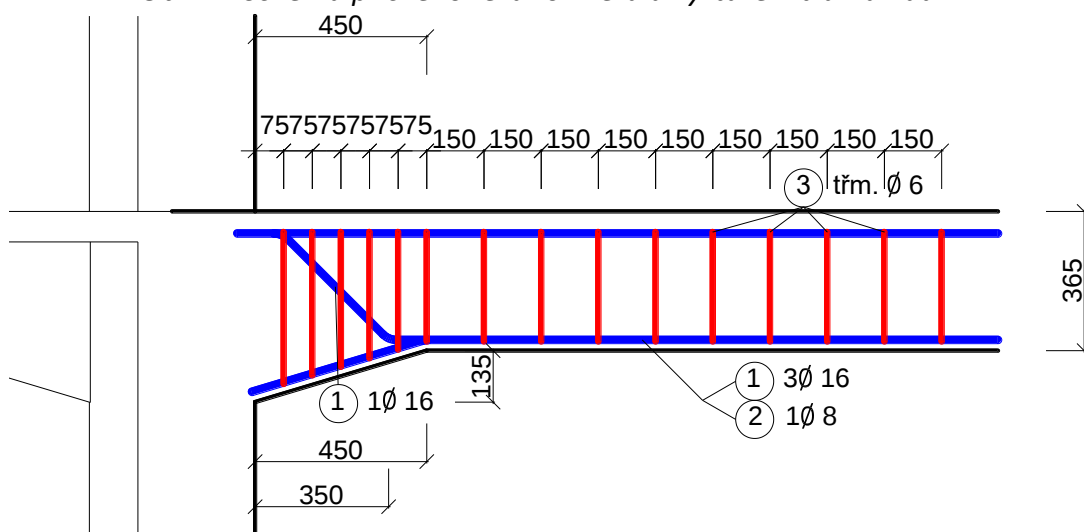


Obr. 76 Detail sekané sondy u podpory u horního líce trámu

Sonda T2	- stropní průvlak s náběhy nad 2.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci georadaru a profometeru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 53</i>	
Trám	- místy příčné trhliny	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s viditelnou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: 6 prutů v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 16$ mm, krytí výztuže cca 20 - 30 mm, 3 pruty jsou u spodního líce a 3 pruty jsou u horního líce, 1 prut se ohýbá k hornímu líci průvlaku ve vzdálenosti 350 mm od líce sloupu
	odkaz 2	Hlavní nosná výztuž: 1 prut v průřezu, hladká výztuž $\varnothing 8$ mm, krytí výztuže cca 30 mm
	odkaz 3	Třmínky: hladká výztuž $\varnothing 6$ mm, vzdálenost mezi třmínky cca po 75 mm do vzdálenosti 450 mm a dále cca po 150 mm, minimální krytí výztuže cca 22 mm



Obr. 77 Schéma příčného řezu rozměrů a vyztužení trámu nad 2.NP



Obr. 78 Schéma podélného řezu rozměrů a vyztužení trámu nad 2.NP



Obr. 79 Pohled na zkoumaný trám nad 2.NP



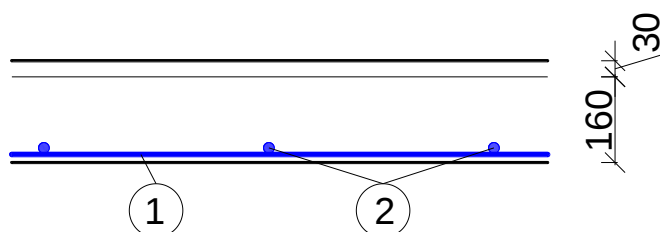
Obr. 80 Detail sekané sondy u spodního líce trámu



Obr. 81 Detail sekané sondy u podpory u horního líce trámu

3.4.4 Vyztužení desek

Sonda D1	- stropní deska nad 1.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci profometru, georadaru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 52</i> - nášlapná vrstva tvořena z asfaltu	
Deska	- poškozená vlhkostí - viditelné podélné trhliny - místy neodborně proveden dodatečný prostup	
Výztuž	- bez známek mechanického poškození - s viditelnou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž Ø 6 mm, krytí výztuže cca 15 mm, vzdálenost mezi pruty cca 150 mm
	odkaz 2	Rozdělovací výztuž: hladká výztuž Ø 6 mm, krytí výztuže cca 20 mm, vzdálenost mezi pruty cca 420 mm

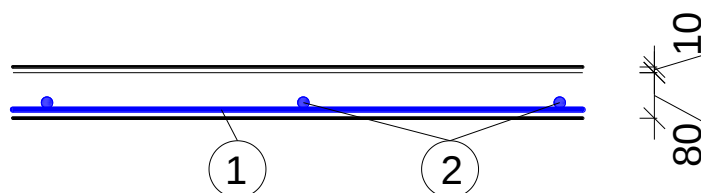


Obr. 82 Schéma rozměrů a vyztužení desky nad 1.NP



Obr. 83 Detail sekané sondy u spodního líce desky

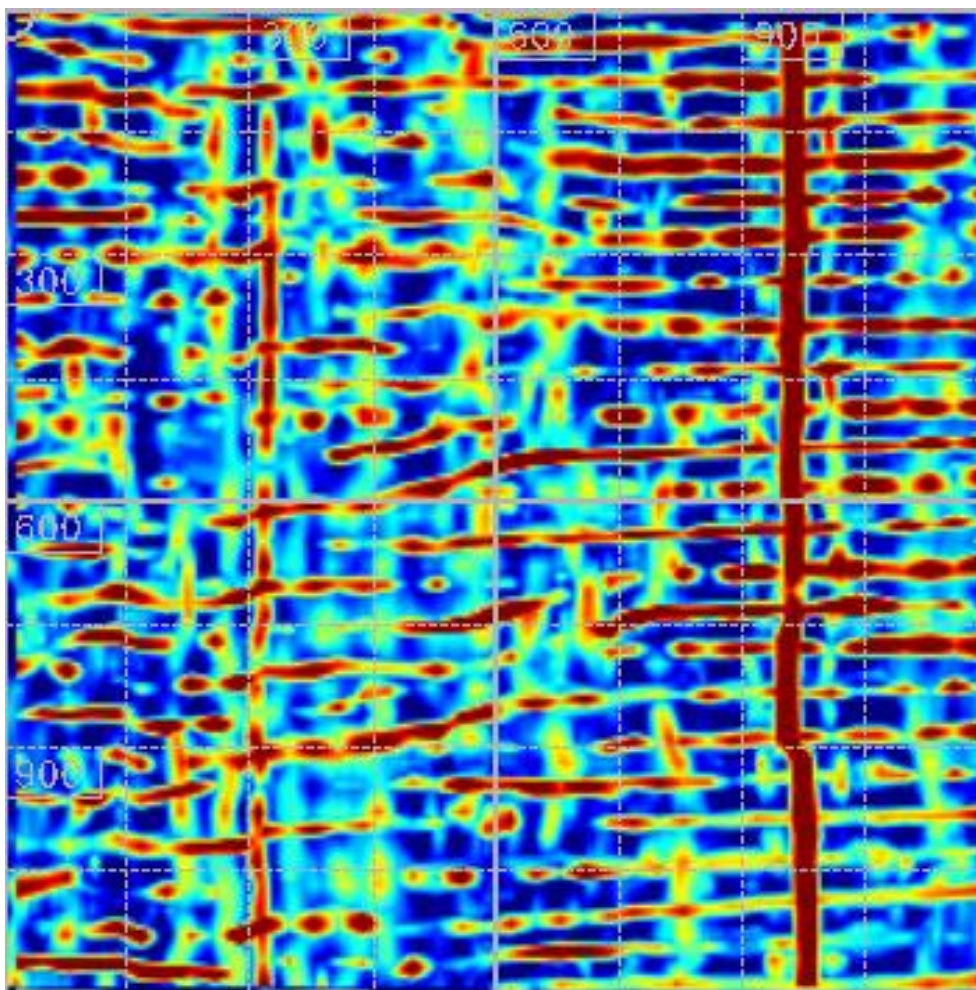
Sonda D2	- stropní deska nad 2.NP - zjišťování vyztužení bylo provedeno skenováním za pomoci profometru, georadaru a následnou lokální sekanou sondou - poloha provedené sondy zakreslena na <i>Obr. 53</i> - nášlapná vrstva dříve tvořena z vlysů kladených do asfaltu	
Deska	- místy s odsekanými/odpadanými částmi desky - viditelné podélné trhliny - místy protečené olejové skvrny	
Výztuž	- bez mechanického poškození - s viditelnou korozí	
Zjištěná výztuž	odkaz 1	Hlavní nosná výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm, krytí výztuže cca 0 - 5 mm, vzdálenost mezi pruty cca 100 mm
	odkaz 2	Rozdělovací výztuž: hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm, krytí výztuže cca 5 - 10 mm, vzdálenost mezi pruty cca 450 mm



Obr. 84 Schéma rozměrů a vyztužení desky nad 2.NP



Obr. 85 Detail otvoru v desce s viditelnými pruty výztuže



Obr. 86 Plošný sken desky 1200x1200 mm z georadaru

3.5 Zjištěné vady a poruchy

U posuzované budovy byla provedena vizuální prohlídka nosných konstrukcí. Vzhledem k opuštěnosti objektu došlo k postupnému rozebírání ocelových prvků, dále je zřejmé, že do budovy výrazně zatéká, chybí veškeré výplně otvorů, část obvodového pláště a stavební konstrukce jsou vystaveny působení povětrnostních vlivů. Nejzávažnější poruchy jsou následující:

- 1) V prostoru 1.PP jsou hromady odpadků, cihelné zdivo je výrazně promočené, železobetonová stropní konstrukce je výrazně zatečená srážkovou vodou, jsou zde vlhkostní mapy. Je pravděpodobné, že následkem vlhkosti jsou prvky betonářské výztuže v nosných prvcích zkorodované.



Obr. 87 Hromady odpadků v 1.PP



Obr. 88 Promočené zdivo a hromady suti v 1.PP

- 2) Stropní konstrukce je výrazně poškozená vlhkostí, především ve střední části.



Obr. 89 Stropní konstrukce poškozená vlhkostí

- 3) U některých prvků stropní konstrukce nad 1.NP je porušená krycí vrstva betonářské výztuže. Některé poruchy betonu jsou pravděpodobně způsobeny necitlivými stavebními zásahy v průběhu užívání objektu. Následkem ztráty ochrany výztuže dochází ke korozi prutů.



Obr. 90 Přetržená a zkorodovaná výztuž v trámu nad 1.NP



Obr. 91 Odpadaná krycí vrstva výztuže a zkorodovaná výztuž trámu nad 1.NP

- 4) V blízkosti některých průvlaků nad 1.NP, 2.NP i 3.NP jsou viditelné podélné trhliny v deskách, místy i v trámech. Trhliny jsou také v blízkosti přesahujících krajů stropních konstrukcí.



Obr. 92 Podélné trhliny desek nad 2.NP



Obr. 93 Podélné trhliny desek nad 3.NP

- 5) Na stropní konstrukci nad 2.NP jsou kromě vlhkostních map také výrazné olejové skvrny.



Obr. 94 Olejové skvrny nad 2.NP

- 6) Další výrazně zatečená místa jsou po okrajích stropních desek.



Obr. 95 Zatečené místo po okrajích stropních desek nad 2.NP

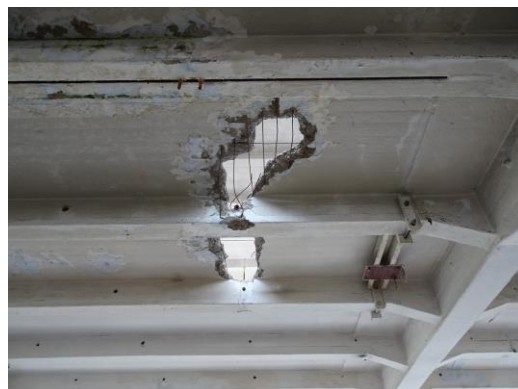


Obr. 96 Zatečené místo po okrajích stropních desek nad 3.NP

- 7) Ve stropních železobetonových deskách jsou velmi necitlivě provedeny otvory nebo probouraná místa



Obr. 97 Provedený otvor v desce nad 1.NP

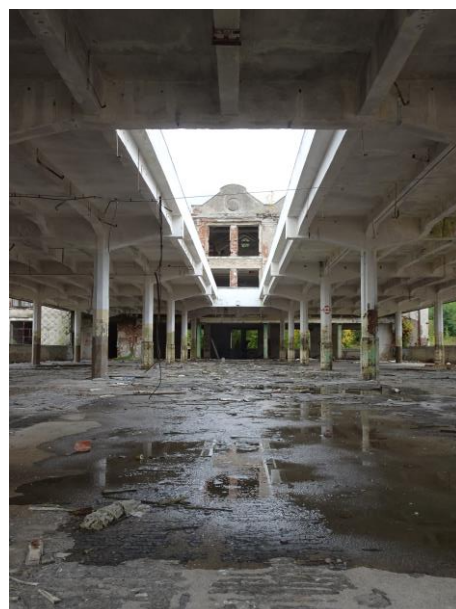


Obr. 98 Provedený otvor v desce nad 2.NP

- 8) Ve střešní konstrukci jsou dva otvory, původně světlíky, které nejsou opatřeny žádnou krytinou nebo ochranou proti zatékání, které v těchto místech způsobuje poruchy ve všech nižších stropních konstrukcích.



Obr. 99 Otvor po světlíku v průchodu mezi Budovou I a Budovou II



Obr. 100 Otvor po světlíku nad 3.NP

- 9) Výrazné trhliny jsou také ve zdivu komunikační vertikály v severovýchodním rohu budovy. Tyto poruchy pravděpodobně způsobují stromy vyrůstající přímo z paty zdiva. Trhliny jsou tak výrazné, že hrozí zřícení této části stavební konstrukce.



Obr. 101 Pohled na poškozenou komunikační vertikálu



Obr. 102 Vyrůstající strom z paty zdiva



Obr. 103 Održená obvodová stěna ve 2.NP



Obr. 104 Trhlina ve zdivu 1.NP

3.6 Shrnutí Budovy II

Na základě provedených zkoušek pevnosti betonu můžeme konstatovat, že jeho kvalita je velmi špatná. Zjištěná pevnost je většinou na spodní hranici pevnostní třídy C -/5. Na železobetonových nosných konstrukcích je velké množství zatečených míst, kde hrozí koroze ocelové výztuže. Místy chybí krycí betonové vrstvy a obnažená výztuž vykazuje vysoký stupeň koroze.

U severovýchodního vertikálního komunikačního prostoru jsou výrazné trhliny v cihelném zdivu v takovém rozsahu, že již hrozí zřícení části objektu.

D. Statické posouzení vybraných prvků

Statický posudek se zabývá ověřením únosnosti středního pole železobetonového průvlaku nad 1.NP a železobetonového sloupu v 1.NP, které se nacházejí v budově I. Vstupní hodnoty zatížení byly navrženy podle možného návrhu rekonstrukce budovy na kancelářský objekt se zachováním pouze železobetonového skeletu s navrženými novými skladbami podlah a střešního pláště.

K výpočtu vnitřních sil jednotlivých zatěžovacích stavů byl využit program SCIA Engineer.

1. Materiálové charakteristiky

- Beton C 8/10
 - $f_{ck} = 8 \text{ MPa}$
 - $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 8/1,5 = 5,33 \text{ MPa}$
 - $f_{ctm} = 1,3 \text{ MPa}$
 - $E_{cm} = 25 \text{ GPa}$
 - $\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$

- Betonářská výztuž Cc (jde o odhad pro možnost výpočtu)

- $f_{yk} = 207 \text{ MPa}$
- $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 207/1,15 = 180 \text{ MPa}$
- $f_u = 340 \text{ MPa}$
- $E_s = 200 \text{ GPa}$
- $\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 180/200000 = 0,9 \text{ ‰}$

2. Zatěžovací stavy

- 1.ZS Vlastní tíha - generována programem SCIA Engineer

- 2.ZS Ostatní stálé

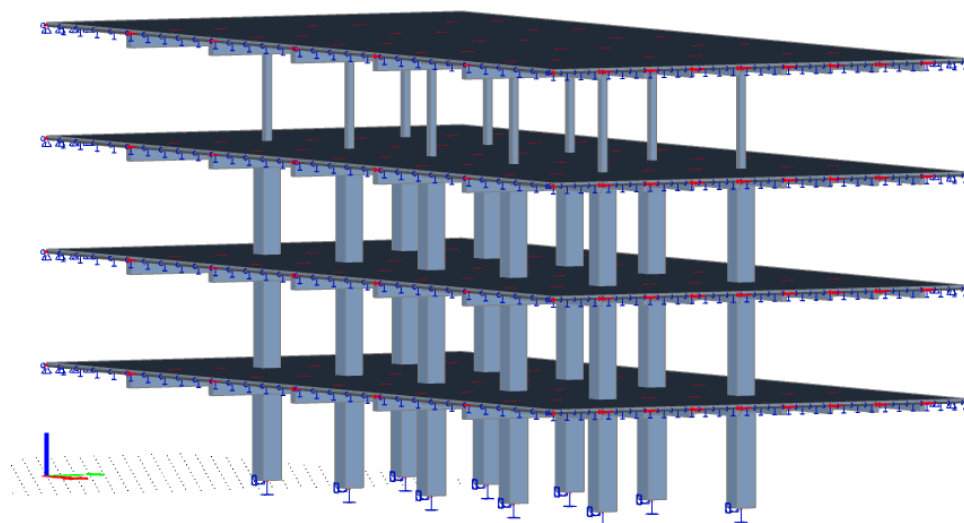
- Běžné podlaží 1,532 kN/m²
 - Marmoleum 0,051 kN/m² [9]
 - Betonová mazanina 1,380 kN/m² [10]
 - Kročejová izolace 0,001 kN/m² [11]
 - Zavěšený podhled 0,100 kN/m² [12]
- Střešní plášť 0,248 kN/m²
 - PE folie 0,026 kN/m² [13]
 - Geotextilie 0,002 kN/m² [14]
 - Spádový polystyren 0,075 kN/m² [15]
 - Asfaltový pás 0,045 kN/m² [16]
 - Zavěšený podhled 0,100 kN/m² [12]

- 3.ZS Užitné zatížení - Kat. B kancelářské plochy 2,500 kN/m² [10]

- 4.ZS Sníh 1,420 kN/m² [17]

U užitného zatížení bylo uvažováno pouze s plným šachem, protože vyvozoval nejnepříznivější účinky.

3. Výpočtový model objektu



Obr. 105 Výpočtový model

Podpěření sloupů v 1.PP je provedeno jako vetknutí. Obvodové stěny jsou liniově podepřeny z jedné strany pevnými klouby a z druhé strany posuvnými klouby.

4. Vnitřní síly ve vybraných prvcích

Tab. 17 Vnitřní síly v průvlaku a sloupu

Vnitřní síly	Průvlak				Sloup	
	V poli		Nad podporou		Pata sloupu	
	M [kNm]	V [kN]	M [kNm]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]
1.ZS	15,21	-20,58	-14,64	-25,10	2,16	-364,81
2.ZS	6,86	-10,01	-6,16	-10,01	0,89	-95,13
3.ZS	11,20	-16,34	-10,04	-10,04	1,45	-143,76
4.ZS	0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-40,26

4.1 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení byla provedena dle ČSN EN 1990 dle vztahu 6.10 charakteristické kombinace [18].

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

Dílčí součinitele zatížení:

- Pro stálá zatížení $\gamma_G = 1,35$
- Pro proměnná zatížení $\gamma_Q = 1,5$

4.1.1 Průvlak

Kombinace zatížení pro průvlak:

- v poli

$$M_{Ed,1} = 1,35 \cdot (15,21 + 6,86) + 1,5 \cdot (11,20 + 0,5 \cdot 0,02) = 46,610 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,1} = 1,35 \cdot (20,58 + 10,01) + 1,5 \cdot (16,34 + 0,5 \cdot 0,01) = 65,814 \text{ kN}$$

- nad podporou

$$M_{Ed,2} = 1,35 \cdot (14,64 + 6,16) + 1,5 \cdot (10,04 + 0,5 \cdot 0,01) = 43,148 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,2} = 1,35 \cdot (25,10 + 10,01) + 1,5 \cdot (16,34 + 0,5 \cdot 0,01) = 71,916 \text{ kN}$$

4.1.2 Sloup

Kombinace zatížení pro sloup:

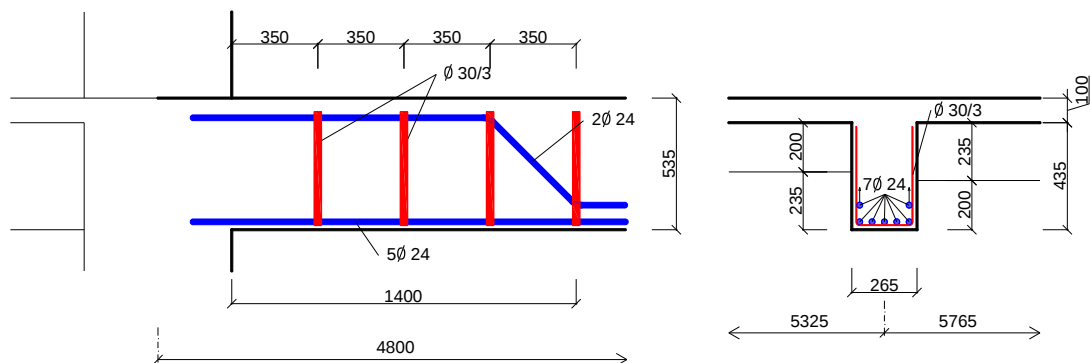
- v patě sloupu

$$M_{Ed,s} = 1,35 \cdot (2,16 + 0,89) + 1,5 \cdot 1,45 = 6,293 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,s} = 1,35 \cdot (364,81 + 95,13) + 1,5 \cdot (143,76 + 40,26) = 896,949 \text{ kN}$$

5. Posouzení průvlaku

5.1 Geometrie



Obr. 106 Příčný a podélný řez průvlakem včetně vyztužení

5.2 Ohybová únosnost v poli

- Výztuž

- 1. vrstva

5Ø 24 mm

$c_{s,1} = 25 \text{ mm}$

$A_{st,1} = 2,262 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

- 2. vrstva

2Ø 24 mm

$c_{s,2} = 100 \text{ mm}$

$A_{st,2} = 9,048 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- Součet

$A_{st} = A_{st,1} + A_{st,2} = 3,167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

- Geometrie

$$b = 265 \text{ mm}$$

$$h = 435 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d_1 &= [5 \cdot (c_{s,1} + \emptyset_{s,1}/2) + 2 \cdot (c_{s,2} + \emptyset_{s,2}/2)]/7 = \\ &= [5 \cdot (0,025 + 0,024/2) + 2 \cdot (0,1 + 0,024/2)]/7 = 0,058 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d = h - d_1 = 0,435 - 0,058 = 0,377 \text{ m}$$

- Ověření konstrukčních zásad

- Minimální a maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 0,265 \cdot 0,435 = 4,611 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= \max \{0,0013 \cdot b \cdot d ; (0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm})/f_{yk}\} = \\ &= \max \{0,0013 \cdot 0,265 \cdot 0,435 ; (0,26 \cdot 0,265 \cdot 0,435 \cdot 1,3)/207\} = \\ &= \max \{1,499 \cdot 10^{-4} ; 1,882 \cdot 10^{-4}\} = 1,882 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \quad 1,882 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 3,167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < 4,611 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Vyhoví

- Posouzení

- Výška tlačené oblasti

$$\begin{aligned} x &= (A_{st} \cdot f_{yd})/(\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = (3,167 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^6)/(0,8 \cdot 0,265 \cdot 5,33 \cdot 10^6) = \\ &= 0,504 \text{ m} \rightarrow \text{průřez je celý tlačný} \end{aligned}$$

- Poměrné přetvoření výztuže

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3}/x) \cdot (x - d) = (3,5/0,504) \cdot (0,504 - 0,377) = 0,89 \text{ ‰} < \epsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$F_s = \sigma_s \cdot A_s = 178000 \cdot 3,167 \cdot 10^{-3} = 563,726 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \epsilon_s \cdot E_s = 0,00089 \cdot 200000 = 178 \text{ MPa}$$

➤ Posudek

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_s + F_{cc} \cdot z_{cc} = 563,726 \cdot (0,435/2 - 0,058) + 0 = 89,914 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 89,914 \text{ kNm} > M_{Ed} = 46,610 \text{ kNm}$$

Vyhoví

5.3 Ohybová únosnost nad podporou

- Výztuž

$$2\varnothing 24 \text{ mm}$$

$$c_s = 20 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 9,048 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

- Geometrie

$$b = 265 \text{ mm}$$

$$h = 435 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_s + \varnothing_s / 2 = 0,02 + 0,024 / 2 = 0,032 \text{ m}$$

$$d = h - d_1 = 0,435 - 0,032 = 0,403 \text{ m}$$

- Ověření konstrukčních zásad

➤ Minimální a maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 0,435 \cdot 0,265 = 4,611 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = \max \{ 0,0013 \cdot b \cdot d ; (0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm}) / f_{yk} \} =$$

$$= \max \{ 0,0013 \cdot 0,265 \cdot 0,435 ; (0,26 \cdot 0,265 \cdot 0,435 \cdot 1,3) / 207 \} =$$

$$= \max \{ 1,499 \cdot 10^{-4} ; 1,882 \cdot 10^{-4} \} = 1,882 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \quad 1,882 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 9,048 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 4,611 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Vyhoví

- Posouzení

- Výška tlačené oblasti

$$x = (A_{st} \cdot f_{yd}) / (\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = (9,048 \cdot 10^{-4} \cdot 180 \cdot 10^6) / (0,8 \cdot 0,265 \cdot 5,33 \cdot 10^6) = 0,144 \text{ m}$$

- Poměrné přetvoření výztuže

$$\varepsilon_s = [(d-x)/x] \cdot \varepsilon_{cu3} = [(0,403-0,144)/0,144] \cdot 3,5 = 6,295 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

Výztuž lze započítat

- Posudek

$$M_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot (d - \lambda \cdot x / 2) = 9,048 \cdot 10^{-4} \cdot 180 \cdot 10^3 \cdot (0,403 - 0,8 \cdot 0,144 / 2)$$

$$M_{Rd} = 56,253 \text{ kNm} > M_{Ed} = 43,148 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Při využití objektu k výše navrženému účelu by bylo nutné před užíváním navrhnout patřičná opatření.

5.4 Smyková únosnost

- Únosnost bez smykové výztuže

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d = 0,12 \cdot 1,728 \cdot (100 \cdot 0,032 \cdot 8)^{1/3} \cdot 0,265 \cdot 0,377 = 61,056 \text{ kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_{M2} = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/377)^{1/2} = 1,728 < 2,0 \rightarrow 1,728$$

$$\rho_l = A_{st} / (b \cdot d) = 3,167 \cdot 10^{-3} / (0,265 \cdot 0,377) = 0,032$$

$$V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b \cdot d = 0,225 \cdot 0,265 \cdot 0,377 = 22,479 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,728^{3/2} \cdot 8^{1/2} = 0,225$$

$$V_{Rd,c} = 61,056 \text{ kN} > V_{Rd,c,min} = 22,479 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 61,056 \text{ kN} < V_{Ed} = 71,916 \text{ kN} \rightarrow \text{Nutné posoudit smykovou výztuž}$$

- Únosnost se smykovou výztuží

- Třmínky

pásovina 3/30 mm á 350 mm

$$\text{dvoustřížné třmínky } A_{sw,1} = 2 \cdot 0,003 \cdot 0,03 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 180 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,s,třm} = (A_{sw,1} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \cotg\theta) / s =$$

$$= (1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 180 \cdot 10^3 \cdot 0,175 \cdot \cotg 26,565^\circ) / 0,350 = 32,40 \text{ kN}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,377 - 0,4 \cdot 0,504 = 0,175 \text{ m}$$

$$\theta = 26,565^\circ$$

- Ohyby hlavní nosné výztuže

2Ø 24 mm

$$A_{st} = 9,048 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_{Rd,s,ohyb} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot \sin\alpha \cdot \cotg\alpha + \cotg\theta =$$

$$= 9,048 \cdot 10^{-4} \cdot 180 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ \cdot \cotg 45^\circ + \cotg 26,565^\circ = 117,162 \text{ kN}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\theta = 26,565^\circ$$

- Posudek

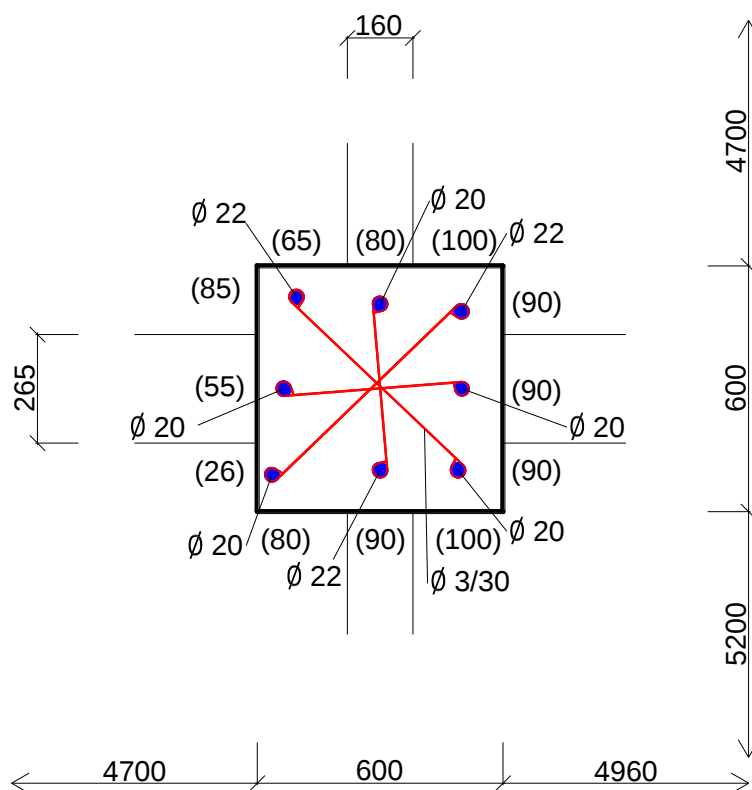
$$V_{Rd,s} = V_{Rd,s,třm} + V_{Rd,s,ohyb} = 32,40 + 117,162 = 149,562 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = 149,562 \text{ kN} > V_{Ed} = 71,916 \text{ kN}$$

Vyhoví

6. Posouzení sloupu

6.1 Geometrie



Obr. 107 Řez sloupem včetně vyztužení

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$A_c = b \cdot h = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36 \text{ m}^2$$

- Výztuž

- Spodní hrana

$$2 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm} \quad c_{s,1} = (80+100)/2 = 90 \text{ mm}$$

$$1 \text{ } \varnothing 22 \text{ mm} \quad c_{s,2} = 90 \text{ mm}$$

$$A_{st,s} = 6,283 \cdot 10^{-4} + 3,801 \cdot 10^{-4} = 1,008 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$d_{1,s} = [2 \cdot (c_{s,1} + \varnothing_{s,1}/2) + 1 \cdot (c_{s,2} + \varnothing_{s,2}/2)]/3 =$$

$$= [2 \cdot (0,09 + 0,020/2) + 1 \cdot (0,09 + 0,022/2)]/3 = 0,100 \text{ m}$$

➤ Horní hrana

$$2\varnothing 22 \text{ mm} \quad c_{s,1} = (65+100)/2 = 82,5 \text{ mm}$$

$$1\varnothing 20 \text{ mm} \quad c_{s,2} = 80 \text{ mm}$$

$$A_{st,h} = 7,603 \cdot 10^{-4} + 3,142 \cdot 10^{-4} = 1,075 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$d_{1,h} = [2 \cdot (c_{s,1} + \varnothing_{s,1}/2) + 1 \cdot (c_{s,2} + \varnothing_{s,2}/2)]/3 =$$

$$= [2 \cdot (0,0825 + 0,022/2) + 1 \cdot (0,08 + 0,020/2)]/3 = 0,092 \text{ m}$$

6.2 Sestrojení interakčního diagramu

6.2.1 Bod 0 a 0'

$$\varepsilon_{c2} = \varepsilon_{s,s} = \varepsilon_{s,h} = 2 \text{ ‰}$$

Uvažuji bilineární diagram oceli $\rightarrow \sigma_s = 180 \text{ MPa}$

$$\begin{aligned} N_{Rd,0;0'} &= A_c \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s = 0,36 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + (1,008 \cdot 10^{-3} + 1,075 \cdot 10^{-3}) \cdot 180 \cdot 10^3 = \\ &= \mathbf{2293,74 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,0;0'} &= (A_{st,s} \cdot z_{s,s} - A_{st,h} \cdot z_{s,h}) \cdot \sigma_s = (1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 - 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 0,208) \cdot 180 \cdot 10^3 = \\ &= \mathbf{\pm 3,96 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

6.2.2 Bod 1

$$x = d_s = h - d_{1,s} = 0,6 - 0,1 = 0,5 \text{ m}$$

$$\varepsilon_{s,h} = (\varepsilon_{cu3}/x) \cdot (d_s - d_{1,h}) = (3,5/0,5) \cdot (0,5 - 0,092) = 2,856 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{lze započítat výztuž} \rightarrow F_{st,h} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{st,h} = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + 193,5 = \mathbf{1472,70 \text{ kN}}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,1} &= \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda \cdot d)/2 + F_{st,h} \cdot z_{s,h} = \\ &= 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 5,33 \cdot 10^3 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,5)/2 + 193,5 \cdot 0,208 = \mathbf{168,168 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

6.2.3 Bod 1'

$$x = d_h = h - d_{1,h} = 0,6 - 0,092 = 0,508 \text{ m}$$

$$\varepsilon_{s,s} = (\varepsilon_{cu3}/x) \cdot (d_h - d_{1,s}) = (3,5/0,508) \cdot (0,508 - 0,1) = 2,811 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{Ize započítat výztuž} \rightarrow F_{st,s} = A_{st,s} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,1'} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{st,s} = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,508 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + 181,44 = \mathbf{1481,107 \text{ kN}}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,1'} &= \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda \cdot d) / 2 + F_{st,s} \cdot z_{s,s} = \\ &= 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 5,33 \cdot 10^3 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,508) / 2 + 181,44 \cdot 0,2 = \mathbf{160,115 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

6.2.4 Bod 2

$$\varepsilon_{s,s} = \varepsilon_{yd}$$

$$x = x_{bal,1,s} = d_s \cdot \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 0,5 \cdot 3,5 / (3,5 + 0,9) = 0,398 \text{ m}$$

$$\varepsilon_{s,h} = (\varepsilon_{cu3}/x) \cdot (x - d_{1,h}) = (3,5/0,398) \cdot (0,398 - 0,092) = 2,691 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{Ize započítat výztuž} \rightarrow F_{st,h} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$F_{st,s} = A_{st,s} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,2} &= \lambda \cdot x_{bal,1,s} \cdot b \cdot f_{cd} + F_{st,h} - F_{st,s} = 0,8 \cdot 0,398 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + 193,5 - 181,44 = \\ &= \mathbf{1030,303 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,2} &= \lambda \cdot x_{bal,1,s} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x_{bal,1,s}) + F_{st,s} \cdot z_{s,s} + F_{st,h} \cdot z_{s,h} = \\ &= 0,8 \cdot 0,398 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,398) + 181,44 \cdot 0,2 + 193,5 \cdot 0,208 = \\ &= \mathbf{219,905 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

6.2.5 Bod 2'

$$\varepsilon_{s,h} = \varepsilon_{yd}$$

$$x = x_{bal,1,h} = d_h \cdot \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 0,508 \cdot 3,5 / (3,5 + 0,9) = 0,404 \text{ m}$$

$$\varepsilon_{s,s} = (\varepsilon_{cu3} / x) \cdot (x - d_{1,s}) = (3,5 / 0,404) \cdot (0,404 - 0,1) = 2,634 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{lze započítat výztuž} \rightarrow F_{st,s} = A_{st,s} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$F_{st,h} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,2'} &= \lambda \cdot x_{bal,1,h} \cdot b \cdot f_{cd} + F_{st,s} - F_{st,h} = 0,8 \cdot 0,404 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + 181,44 - 193,5 = \\ &= \mathbf{1021,534 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,2'} &= \lambda \cdot x_{bal,1,h} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x_{bal,1,h}) + F_{st,h} \cdot z_{s,h} + F_{st,s} \cdot z_{s,s} = \\ &= 0,8 \cdot 0,404 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,404) + 193,5 \cdot 0,208 + 181,44 \cdot 0,2 = \\ &= \mathbf{219,585 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

6.2.6 Bod 3

$$F_{st,s} = A_{st,s} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$F_c = b \cdot \lambda \cdot x \cdot f_{cd} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot x \cdot 5,33 \cdot 10^3 = 2558,4 \cdot x \text{ kN}$$

$$N_{Rd,3} = F_{st,s} - F_c = \mathbf{0 \text{ kN}} \quad \rightarrow \quad 181,44 - 2558,4 \cdot x = 0 \rightarrow x = 0,071 \text{ m}$$

$$F_c = 2558,4 \cdot 0,071 = 181,646 \text{ kN}$$

$$\varepsilon_{s,s} = (\varepsilon_{cu3} / x) \cdot (d_s - x) = (3,5 / 0,071) \cdot (0,5 - 0,071) = 21,148 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \sigma_{s,s} = f_{yd}$$

$$z_c = (h/2) - (\lambda \cdot x/2) = (0,6/2) - (0,8 \cdot 0,071/2) = 0,272 \text{ m}$$

$$M_{Rd,3} = F_c \cdot z_c + F_{st,s} \cdot z_{s,s} = 181,646 \cdot 0,272 + 181,44 \cdot 0,2 = \mathbf{85,696 \text{ kNm}}$$

6.2.7 Bod 3'

$$F_{st,h} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$F_c = b \cdot \lambda \cdot x \cdot f_{cd} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot x \cdot 5,33 \cdot 10^3 = 2558,4 \cdot x \text{ kN}$$

$$N_{Rd,3'} = F_{st,h} - F_c = 0 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad 193,5 - 2558,4 \cdot x = 0 \rightarrow x = 0,076 \text{ m}$$

$$F_c = 2558,4 \cdot 0,076 = 194,438 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s,h} = (\epsilon_{cu3}/x) \cdot (d_h - x) = (3,5/0,076) \cdot (0,508 - 0,076) = 19,895 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \sigma_{s,h} = f_{yd}$$

$$z_c = (h/2) - (\lambda \cdot x/2) = (0,6/2) - (0,8 \cdot 0,076/2) = 0,270 \text{ m}$$

$$M_{Rd,3'} = F_c \cdot z_c + F_{st,h} \cdot z_{s,h} = 194,438 \cdot 0,270 + 193,5 \cdot 0,208 = 92,746 \text{ kNm}$$

6.2.8 Bod 4

$$\epsilon_{s,s} = \epsilon_{yd}$$

$$N_{Rd,4} = F_{st,s} = A_{st,s} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,4} = F_{st,s} \cdot z_{s,s} = 181,44 \cdot 0,2 = 36,288 \text{ kNm}$$

6.2.9 Bod 4'

$$\epsilon_{s,h} = \epsilon_{yd}$$

$$N_{Rd,4'} = F_{st,h} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,4'} = F_{st,h} \cdot z_{s,h} = 193,5 \cdot 0,208 = 40,248 \text{ kNm}$$

6.2.10 Bod 5 a 5'

$$N_{Rd,5} = F_{st,s} + F_{st,h} = 181,44 + 193,5 = 374,94 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,5} = F_{st,s} \cdot z_{s,s} - F_{st,h} \cdot z_{s,h} = 36,288 - 40,248 = \pm 3,96 \text{ kNm}$$

6.2.11 Bod Z

$$x = x_{bal,2,s} = d_{1,h} \cdot \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 0,092 \cdot 3,5 / (3,5 - 0,9) = 0,124 \text{ m}$$

$$\epsilon_{s,s} = (\epsilon_{cu3} / x) \cdot (d_s - x) = (3,5 / 0,124) \cdot (0,5 - 0,124) = 10,613 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{lze započítat výztuž} \rightarrow F_{st,s} = A_{st,s} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$F_{st,h} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,Z} = \lambda \cdot x_{bal,2,s} \cdot b \cdot f_{cd} + F_{st,h} - F_{st,s} = 0,8 \cdot 0,124 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + 193,5 - 181,44 =$$

$$= \mathbf{329,302 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,Z} = \lambda \cdot x_{bal,2,s} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x_{bal,2,s}) + F_{st,s} \cdot z_{s,s} + F_{st,h} \cdot z_{s,h} =$$

$$= 0,8 \cdot 0,124 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,124) + 181,44 \cdot 0,2 + 193,5 \cdot 0,208 =$$

$$= \mathbf{155,973 \text{ kNm}}$$

6.2.12 Bod Z'

$$x = x_{bal,2,h} = d_{1,h} \cdot \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 0,1 \cdot 3,5 / (3,5 - 0,9) = 0,135 \text{ m}$$

$$\epsilon_{s,h} = (\epsilon_{cu3} / x) \cdot (d_h - x) = (3,5 / 0,135) \cdot (0,508 - 0,135) = 9,670 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 0,9 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{lze započítat výztuž} \rightarrow F_{st,s} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,075 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 193,5 \text{ kN}$$

$$F_{st,s} = A_{st,h} \cdot f_{yd} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 10^3 = 181,44 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,Z'} = \lambda \cdot x_{bal,2,h} \cdot b \cdot f_{cd} + F_{st,s} - F_{st,h} = 0,8 \cdot 0,135 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 + 181,44 - 193,5 =$$

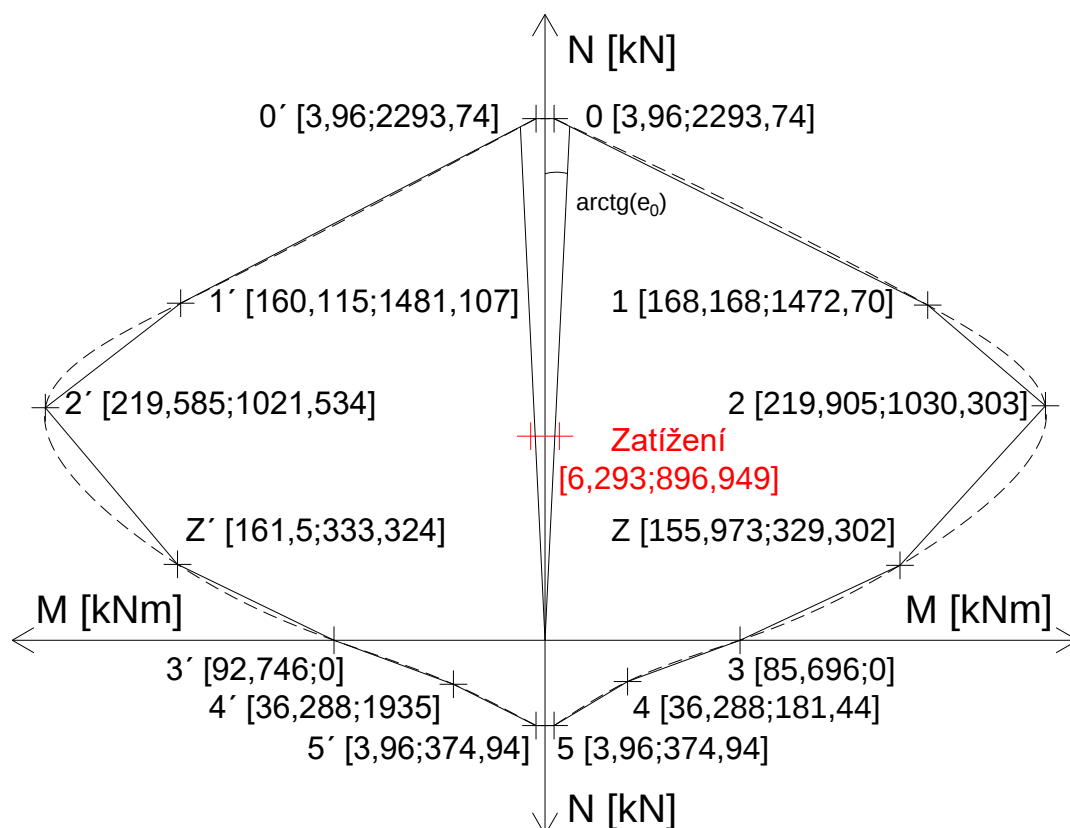
$$= \mathbf{333,324 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,Z'} = \lambda \cdot x_{bal,2,h} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x_{bal,2,h}) + F_{st,s} \cdot z_{s,s} + F_{st,h} \cdot z_{s,h} =$$

$$= 0,8 \cdot 0,135 \cdot 0,6 \cdot 5,33 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,135) + 181,44 \cdot 0,2 + 193,5 \cdot 0,208 =$$

$$= \mathbf{161,500 \text{ kNm}}$$

6.2.13 Interakční diagram



Obr. 108 Interakční diagram sloupu

Sloup na kombinaci zatížení od tlakového namáhání a ohybového momentu **vyhoví**.

E. Závěr

Teoretická část diplomové práce byla věnována popisu zjišťovaných vlastností železobetonových konstrukcí a metodám používaných ve zkušebnictví rešerší. Dále byly podrobně popsány zkušební metody pro vypracování praktické části rešerší doporučené literatury.

Praktická část se zabývala stavebně technickým průzkumem železobetonového skeletu bývalé textilní výroby Primona v České Třebové. Objekt se skládá ze dvou budov, z níž první byla zřejmě vyhotovena na přelomu 19. a 20. století a druhá v první polovině 20. století. Na základě požadavku objednavatele byla zjištěna pevnost betonu Schmidtovým tvrdoměrem s upřesněním na jádrových vývrtech, vyztužení vybraných sloupů, průvlaků, trámů i desek a popsání zjištěných vad a poruch.

V Budově I. byla zjištěná pevnost betonu všech zkoumaných prvků zařazena dle normy ČSN EN 206 do třídy betonu C 8/10, která se jeví z dnešního pohledu jako špatná, ale odpovídá kvalitě betonů používaných v době výstavby. Hloubka karbonatace betonu dosahuje 60 - 80 mm. Konstrukce je vyztužena systémem Hennebique, který jako hlavní nosnou výztuž používal hladké kruhové pruty a třmínky vyrobené z ocelové pásoviny. Železobetonová konstrukce nevykazuje žádné závažné statické poruchy.

V budově II. byla zjištěná pevnost betonu zařazena dle ČSN EN 206 do třídy C 8/10 v 1.NP a C -/5 ve vyšších podlažích, z čehož lze konstatovat že je beton velmi špatný. Hloubka karbonatace betonu dosahuje 30 mm v 1.NP a minimálně 75 mm ve vyšších podlažích. Pro vyztužení byly použity hladké kruhové výztuže, které v době průzkumu byly postiženy povrchovou korozí. Železobetonové prvky jsou místy porušeny neodborně vytvořenými prostupy, které by mohly narušovat statickou způsobilost konstrukce. Vzhledem k pevnosti betonu a stávajícímu stavu konstrukce, bych doporučil budovu spíše k demolici než k vysoce nákladné rekonstrukci.

Celý objekt je v havarijním stavu, jež je způsoben neodbornou demontáží ocelových překladů nad otvory a neustálým zatékáním do konstrukce, proto je nezbytně nutné provést statické zajištění těchto poruch před zpřístupněním objektu.

Dále byl na základě stavebně technického průzkumu proveden statický výpočet únosnosti Budovy I. s úvahou pro budoucí využití pro kancelářské prostory. Byla ověřována ohybová i smyková únosnost průvlaku nad 1.NP a kombinace tlakové únosnosti s ohybovým momentem. Oba prvky vyhověly na všechna uvažovaná zatížení, a tudíž lze konstatovat, že by konstrukce byla vhodná pro rekonstrukci k výše uvedenému využití.

F. Bibliografie

- [1] CIKRLE, Petr. *NDT Zkoušení ve stavebnictví*. Brno: Ústav stavebního zkušebnictví, Fakulta stavební VUT v Brně, 2010. ISBN 978-80-214-4198-9.
- [2] HOBST, Leonard. *Diagnostika stavebních konstrukcí: Přednášky*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební VUT v Brně, 2005.
- [3] ČSN 73 1373 *Nedestruktivní zkoušení betonu - Tvrdoměrné metody zkoušení betonu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] 3. VÝVRTY: ODBĚR, POPIS A ZKOUŠENÍ V TLAKU [online]. Brno, 2012 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: http://szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/ESF_C3_N%C2%A0vod.pdf
- [5] 2. PEVNOST V TLAKU BETONU NA VÝVRTECH [online]. In: . Brno, 2012 [cit. 2018-05-23].
- [6] ČSN EN 12390-3,Z1 *Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [7] ANTON, Ondřej a Věra HEŘMÁNKOVÁ. *Průkazné stanovení vyztužení železobetonové konstrukce a vhodné NDT metody* [online]. b.r. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/16245-prukazne-stanoveni-vyztuzeni-zelezobetonove-konstrukce-a-vhodne-ndt-metody>
- [8] ANTON, Ondřej, Petr CIKRLE a Věra HEŘMÁNKOVÁ. *Zkušenosti s georadarem při stavebně technických průzkumech* [online]. Brno, 2014 [cit. 2020-01-04].

- [9] *Ceník linolea*. 2004. Dostupné také z:
<https://www.profistep.cz/uploads/dokumenty/ceniky/2014/maloobchodni-cenik-2014-linoleum.pdf>
- [10] *Studijní materiály pro předmět BL001 – Prvky betonových konstrukcí* [online]. Brno, 2019 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z:
<https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL01/Tabulky.pdf>
- [11] *Kročejová izolace Isover T-N*. b.r. Dostupné také z:
<https://www.levnestavebniny.cz/krocejova-izolace-isover-t-n-.7892/>
- [12] *Demontovatelné kazetové podhledy*. b.r. Dostupné také z:
http://rigips.anaweb.cz/data/konstrukce/4_07_52D.pdf
- [13] *Střešní folie* [online]. b.r. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z:
<https://www.fatrafol.cz/produkty/izolace-strechy/mechanicky-kotvena-strecha/fatrafol-810/>
- [14] *Netkaná geotextilie* [online]. b.r. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z:
https://www.dek.cz/produkty/detail/2615261020-filtek-200g-m2-s-2m-100m2-role?tab_id=parametry
- [15] *Polystyrenové izolace* [online]. b.r. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z:
<https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- [16] *Asfaltový pás* [online]. b.r. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z:
https://www.dek.cz/produkty/detail/1010501365-monoplex-sbs-pv-180-s4-modrozeleny-role-7-5m2?tab_id=parametry
- [17] *Sněhová mapa* [online]. b.r. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://clima-maps.info/snehovamapa/>
- [18] *ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

- [19] *Schmidt NR* [online]. In: . b.r. [cit. 2019-12-18]. Dostupné z:
<https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image:///01c92008e8e3752510c3afd2a7e516d41cbbf289a8bd65ae148aab6bef607999&imgrefurl=http://webshop.macben.eu/webshop/views/loadpage.aspx?documentId%3D20418%26documentName%3DSchmidt%2520Hammer-200709-E.pdf&docid=yzOVfEeEjgaWzM&tbnid=JXXj6AggyQEGvM:&vet=1&w=1658&h=458&source=sh/x/im>
- [20] *Schéma odrazového tvrdoměru* [online]. In: . 2008 [cit. 2019-12-17]. Dostupné z:
<https://slideplayer.cz/slide/2705812/10/images/12/Tvrdom%C4%9Br+Schmidt+N+-+sch%C3%A9ma.jpg>

G. Seznam obrázků a tabulek

1. Obrázky

OBR. 1 SCHÉMA ODRAZOVÉHO TVRDOMĚRU S BERANEM NARÁŽEJÍCÍM DO RAZNÍKU [20]	15
OBR. 2 SCHMIDTŮV TVRDOMĚR TYPU NR [19]	16
OBR. 3 VYHOVUJÍCÍ A NEVYHOVUJÍCÍ ZPŮSOBY PORUŠENÍ ZKUŠEBNÍCH VÁLCŮ [6]	23
OBR. 4 POHLED NA BUDOVU I	28
OBR. 5 POHLED NA NOSNÝ SYSTÉM VE 2.NP	30
OBR. 6 SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ A VÝVRTŮ V/NAD 1.PP	30
OBR. 7 SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ A VÝVRTŮ V/NAD 1.NP	31
OBR. 8 SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ A VÝVRTŮ V/NAD 2.NP	31
OBR. 9 VÝVRT M1	32
OBR. 10 VÝVRT M2	32
OBR. 11 MÍSTO PŘIPRAVENÉ PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ	35
OBR. 12 LOKALIZACE VÝZTUŽE GEORADAREM	39
OBR. 13 PROVÁDĚNÍ SEKANÉ SONDY	39
OBR. 14 SCHÉMA PROVEDENÝCH SOND VYZTUŽENÍ V/NAD 1.NP	39
OBR. 15 SCHÉMA ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ SLOUPU V 1.NP	40
OBR. 16 POHLED NA ZKOUMANÝ SLOUP V 1.NP	41
OBR. 17 DETAIL SEKANÉ SONDY V ROHU SLOUPU S HLAVNÍ NOSNOU VÝZTUŽÍ A TŘMÍNEM	41
OBR. 18 SKEN Z GEORADARU PRO ZJIŠTĚNÍ VZDÁLENOSTÍ MEZI TŘMÍNKY	41
OBR. 19 SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ PRŮVLAKU NAD 1.NP	42
OBR. 20 SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ PRŮVLAKU NAD 1.NP	42
OBR. 21 POHLED NA ZKOUMANÝ PRŮVLAK NAD 1.NP	43
OBR. 22 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE PRŮVLAKU	43
OBR. 23 DETAIL SEKANÉ SONDY U PODPORY U HORNÍHO LÍCE PRŮVLAKU	43
OBR. 24 SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ TRÁMU NAD 1.NP	44
OBR. 25 SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ TRÁMU NAD 1.NP	44
OBR. 26 POHLED NA ZKOUMANÝ TRÁM NAD 1.NP	45
OBR. 27 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE TRÁMU	45
OBR. 28 DETAIL SEKANÉ SONDY U PODPORY U HORNÍHO LÍCE TRÁMU	45
OBR. 29 SCHÉMA ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ DESKY NAD 1.NP	46
OBR. 30 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE DESKY	46
OBR. 31 OPADANÉ OMÍTKY Z EXTERIÉRU	47

OBR. 32 ODSTRANĚNÝ OKAPOVÝ SVOD	47
OBR. 33 ZATEČENÍ DO OBVODOVÉ STĚNY	48
OBR. 34 DETAIL CHYBĚJÍCÍHO OCELOVÉHO NADOKENNÍHO PŘEKLADU	48
OBR. 35 CHYBĚJÍCÍ NADOKENNÍ PŘEKLADY	48
OBR. 36 ZATEČENÝ A ZKORODOVANÝ PRŮVLAK	49
OBR. 37 ZATÉKÁNÍ OKNY ZE STŘECHY SOUSEDNÍ BUDOVY	49
OBR. 38 ZATEČENÍ PROSAKUJÍCÍ DO INTERIÉRU	50
OBR. 39 ZATEČENÁ STŘEŠNÍ ŘÍMSA S ODPADANÝMI CIHLAMI	50
OBR. 40 ČÁSTEČNĚ ZDESTRUOVANÉ ZRCADLO S CHYBĚJÍCÍMI PŘEKLADY V 1.NP	50
OBR. 41 ČÁSTEČNĚ ZDESTRUOVANÉ ZRCADLO S CHYBĚJÍCÍMI PŘEKLADY VE 2.NP	50
OBR. 42 POHLED NA BUDOVU II	51
OBR. 43 POHLED NA NOSNÝ SYSTÉM VE 2.NP	53
OBR. 44 SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ A VÝVRTŮ V/NAD 1.NP	53
OBR. 45 SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ A VÝVRTŮ V/NAD 2.NP	54
OBR. 46 SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ A VÝVRTŮ V/NAD 3.NP	54
OBR. 47 OTVOR PO VYJMUTÍ JÁDROVÉHO VÝVRTU V MÍSTĚ PROVEDENÉ TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠKY ..	55
OBR. 48 VÝVRT N1	55
OBR. 49 VÝVRT N2	56
OBR. 50 MÍSTO PŘIPRAVENÉ PRO TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠENÍ	59
OBR. 51 PROVÁDĚNÍ PLOŠNÉHO SKENU GEORADAREM	62
OBR. 52 SCHÉMA PROVEDENÝCH SOND VYZTUŽENÍ V/NAD 1.NP	63
OBR. 53 SCHÉMA PROVEDENÝCH SOND VYZTUŽENÍ V/NAD 2.NP	63
OBR. 54 SCHÉMA ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ SLOUPU V 1.NP	64
OBR. 55 POHLED NA ZKOUMANÝ SLOUP V 1.NP	65
OBR. 56 DETAIL SEKANÉ SONDY V ROHU SLOUPU V 1.NP	65
OBR. 57 SKEN Z PROFOMETERU PRO ZJIŠTĚNÍ VZDÁLENOSTÍ MEZI TŘMÍNKY SLOUPU V 1.NP	65
OBR. 58 SCHÉMA ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ SLOUPU VE 2.NP	66
OBR. 59 POHLED NA ZKOUMANÝ SLOUP VE 2.NP	67
OBR. 60 SEKANÁ SONDA V ROHU SLOUPU VE 2.NP	67
OBR. 61 SKEN Z PROFOMETERU PRO ZJIŠTĚNÍ VZDÁLENOSTÍ A KRYTÍ HLAVNÍ NOSNÉ VÝZTUŽE SLOUPU VE 2.NP	67
OBR. 62 SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ PRŮVLAKU NAD 1.NP	68
OBR. 63 SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ PRŮVLAKU NAD 1.NP	69
OBR. 64 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE PRŮVLAKU	69
OBR. 65 DETAIL SEKANÉ SONDY U PODPORY U HORNÍHO LÍCE PRŮVLAKU	69

OBR. 66 SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ PRŮVLAKU NAD 2.NP	70
OBR. 67 SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ PRŮVLAKU NAD 2.NP	71
OBR. 68 POHLED NA ZKOUMANÝ PRŮVLAK NAD 2.NP	71
OBR. 69 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE PRŮVLAKU	72
OBR. 70 DETAIL SEKANÉ SONDY U PODPORY U HORNÍHO LÍCE PRŮVLAKU	72
OBR. 71 DETAIL SEKANÉ SONDY S VIDITELNOU OHÝBAJÍCÍ SE VÝZTUŽÍ SMĚREM K HORNÍMU LÍCI	72
OBR. 72 SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ TRÁMU NAD 1.NP	73
OBR. 73 SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ TRÁMU NAD 1.NP	73
OBR. 74 POHLED NA ZKOUMANÝ TRÁM NAD 1.NP	74
OBR. 75 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE TRÁMU	74
OBR. 76 DETAIL SEKANÉ SONDY U PODPORY U HORNÍHO LÍCE TRÁMU	74
OBR. 77 SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ TRÁMU NAD 2.NP	75
OBR. 78 SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ TRÁMU NAD 2.NP	75
OBR. 79 POHLED NA ZKOUMANÝ TRÁM NAD 2.NP	76
OBR. 80 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE TRÁMU	76
OBR. 81 DETAIL SEKANÉ SONDY U PODPORY U HORNÍHO LÍCE TRÁMU	76
OBR. 82 SCHÉMA ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ DESKY NAD 1.NP	77
OBR. 83 DETAIL SEKANÉ SONDY U SPODNÍHO LÍCE DESKY	77
OBR. 84 SCHÉMA ROZMĚRŮ A VYZTUŽENÍ DESKY NAD 2.NP	78
OBR. 85 DETAIL OTVORU V DESCE S VIDITELNÝMI PRUTY VÝZTUŽE	78
OBR. 86 PLOŠNÝ SKEN DESKY 1200X1200 MM Z GEORADARU	79
OBR. 87 HROMADY ODPADKŮ V 1.PP	80
OBR. 88 PROMOČENÉ ZDIVO A HROMADY SUTI V 1.PP	80
OBR. 89 STROPNÍ KONSTRUKCE POŠKOZENÁ VLHKOSTÍ	80
OBR. 90 PŘETRŽENÁ A ZKORODOVANÁ VÝZTUŽ V TRÁMU NAD 1.NP	81
OBR. 91 ODPADANÁ KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE A ZKORODOVANÁ VÝZTUŽ TRÁMU NAD 1.NP	81
OBR. 92 PODÉLNÉ TRHLINY DESEK NAD 2.NP	81
OBR. 93 PODÉLNÉ TRHLINY DESEK NAD 3.NP	81
OBR. 94 OLEJOVÉ SKVRNY NAD 2.NP	82
OBR. 95 ZATEČENÉ MÍSTO PO OKRAJÍCH STROPNÍCH DESEK NAD 2.NP	82
OBR. 96 ZATEČENÉ MÍSTO PO OKRAJÍCH STROPNÍCH DESEK NAD 3.NP	82
OBR. 97 PROVEDENÝ OTVOR V DESCE NAD 1.NP	83
OBR. 98 PROVEDENÝ OTVOR V DESCE NAD 2.NP	83
OBR. 99 OTVOR PO SVĚTLÍKU V PRŮCHODU MEZI BUDOVOU I A BUDOVOU II	83
OBR. 100 OTVOR PO SVĚTLÍKU NAD 3.NP	83
OBR. 101 POHLED NA POŠKOZENOU KOMUNIKAČNÍ VERTIKÁLU	84
OBR. 102 VYRŮSTAJÍCÍ STROM Z PATY ZDIVA	84
OBR. 103 ODTRŽENÁ OBVODOVÁ STĚNA VE 2.NP	84

OBR. 104 TRHLINA VE ZDIVU 1.NP.....	84
OBR. 105 VÝPOČTOVÝ MODEL.....	87
OBR. 106 PŘÍČNÝ A PODÉLNÝ ŘEZ PRŮVLAKEM VČETNĚ VYZTUŽENÍ.....	89
OBR. 107 ŘEZ SLOUPEM VČETNĚ VYZTUŽENÍ	94
OBR. 108 INTERAKČNÍ DIAGRAM SLOUPU	100

2. Tabulky

TAB. 1 OBECNÝ KALIBRAČNÍ VZTAH PRO STANOVENÍ F'_{BEI} V MPA SCHMIDTOVÝM TVRDOMĚREM

<i>TYPU N [3]</i>	<i>19</i>
TAB. 2 URČENÍ PŘEVODNÍHO SOUČiniteLE $K_{CYL,CUBE}$ Z VÁLCOVÉ PEVNOSTI [6].....	24
TAB. 3 VYHODNOCENÍ OBJEMOVÝCH HMOTNOSTÍ A PEVNOSTÍ BETONOVÝCH VÝVRTŮ	34
TAB. 4 ULTRAZVUKOVÉ MĚŘENÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES	35
TAB. 5 MÍRA ODRAZŮ ZMĚŘENÁ POMOCÍ TVRDOMĚRU	36
TAB. 6 STANOVENÍ SOUČiniteLE α	37
TAB. 7 UPŘESŇUJÍCÍ SOUČiniteLE	37
TAB. 8 URČENÍ JEDNOTLIVÝCH PEVNOSTÍ BETONU.....	37
TAB. 9 VYHODNOCENÍ PEVNOSTNÍ TŘÍDY BETONU.....	38
TAB. 10 VYHODNOCENÍ OBJEMOVÝCH HMOTNOSTÍ A PEVNOSTÍ BETONOVÝCH VÝVRTŮ	58
TAB. 11 ULTRAZVUKOVÉ MĚŘENÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES	58
TAB. 12 MÍRA ODRAZŮ ZMĚŘENÁ POMOCÍ TVRDOMĚRU	60
TAB. 13 STANOVENÍ SOUČiniteLE α	61
TAB. 14 UPŘESŇUJÍCÍ SOUČiniteLE	61
TAB. 15 URČENÍ JEDNOTLIVÝCH PEVNOSTÍ BETONU.....	61
TAB. 16 VYHODNOCENÍ PEVNOSTNÍ TŘÍDY BETONU.....	62
TAB. 17 VNITŘNÍ SÍLY V PRŮVLAKU A SLOUPU	87