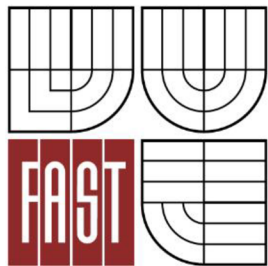




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING TESTING

STAVEBNĚ TECHNICKÝ STAV EXISTUJÍCÍ KONSTRUKCE

TECHNICAL CONDITION OF THE EXISTING STRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

FILIP ŠMATELKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL SCHMID, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Filip Šmatelka

Název Stavebně technický stav existující konstrukce

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

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2014

Datum odevzdání bakalářské práce 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
prof. Ing. Leonard Hobst, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

Schmid P. a kol.: Základy zkušebnictví, skriptum FAST VUT v Brně, CERM 2001
Schmid. P. a kol.: Zkušebnictví a technologie – modul BI02-M02 Stavební zkušebnictví
Anton O. a kol.: Zkušebnictví a technologie – modul BI02-M04 Laboratorní cvičení
Hobst L. a kol.: Diagnostika stavebních konstrukcí, studijní opora
ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

Zásady pro vypracování

Zpracování metodiky předběžného stavebně technického průzkumu při hodnocení aktuálního stavu existující konstrukce. Na zadaném objektu realizovat základní diagnostický průzkum včetně vyhodnocení a návrhu opatření pro zajištění spolehlivosti, bezpečnosti a dlouhodobé životnosti.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).
- 3.

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

Abstrakt

Hlavním cílem bakalářské práce je zjistit stavebně technický stav objektu budovy pavilónu B v areálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity, která stojí na ulici Studentská v Českých Budějovicích. Důvody pro diagnostické práce jsou plánovaná rekonstrukce a stavební úpravy, které budou uskutečněny v následujících letech.

Klíčová slova

- Hodnocení
- Prohlídka
- Průzkum
- Diagnostické metody
- Diagnostické práce

Abstract

The main goal of bachelor work is to find out the technical condition of building pavilion B in the area of Faculty of agriculture which is part of University Jihočeská. This building is situated on the Studentská street in České Budějovice. The reason for diagnostic works are reconstruction and construction modify, which will be done in next years.

Keywords

- Rating
- Inspection
- Investigation
- Methods of diagnostic
- Diagnostic tasks

Bibliografická citace VŠKP

Filip Šmatelka *Stavebně technický stav existující konstrukce*. Brno, 2015. 44 s., 13 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního
zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2015

.....
podpis autora
Filip Šmatelka

Tímto děkuji mému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Pavlu Schmidtovi, Ph.D. za odborné vedení, neocenitelné rady a pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Tato bakalářská práce byla zpracována s využitím infrastruktury Centra AdMaS.

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. ÚVOD | 10 |
| 2. CÍLE..... | 12 |
| 3. TEORETICKÁ ČÁST | 13 |
| 3.1 Obecný systém hodnocení | 13 |
| 3.1.1 Účel | 13 |
| 3.1.2 Postup..... | 13 |
| 3.1.3 Stanovení účelů hodnocení | 14 |
| 3.1.3 Scénáře..... | 14 |
| 3.1.4 Předběžné hodnocení | 15 |
| 3.1.5 Podrobné hodnocení | 16 |
| 3.1.6 Výsledky hodnocení | 17 |
| 3.2 Diagnostické metody | 19 |
| 3.2.1 Nedestruktivní zkoušky | 19 |
| 3.2.2 Semidestruktivní zkoušky..... | 21 |
| 3.3 Vybrané diagnostické metody | 22 |
| 3.3.1 Tvrdoměrné metody..... | 22 |
| 3.3.1.2 Metoda Schmidových tvrdoměrů | 23 |
| 3.3.2 Radiografická metoda | 24 |
| 3.3.2.1 Volba míst radiografické kontroly | 25 |
| 3.3.2.2 Volba geometrie prozařování..... | 25 |
| 3.3.2.3 Vyhodnocení radiografických zkoušek | 28 |
| 3.3.3 Jádrové vývrty..... | 28 |
| 4. PRAKTICKÁ ČÁST | 31 |
| 4.1 Základní údaje..... | 31 |
| 4.1.1 Údaje o zpracovatelích..... | 31 |
| 4.1.2 Objednávka | 32 |
| 4.2 Předmět průzkumu | 32 |
| 4.3 Metodika provádění diagnostických prací | 33 |
| 4.3.1 Skladba podlah a odběr jádrových vývrťů betonu mezitrámových desek | 34 |
| 4.3.2 Odběr jádrových vývrťů betonu trámu..... | 35 |
| 4.3.3 Odběr jádrových vývrťů betonu sloupu | 36 |
| 4.4 Výsledky a vyhodnocení průzkumu | 39 |
| 4.4.1 Struktura betonu odebraných jádrových vývrťů..... | 39 |
| 4.4.2 Objemové hmotnosti zatvrdlého betonu | 39 |
| 4.4.3 Krychelná pevnost zatvrdlého betonu v tlaku f_c | 39 |
| 4.4.4 Statistické hodnocení pevnostních parametrů zatvrdlého betonu..... | 40 |

| | |
|--|----|
| 4.4.5 Skladby podlah | 40 |
| 5. ZÁVĚR | 42 |
| 5.1 Doporučení..... | 42 |
| 6. LITERATURA A POUŽÍTE PODKLADY | 43 |
| 7. SEZNAM PŘÍLOH..... | 44 |

1. ÚVOD

Diagnostika stavebních konstrukcí je souhrn předpisů a postupů zabývajících se zjišťováním aktuálního stavebně technického stavu konstrukce nebo její části. K zjištění aktuálního stavu používá mnoho metod, které jsou obecně shrnuty v mezinárodní normě ČSN ISO 13822.

Důvodem těchto činností je snaha udržet konstrukci provozuschopnou zejména z hlediska bezpečnosti, změny účelu konstrukce, prevence vzniku vad jako jsou například trhliny a praskliny, sanace vad, snaha prodloužení životnosti.

Nejdůležitější částí je nepochybně stavebně technický průzkum, při kterém zjišťujeme mnoho zásadních informací, jako jsou například:

- Obecné informace o konstrukci – geometrie, stav, konstrukční uspořádání apod.
- Použité materiály – druh, stav a kvalita
- Poruchy konstrukce – umístění, příčiny, závažnost
- Informace o zatížení
- Vlhkost
- Stav základové konstrukce
- Vliv vnějšího prostředí

Norma ČSN ISO 13822 rozděluje stavebně technický průzkum (dále STP) na 2 hlavní kroky:

a) Předběžné hodnocení: v této části STP probíhá studium provedené výkresové a další dokumentace, předběžná prohlídka, předběžné ověření, rozhodnutí o okamžitých opatřeních, doporučení pro podrobné hodnocení

b) Podrobné hodnocení: tento krok se věnuje podrobnému vyhledání a prověření dokumentace a podrobné prohlídce a zkoušení materiálů.

Tyto úkoly jsou důležité k vypracování výsledků měření. V případech nedostačujících informací se postup opakuje.

Je také nezbytné si uvědomit, že stavebně technický průzkum nezávisí pouze na jedné osobě, ale jde o spolupráci několika lidí, kteří si vzájemně musí předávat informace pro správné provedení stavebního průzkumu. Jak již bylo řečeno, stavebně technický průzkum je soubor informací poskytující údaje o konstrukci a její vzájemné interakci s okolním. To znamená, že může zahrnovat více odborníků z různých stavebních oborů. Například pro určení základových poměrů je potřeba geotechnika, geologa, pro získání historických údajů

historika, atd. Vlastní stavební průzkum a laboratorní zkoušky se pak provádějí většinou stavebními technikami. Výsledky zkoušek a měření jsou zpracovány a předány statikovi, který statickým výpočtem ověří konstrukci a případně doporučí sanace a zajištění.

V současné době, kdy probíhá technický výzkum ve všech oborech, můžeme zaznamenat rozvoj nových technologií pro nové způsoby hodnocení konstrukcí. Zejména technici usilují o co nejmenší zásah do konstrukce, protože každá semidestruktivní zkouška je její jisté „poškození“. Avšak bez těchto zkoušek se ani při dnešních možnostech neobejdeme, protože jsou stále nezbytné pro svou přesnost při měřeních. Na druhou stranu můžeme sledovat pokrok při vývoji nových materiálů, které je třeba zkoušet jinými než běžnými způsoby a je důležité tyto postupy stále inovovat a přizpůsobovat.

2. CÍLE

Hlavním cílem v první části bakalářské práce je popsat obecný postup provádění diagnostiky stavební konstrukce a popsat vybrané semidestruktivní a nedestruktivní metody zkoušení. V praktické části je cílem provést stavebně materiálový průzkum nosných konstrukcí v pavilonu B Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích podle požadavků objednavatele.

3. TEORETICKÁ ČÁST

Tato kapitola zahrnuje obecný systém hodnocení včetně důležitých termínů a definic uvedených v mezinárodní normě ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí [5] a také zde budou představeny diagnostické metody převzaté z odborné literatury [1,2,3,4].

3.1 Obecný systém hodnocení

Norma ČSN ISO 13822 sice zavádí určitý systém hodnocení, ale je potřeba si uvědomit, že postup není v mnoha případech možné dodržet, a to z celé řady důvodů. Je důležité věnovat pozornost například starým konstrukcím, kterým částečně nebo zcela chybí výkresová dokumentace, častému měnění velikosti zatížení, pak to také mohou být nepřesnosti při provádění konstrukce nebo můžeme zavést i lidský faktor jako potřeba provést odběry vzorku části konstrukce, ale z jedné její strany je vyžadován nepřetržitý provoz jiným majitelem. Je nezbytné těmto problémům přikládat velkou pozornost a hodnocení provádět pečlivě a pozorně.

3.1.1 Účel

Na základě konzultace s objednatelem (vlastníkem, úřadem, pojišťovací společností, atd.) se musí stanovit účel hodnocení existující konstrukce z hlediska požadavků na její budoucí funkční způsobilost, která vychází z následujících funkčních úrovní:

- a) úroveň bezpečnosti, která poskytuje uživatelům konstrukce odpovídající bezpečnost
- b) úroveň trvale udržitelných funkčních vlastností, která poskytuje nepřetržitou funkčnost pro speciální konstrukce, jakými jsou nemocnice, významné budovy nebo klíčové mosty v případech zemětřesení, nárazu nebo dalších předvídatelných nebezpečí
- c) požadavky objednatelů na speciální funkční vlastnosti, které se týkají ochrany vlastnictví (ekonomických ztrát) nebo použitelnosti. Úroveň těchto funkčních vlastností obvykle vychází z nákladů cyklu životnosti a ze zvláštních funkčních požadavků.

3.1.2 Postup

Postup závisí na účelu hodnocení a na specifických okolnostech (např. na dostupnosti projektové dokumentace, na zjištěných škodách, na způsobu využívání konstrukce, atd.). Před zahájením hodnocení se doporučuje prohlídka stavby.

Hodnocení se provádí s ohledem na současný stav konstrukce a obecně sestává z následujících kroků:

- a) stanovení účelu hodnocení
- b) scénáře
- c) předběžné hodnocení:
 - 1) studium dokumentace a dalších údajů
 - 2) předběžná prohlídka
 - 3) předběžné ověření
 - 4) rozhodnutí o okamžitých opatřeních
 - 5) doporučení pro podrobné hodnocení
- d) podrobné hodnocení:
 - 1) detailní vyhledání a prověření dokumentace
 - 2) podrobná prohlídka a zkoušky materiálu
 - 3) stanovení zatížení
 - 4) stanovení vlastností konstrukce
 - 5) analýza konstrukce
 - 6) ověření
- e) výsledky hodnocení:
 - 1) zpráva
 - 2) koncepční návrh konstrukčních opatření
 - 3) řízení rizik
- f) v případě potřeby se postup opakuje

Výše uvedený postup se může použít jak pro hodnocení jedné určité konstrukce, tak pro hodnocení skupiny konstrukcí.

3.1.3 Stanovení účelů hodnocení

Na začátku se určí jednoznačný důvod a účel hodnocení konstrukce v závislosti na jejím budoucím použití na základě předchozí domluvy mezi objednatelem, případně příslušnými úřady, a posuzovatelem.

3.1.3 Scénáře

Pro identifikaci nejruznějších kritických situací, se určí všechny možné scénáře, které souvisí se změnou konstrukčních podmínek nebo zatížení konstrukce. Jednotlivé scénáře

jsou dány rozhodujícím procesem nebo zatížením a také mohou být charakterizovány jedním nebo více vedlejšími procesy nebo zatíženími. Zjištění scénářů je důležité pro hodnocení a návrh opatření, na základě kterých se zajistí dostatečná bezpečnost a použitelnost konstrukce.

3.1.4 Předběžné hodnocení

a) Studium dokumentace a dalších údajů

Projektová dokumentace a zprávy z předešlých prohlídek mohou obsahovat důležité informace o stavu konstrukce a jsou nezbytné k hodnocení existující konstrukce. Tyto dokumenty by měli být vždy aktuální a správné a měli by zahrnovat všechna předešlá konstrukční opatření. Zaznamenávají se i další údaje, jako jsou například významné vlivy prostředí, seizmická zatížení, extrémní zatížení, změny v základových poměrech, poškození korozí, a nesprávné využití konstrukce. Studium dokumentace může značně ulehčit diagnostické práce a také pomáhá předejít možnému vzniku nehod.

b) Předběžná prohlídka

Úkolem předběžné prohlídky je hodnocení konstrukce pomocí jednoduchých nástrojů a vizuální prohlídky. Musí se zaznamenat konstrukční systém a také jeho možné poškození. Zaznamenávají se například informace o stavu povrchu, viditelných deformacích, trhlinách, odprýskávání, informace o korozi, atd. Výsledky předběžné prohlídky slouží ke kvalitativnímu zařazení stavu konstrukce podle možného budoucího poškození. Předběžná prohlídka slouží také jako příprava pro podrobné hodnocení, kdy zjišťujeme, jaké vybavení a nástroje budou potřeba pro kvalitní hodnocení konstrukce.

c) Předběžná ověření

Účelem předběžných ověření je prozkoumání kritických částí konstrukce, tedy nedostatků s ohledem na budoucí bezpečnost a použitelnost konstrukce. Těmto částem je nezbytné se v následujícím hodnocení věnovat. Na základě těchto ověření se určí, zda bude potřeba další průzkum.

d) Rozhodnutí o okamžitých opatřeních

Na základě předběžné prohlídky a předběžných ověření se posuzují zmíněná kritická místa, zda jsou natolik závažné, že ohrožují bezpečnost veřejnosti. V případě, že se

konstrukce nachází v potenciálně nebezpečném stavu, musí se na základě domluvy s objednatelem, provést okamžitá opatření pro snížení rizika nebezpečí.

e) Doporučení pro podrobné hodnocení

Doporučení pro podrobné hodnocení se vypracuje na závěr ze získaných informací v průběhu předběžného hodnocení. Můžeme zjistit konkrétní závady konstrukce nebo bude odpovídat požadavkům zbytkové životnosti. V tomto případě se podrobné hodnocení nevyžaduje. V jiných případech, jako jsou například zastaralá nebo žádná projektová dokumentace, neznámý důvod vzniku trhlin, nejistoty zatížení nebo jeho účinky apod. se doporučuje provést podrobné hodnocení.

3.1.5 Podrobné hodnocení

a) Podrobné vyhledání a prověření dokumentace

Má se prověřit následující dokumentace, pokud je k dispozici:

- výkresy, specifikace, statický výpočet, stavební deník, záznamy o prohlídkách a údržbě, podrobnosti o změnách
- předpisy a zákonná nařízení, prováděcí předpisy a normy, které byly použity pro výstavbu konstrukce
- topografie, základové podmínky, úroveň hladiny podzemní vody v místě stavby

b) Podrobná prohlídka a zkoušky materiálů

Podrobná prohlídka a zkoušky materiálů používá a rozšiřuje informace získané z předběžného hodnocení. Zkoumají se především konstrukční detaily, rozměry konstrukce a také charakteristické hodnoty materiálových vlastností. Tyto informace mohou být zjištěny z aktuální projektové dokumentace a mohou být použity, pokud není žádný důvod pochybovat o jejich nepřesnosti. Pokud se takové pochybnosti objeví, musí se všechny tyto parametry stanovit v podrobné prohlídce a zkoušením jednotlivých materiálů. Výsledkem této prohlídky je soubor aktuálních hodnot nebo pravděpodobnostní rozdělení pro příslušné parametry, které ovlivňují vlastnosti konstrukce.

c) Stanovení zatížení

Zatížení, a to zejména zatížení konstrukce vlivem prostředí, se určí podle ISO 2394 s přihlédnutím k opatřením daným v plánu bezpečnostních opatření a v plánu využití.

d) Stanovení vlastností konstrukce

Pokud nejsou postupy jako podrobná analýza konstrukce nebo prohlídka dostatečně spolehlivé nebo nebyly schopné dostatečně prokázat spolehlivost konstrukce, používají se ke stanovení vlastností konstrukce nebo k predikci její únosnosti zkoušky, které tyto vlastnosti přibližně určí.

e) Analýza konstrukce

Analýza konstrukce se řídí normou ISO 2394 pro stanovení účinků na konstrukci. Řeší se zejména únosnost nosných prvků, a to s ohledem na účinky zatížení, a také se musí započítat stupeň degradace existující konstrukce. Pokud se degradace objeví, stává se hodnocení její spolehlivosti časově závislé na jejím průběhu a na volbě vhodné metody, jak je uvedeno v ISO 2394. Je také důležité v případě degradace porozumět příčinám daného poškození nebo nesprávného chování či porušení konstrukce.

f) Ověření

Ověření konstrukce se obvykle provádí z důvodu zabezpečení určité úrovně spolehlivosti, aby byla zajištěna míra požadované způsobilosti. Je možné využít současné platné normy nebo normy rovnocenné s normou ISO 2394, které mohou vyjádřit dostatečně velkou dlouhodobou spolehlivost pro používání konstrukce. Dřívější normy, které byly použity pro výstavbu starší konstrukce, se mají používat pouze jako orientační, informativní zdroj. Při ověřování se může vycházet z předešlé uspokojivé způsobilosti konstrukce.

3.1.6 Výsledky hodnocení

a) Zpráva

Všechny informace sesbírané během procesu hodnocení konstrukce musí být uvedeny ve zprávě (obsah zprávy viz příloha)

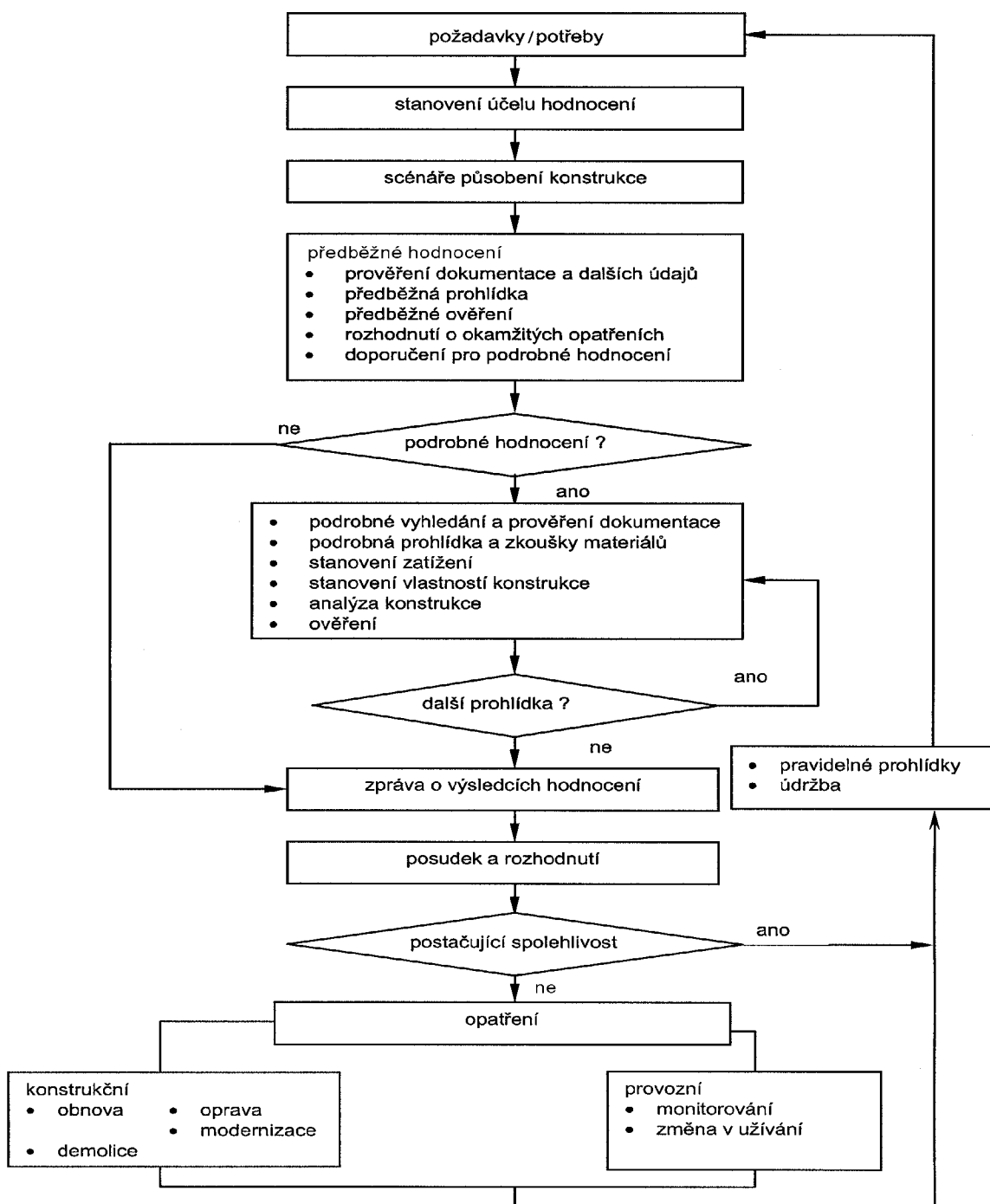
b) Koncepční návrh konstrukčních opatření

Pokud se během hodnocení prokáže, že bezpečnost nebo použitelnost konstrukce je nedostačující, pak se na základě zjištěných informací sestaví a doporučí vhodné konstrukční opatření, jako jsou opravy nebo modernizace, tak aby bylo možné dosáhnout zbytkové životnosti konstrukce.

c) Řízení rizik

Řízení je alternativní, někdy výhodnější způsob než provést koncepční návrh konstrukčních opatření. Spočívá v řízení nebo snížení velikosti rizik například tím, že lze vhodným způsobem omezit zatížení, změnit způsob využívání konstrukce a zavedení monitorování během provozu a kontrolního režimu.

Vývojový diagram obecného postupu hodnocení existujících konstrukcí:



3.2 Diagnostické metody

Tato kapitola stručně prezentuje diagnostické metody zkoušení vlastností materiálů i konstrukcí, které se běžně používají u nás i v zahraničí.

Diagnostické metody lze rozdělit podle několika hledisek. Nejčastější a nejvhodnější je dělení podle velikosti poškození diagnostikované konstrukce na:

- nedestruktivní
- semidestruktivní
- destruktivní

3.2.1 Nedestruktivní zkoušky

Nedestruktivní zkušební metody většinou konstrukci nijak nepoškodí, zkouší se pouze na povrchové části, kterou je u některých druhů zkoušek potřeba začistit nebo upravit sbrušením, popřípadě mohou vzniknout vrypy nebo vtisky.

Tyto metody také můžeme rozdělovat podle fyzikálních principů, na kterých jsou založeny (měří se jimi rozdílné veličiny) nebo naopak podle měřené veličiny, která je měřena různými principy.

Zkoušky založené na fyzikálním principu zkoušení:

a) Tvrdoměrná metoda:

Metody, které jsou založeny na měření tvrdosti povrchu materiálu a stanovení korelačního vztahu mezi tvrdostí materiálu a jeho pevností.

Lze dále dělit na:

- vrypové
- vtiskové
- odrazové

b) Elektrodynamické metody

Jsou založeny na snímání a vyhodnocování účinků mechanického vlnění, vyvolaného ve zkoušeném materiálu mechanickým podnětem

Tyto metody zahrnují:

- ultrazvukovou metodu – stanovení kvality betonu a vnitřních nehomogenit
- rezonanční metodu – stanovení dynamických modulů pružnosti

- metodu fázových rychlostí – dynamické charakteristiky vozovek a podloží
- metodu tlumeného rázu – tuhost a únosnost vrstev vozovek a podloží
- metodu mechanické impedance – určení modulů pružnosti u vazkopružných materiálů
- metodu akustické emise – určení rozvoje vnitřních trhlin v materiálu
- impakt-echo metodu – stanovení vnitřních nehomogenit

c) Elektromagnetické metody

Využívají elektromagnetických vlastností zkoušených materiálů.

Řadíme sem:

- elektromagnetické sondy – stanovení profilu a hloubky výztuže v železobetonu
- mikrovlnné – měření vlhkosti
- indukčnostní – měření vlhkosti a tloušťky

d) Elektrické metody

využívají elektrického odporu, stanovení kapacity nebo jiné elektrické vlastnosti u měřeného materiálu

Patří k nim:

- odporové metody – měření vlhkosti, deformací a teplot
- kapacitní metody – měření vlhkosti
- polovodičové metody – měření teplot

e) Radiační metody

jsou založeny na principu zeslabení ionizujícího záření v materiálu nebo moderaci rychlých neutronů na jádrech vodíku. K těmto metodám patří i měření přírodní radioaktivity a radonu v objektech.

- radiografické metody – stanovení polohy výztuže v železobetonu
- radiometrické metody – stanovení objemové hmotnosti a vlhkosti materiálu
- měření radonu – určení koncentrace radonu v půdě a obytných domech

Zjišťování určité měřené veličiny pomocí různých fyzikálních principů:

a) Tenzometrické metody:

Slouží k měření velmi malých změn délek.

- mechanické
- optické
- odporové
- indukčnostní
- kapacitní
- strunové
- bezdotykové

b) Trvanlivostní zkoušky

Tyto zkoušky popisují a zkouší vlivy okolního prostředí působící na konstrukci.

- propustnosti struktury staviva působením kapaliny nebo plynů
- mrazuvzdornost betonů pro určený počet zmrazovacích cyklů
- odolnost betonu proti působení vody a rozmrazovacích látek
- nasákavost staviva jako ukazatel otevřené pórovitosti
- vzlínavost pro popsání schopnosti staviva dopravovat vodu pórovou strukturou
- sorbční vlastnosti – navlhavost, vysychavost
- propustnost vůči tlakové vodě

3.2.2 Semidestruktivní zkoušky

Při používání semidestruktivních metod, tedy částečně destruktivních, zkoušenou konstrukci částečně porušíme, například vrtáním, odtrhem apod. Při stavebně technickém průzkumu musíme pečlivě volit odběrové místo, aby v žádném případě nedošlo k nepříznivému ovlivnění únosnosti nebo stability konstrukce.

Mezi semidestruktivní metody patří:

- jádrové vývrty
 - určené ke stanovení pevnosti betonu nebo zdiva v tlaku
 - určené k vylamovací zkoušce
 - určené ke zkouškám propustností staviv pro kapaliny a plyny
 - určené ke stanovení postupu karbonatace do nitra konstrukce

- odtrhové zkoušky
 - odtrhy povrchových vrstev
 - odtrhy pro získání válce pro zkoušení pevnosti podpovrchových a vnitřních vrstev
- naříznutí zděné stěny pro vložení plochých lisů při zkoušení
 - napjatosti ve svislé stěně
 - modulu pružnosti mezi dvěma plochými lisy
- vrtací zkouška kombinovaná s údery vrtáku při stanovení pevnosti malty ve spárech zdiva
- brusné nebo vrtné metody stanovení pevnosti betonu
- vstřelovací metody pro určování pevnosti betonu z hloubky vstřeleného hřebu
- tvrdoměrné metody vnikající
 - špičákové metody stanovení pevnosti staviva vtlučením špičáku do povrchu betonu
 - mechanické špičáky

3.3 Vybrané diagnostické metody

V této kapitole jsou podrobně popsány diagnostické metody, které jsou nejčastěji používány v laboratořích i v terénu (in- situ), zejména pro zkoušení železobetonových konstrukcí.

3.3.1 Tvrdoměrné metody

Tvrdost je určena odporem zkoušeného materiálu proti tvárné (plastické) deformaci materiálu.

Tyto metody mají v praxi podstatné uplatnění z důvodu jejich rychlosti a jednoduchosti provedení. Musíme si ale uvědomit, že tvrdost nejde jednoznačně definovat jako fyzikální veličinu. Tvrdost se zjišťuje mnoha metodami, které poskytují různé hodnoty tvrdosti i na stejném materiálu. Protože nebyl vytvořen žádný exaktní vztah pro porovnání jednotlivých stupnic a čísel, byly vytvořeny přibližně porovnávací tabulky mezi jednotlivými hodnotami tvrdostí získanými různými metodami.

Podobně nelze také specifikovat obecný vztah mezi zjištěnou tvrdostí a jinými mechanickými vlastnostmi, např. pevností. Proto byly vytvořeny tzv. kalibrační vztahy,

kterými lze vyjádřit pevnost díky stanovené tvrdosti. Takto stanovené pevnosti mají pouze orientační pevnosti.

V současné době jsou nejpoužívanější nedestruktivní metody pro zkoušení betonu.

Mají však jisté omezení:

- zkouší se jen povrchová vrstva betonu
- zkouší se vlastnosti betonu, o kterých se předpokládá, že jsou v těsném korelačním vztahu ke sledované vlastnosti
- spolehlivost výsledků je dána na přesnosti měření a velikosti chyb
- počet zkušebních míst v závislosti na zvolené pravděpodobnosti nesou riziko omylu
- přístupností povrchu konstrukce, vlhkostí betonu, stáří betonu, homogenita, apod.

Pro odpovědné provádění zkoušek je třeba se řídit příslušnými normami ČSN a to konkrétně ČSN 73 1370 a ČSN 73 1373.

3.3.1.2 Metoda Schmidových tvrdoměrů

Nejčastější tvrdoměrná metoda je metoda Schmidových tvrdoměrů (typ N, L, M - podle vyvozené energie).

Systém všech tvrdoměrů je stejný. Skládají se z pružiny, razníku, beranu, pružin a vlečného ukazatele s měřítkem. Při zatlačení razníku a uvolnění závěsu beran dopadne na razník, odrazí se a posune vlečný ukazatel na měřítku do místa, které je hodnotou velikosti odrazu. Velikost odrazu je závislá na poloze tvrdoměru, základní poloha je vodorovná.



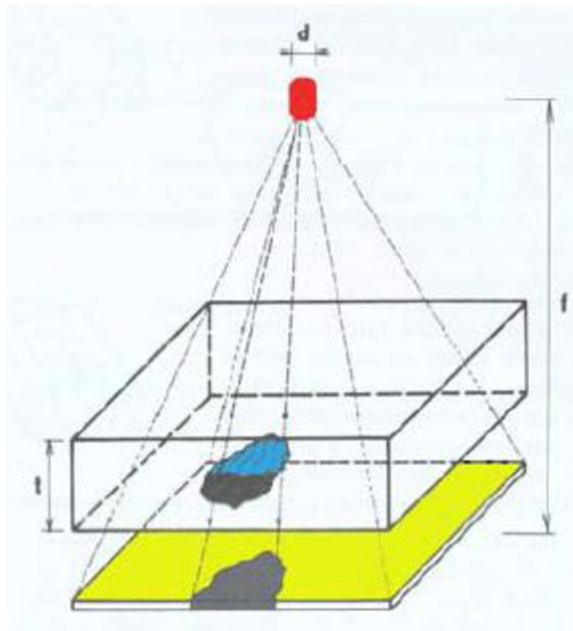
Obrázek 1 - Schmidtův tvrdoměr

3.3.2 Radiografická metoda

V diagnostice se používá na konstrukce, kde potřebujeme zjistit vnitřní strukturu konstrukce, ale nechceme ji poškodit. Používá se zejména ke zjištění polohy, četnosti a průměru výztuže u železobetonových prvků a také u předpjatých konstrukcí pro stanovení průběhu, množství a kvality zainjektování předpínací výztuže.

Radiografické metody využívají ionizující záření (rentgenové záření, gama záření), které má schopnost procházet prostředím materiálu, ve kterém postupně slábne. Míra zeslabení prošlého záření závisí na velikosti hustoty toku záření, energii záření, objemové hmotnosti, chemické složení, a tloušťce prozařované látky.

Záření, které projde skrz daný prvek, je zachycováno nejčastěji na radiografický film o rozměrech 0,3x0,4 m. Můžeme ale použít i jiné materiály jako například fluorescenční stínítko, xerografická deska a radiometrické měření. Energie záření používaná při této metodě se pohybuje od 300 kV do 6 MeV. Obecně se jako nejpoužívanější zdroj záření používá gamazářič Co60 o energii 1,25 MeV, který je schopný prozářit železobetonovou konstrukci do tloušťky 0,5m (záleží také na aktuální aktivitě zářiče A). U železobetonu se výztuž na radiografický film promítne jako světlejší stopy zmenšeného zčernání.



Obrázek 2 : Centrální projekce

3.3.2.1 Volba míst radiografické kontroly

Zkušební místa obvykle určuje statik, kvůli provedení statického výpočtu, po domluvě s diagnostickým týmem. Výztuž se zpravidla kontroluje v místech s největšími ohybovými momenty a posouvajícími silami. Např. u trémových prvků se kontroluje spodní tahová výztuž uprostřed rozpětí a smyková výztuž u líce podpory.

3.3.2.2 Volba geometrie prozařování

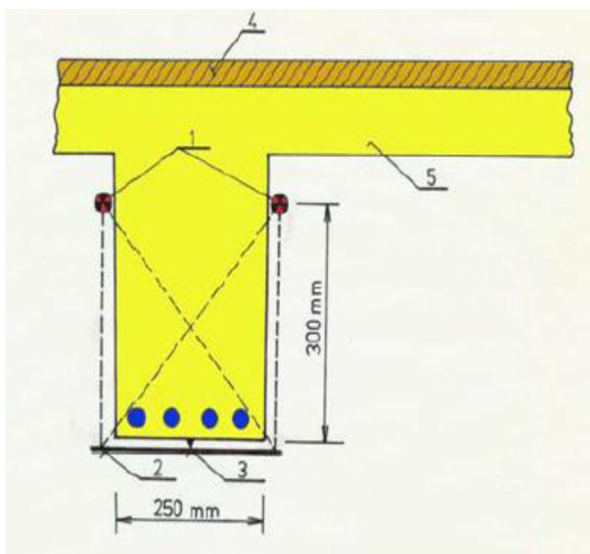
Podle typu konstrukce se musí volit vzdálenost ohniska tak, aby radiografický film zachytil záření celou svou plochou.

a) trémové konstrukce

Přesné místo uložení a profil výztuže se stanoví stereoskopickým snímkováním průřezů nejprve z jedné strany a následně z druhé ze dvou ohnisek, které mají být vzdáleny asi 200mm. Při šířkách větších než cca 250mm se musí zářiče umístit do vrtů uvnitř trému tak, aby opět mezi nimi bylo alespoň 200mm. Tento postup lze aplikovat pro trámy různých šířek.

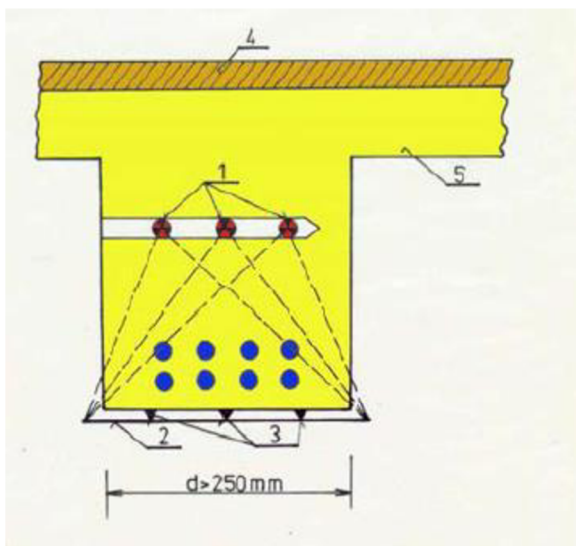
Smyková výztuž u podpory se zjistí bočním prozářením, kde musí být ohnisková vzdálenost alespoň 800mm.

U železobetonových desek tloušťky 100 až 200mm musíme nejprve odstranit podlahu nejméně v obdélníku 800 x 600mm. Na tuto plochu položíme čtyři radiografické filmy, označené olověnými značkami a pod desku umístíme zdroj záření tak aby byl 800mm vzdálený od filmu. Po zhotovení prvního snímku posuneme zářič opět o 200mm a vytvoříme druhý snímek pro novou čtveřici filmů se zachováním polohy olověných značek.



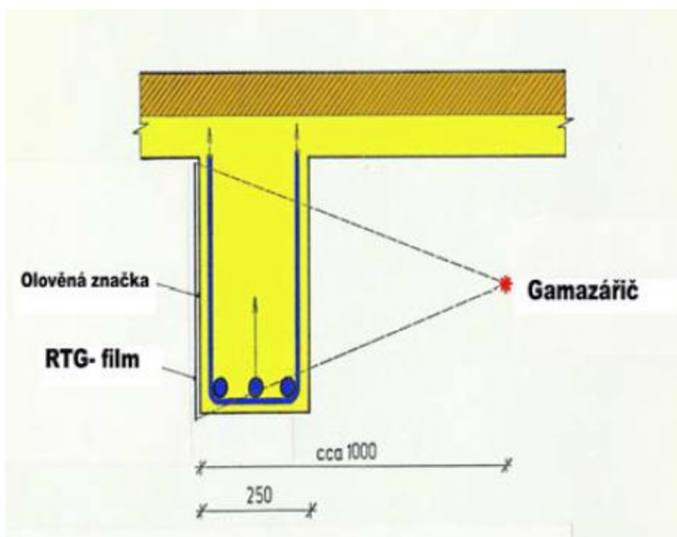
(1- ohnisko, 2 – radiografický film, 3 – olověná fixační značka, 4 – konstrukce podlahy, 5 - nosná konstrukce)

Obrázek 3: Snímkování trému do šířky 250mm

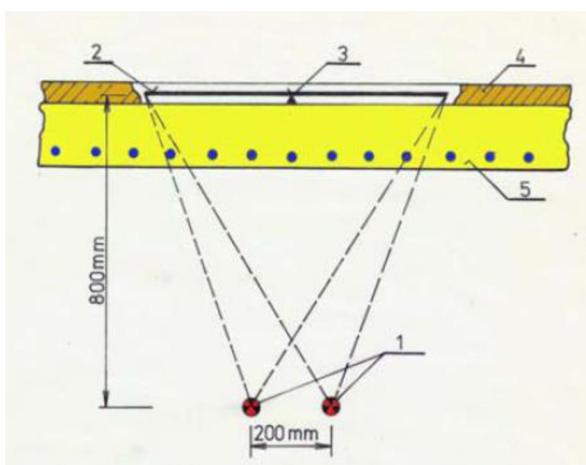


(1- ohnisko, 2 – radiografický film, 3 – olověná fixační značka, 4 – konstrukce podlahy, 5 - nosná konstrukce)

Obrázek 4: Snímkování trámu nad 250mm



Obrázek 5: Snímkování smykové výztuže

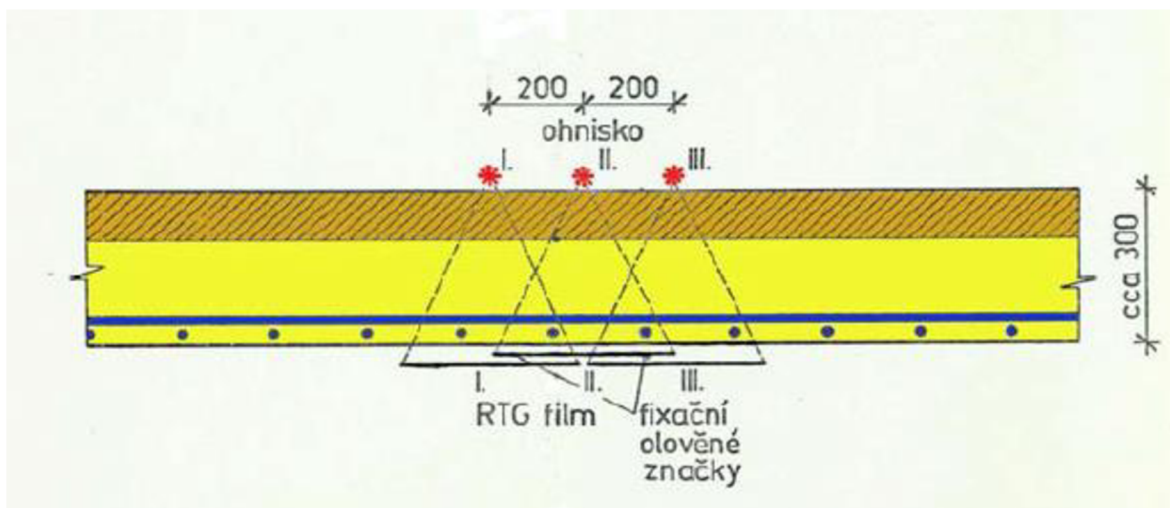


(1- ohnisko, 2 – radiografický film, 3 – olověná fixační značka, 4 – konstrukce podlahy, 5 - nosná konstrukce)

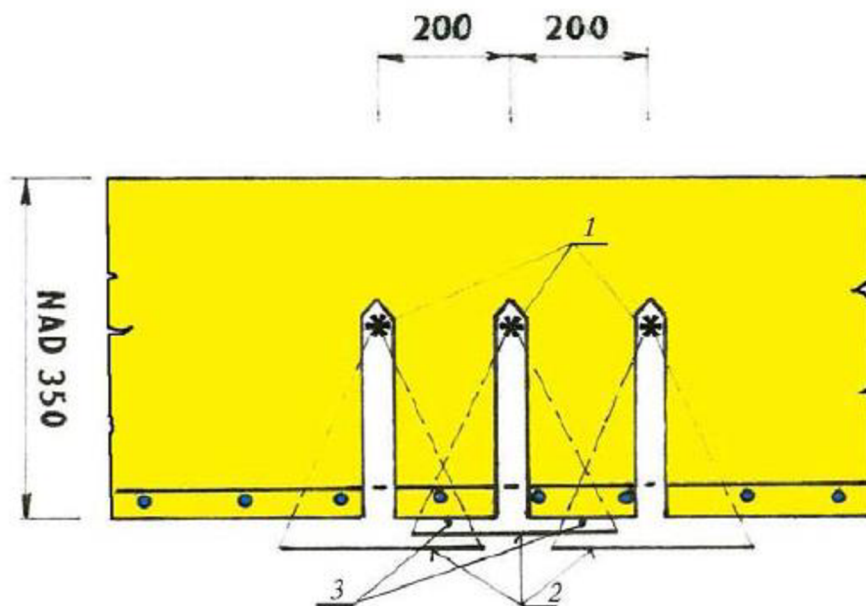
Obrázek 6: Snímkování výztuže ve stropní desce

b) Železobetonové desky

U desek tloušťky 300 až 350mm lze výztuž snímkovat přiložením radiografických filmů na líc desky a zdroj záření položit na konstrukci. Výztuž se snímkuje stereoskopicky tak, že provedeme nejméně tři focení: 1. uprostřed a poté posuneme ohnisko 200mm vlevo a 200mm vpravo. Při větších tloušťkách se zdroje vkládají do vývrtů, které jsou následně uzavřeny radiografickým filmem



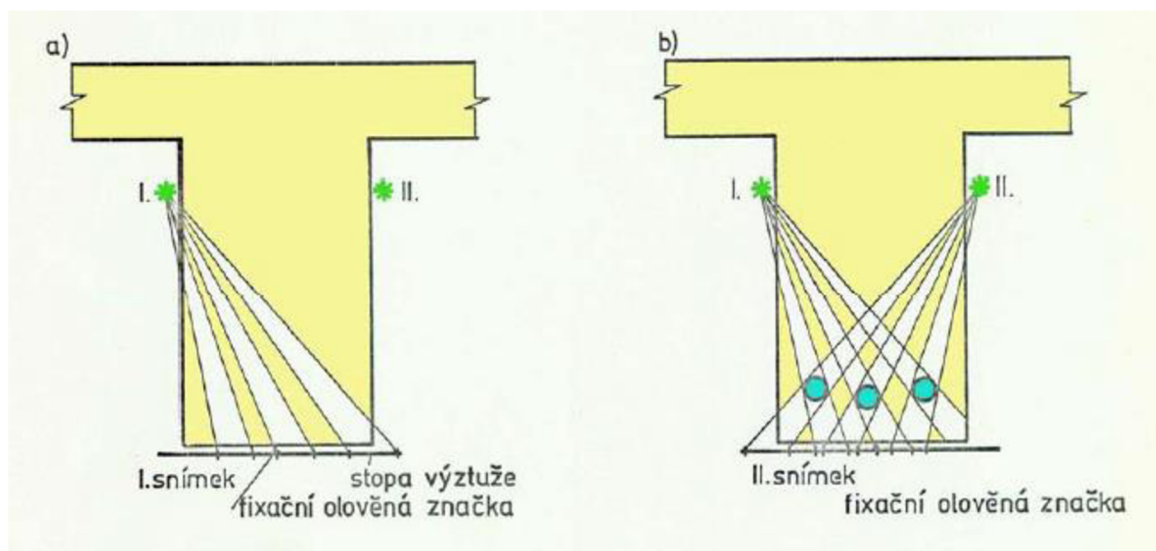
Obrázek 7: Snímkování deskové konstrukce do tloušťky 350mm



Obrázek 8: Snímkování deskové konstrukce tloušťky nad 350mm

3.3.2.3 Vyhodnocení radiografických zkoušek

Nejčastěji se rozložení výztuže v průřezu zjišťuje pomocí geometrie, při které bylo měření provedeno, na papír. Na zobrazeném profilu se vyznačí olověné značky a od něj se vynesou stopy výztuže, které se následně spojí s ohnisky a na průsečících dostáváme výslednou polohu a profil výztuže.



Obrázek 9: Postup při vyhodnocování radiogramů

3.3.3 Jádrové vývrty

Jádrové vývrty se z diagnostikované konstrukce odebírají zvláště pro stanovení vlastností staviva, ale také pro určení jednotlivých vrstev podlahy. Vývrtová soustava se skládá z vrtačky a stojanu. Stojan je vybaven držákem, do kterého lze upevnit vrtačku do svislé, vodorovné i šikmé polohy. Vrtačka je vybavena speciálními dutými válci, opatřenými na spodní straně vrtáku tvrdokovovými případně diamantovými břity. Břity jsou většinou v průběhu vrtání ochlazovány vodou.

Dle ČSN EN 12504-1 se počet vývrtů určí z velikosti a členitosti dané konstrukce a jejich umístění se volí v závislosti na následujících konstrukčních důsledcích: odběr provést z míst největšího tlakového namáhání; přednostně z míst, kde je minimum výztuže; ne v blízkosti spár nebo hran betonových prvků. Z požadavků na jádrový vývrt můžeme volit z nejrůznějších průměrů vrtáku. Nejčastější jsou 25, 50, 100, 150 mm, mohou se však použít i mezilehlé průměry. Obecně by měl být průměr co nejmenší, z důvodu minimálního zásahu do konstrukce, naopak by měl mít dostatečně velký průměr kvůli struktuře betonu. Vrt se

podle účelu provádí do požadované hloubky, vrták se vyjme a jádrový vývrt (válec) se opatrně vylomí z vrtu. Důležitá je také úprava jádrových vývrtů pro následné zkoušky v laboratořích. Tělesa o průměru 50,100 a 150 mm slouží převážně ke kontrole pevnosti v tlaku. Vývrty se na pile diamantovým kotoučem uříznou na požadovanou délku a obě plochy se jemně obrousí a zkontroluje se rovnoběžnost obou tlačných ploch. Po zvážení vzorku se přejde k samotné zkoušce, to znamená, že se provede tlaková zkouška válcové pevnosti v lisu. V některých případech se také stanovuje doba průchodu ultrazvukových vln a spočítá se rychlost šíření vlny válcem. Obdobně lze také stanovit pevnost v příčném tahu. Menší vývrty o průměru 25 mm a menší se provádí pro stanovení propustnosti betonu pro kapaliny a plyny nebo pro zjištění hloubky zkarbonatovaného betonu.

Jádrové vývrty jsou nedílnou součástí každého diagnostického úkolu, neboť nám stanovují přesné a spolehlivé informace. Často jsou prováděny pro upřesnění hodnot z jiných nedestruktivních zkoušek, například odrazové zkoušky tvrdosti staviv Schmidovým tvrdoměrem.



Obrázek 10: Jádrový vrt



Obrázek 11: Jádrová vrtačka

4. PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část bakalářské práce se věnuje stavebně materiálovému průzkumu nosných konstrukcí pavilonu B Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích na ulici Studentská, č.p. 14.



4.1 Základní údaje

4.1.1 Údaje o zpracovateli

Objednatel: Projekční architektonická kancelář spol. s.r.o.
Ing. Arch. Steinhauserová
Gorkého 11
602 00 Brno

Odpovědný řešitel: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku,
zkoušení a diagnostiku staveb, ČKAIT 1003372
Vysoké učení technické v Brně
Ústav stavebního zkušebnictví
Veveří 95, 602 00 Brno

Odpovědný zástupce

objednavatele: Ing. Ladislav Huryta
Jednatel společnosti, vedoucí projektant
HURYTA s.r.o., Staňkova 557/18a, 602 00 Brno
IČ 25569155, DIČ CZ25569155

4.1.2 Objednávka

Z důvodu revitalizace a plánovaných stavebních úprav byl vznesen požadavek k provedení diagnostických prací na zmiňovaném objektu. Pan Ing. Ladislav Huryta požaduje provedení zkoušek na betonu použitým v konstrukci z důvodu prokázání jeho pevnosti, jaká je uvedena ve výkresové dokumentaci.

Provedení prací požaduje na základě vlastních zkušeností s rekonstrukcí budov postavených v 70. až 80. letech minulého století, kde často bývá reálná pevnost betonu výrazně odlišná, než je uvedeno v projektu a také pro zajištění dostatečného průzkumu, aby nemuseli být realizované nadbytečné práce a neplánované výdaje.

Rozsah prací pan Ing. Huryta sám definoval a určil místa odběrů:

1. -Odběr jádrových vývrtů o průměru 75 mm ze sloupů v 1. PP, 3 ks
-Odběr jádrových vývrtů o průměru 50 mm z trámů stropní konstrukce nad 1. PP, 3 ks
-Odběr Jádrových vývrtů o průměru 50 mm ze stropních desek nad 1. PP (vrty z úrovně 1. PP), 3 ks
2. Výroba zkušebních těles a provedení zkoušek
3. Vyhodnocení výsledků

4.2 Předmět průzkumu

Na základě objednávky byly odpovědným řešitelem a týmem provedeny diagnostické práce stavebně materiálového průzkumu kvality betonů nosných konstrukcí v objektu

budovy pavilónu B v areálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Hlavním cílem diagnostických prací pro zjištění kvality betonů v zabudovaných nosných konstrukcích daného objektu je zjištění objemových hmotností a pevností v tlaku z důvodu přípravy projektové dokumentace objednatele pro provedení celkové revitalizace a stavební úpravy budovy. Dle poskytnuté výkresové dokumentace, příloha P3, budova pochází z roku 1970 a provozně vždy sloužila jako vysokoškolské zařízení. Z těchto informací vyplývá, že stáří hodnoceného betonu v konstrukčních systémech je něco kolem 44 let.

Po domluvě s odpovědným zástupcem objednatele panem Ing. Ladislavem Hurytou byly diagnostické práce in-situ provedeny dne 21. 03. 2014 v rozsahu uvedeném v kapitole 4.1.2 Objednávka. Práce byly omezeny skutečností, že nebylo možné přerušit na fakultě provoz, tedy odběr jádrových vývrtů se prováděl za plného provozu fakulty během výuky letního semestru školního roku 2013/2014.

Při provádění průzkumu a následných laboratorních zkoušek podle požadavků objednávky a po souhlasu objednatele provedeny na daných konstrukčních celcích objektu tyto práce s dílčími cíli:

- 1) Ověření skladby podlah a kvality betonu mezitrámových stropních desek vodorovné nosné konstrukce nad 1. PP objektu vrtanými sondami z úrovně 1. NP. Skladba podlah identifikována vrtanými sondami o průměrech 75 mm. Vzorky betonu stropní desky odebrány jádrovým vrtákem o průměru 45 mm. Na odebraných jádrových vývrtech betonu vodorovné nosné konstrukce realizovány laboratorními zkoušky objemových hmotností a pevností v tlaku.
- 2) Ověření kvality betonu trámů stropní konstrukce nad 1. PP odběrem jádrových vývrtů o průměrech 50 mm s následnými laboratorními zkouškami.
- 3) Ověření kvality betonu nosných sloupů v úrovni 1. PP odběrem jádrových vývrtů o průměrech 75 mm s následnými laboratorními zkouškami.

4.3 Metodika provádění diagnostických prací

Diagnostické in-situ bylo prováděno pouze za účelem odebrání jádrových vývrtů za účelem stanovení skladby podlahy a odebrání vzorků betonu konstrukčních prvků pro následné laboratorní zkoušky. Jádrové vývrty o průměrech 45 mm a 75 mm byly prováděny vrtacím strojem HILTI DD120 z pevného stojanu. Jádrové vrtáky opatřené diamantovými segmenty byly vždy při provádění vrtu chlazeny vodou. Odtékající chladicí kapalina byla

následně odsávána průmyslovým vysavačem. Po odebrání jádrových vývrtů byly deformované místa zapraveny vysokopevnostní výplňovou maltou bez smršnění GROUTEX Pac.

Z důvodu potřeby plného provozu fakulty, musely být diagnostické práce částečně omezeny. Proto byla konkrétní odběrová místa dohodnuta s odpovědným zástupcem objednatele tak, aby bylo minimalizováno narušení stávajícího provozu vysokoškolského zařízení v průběhu letního semestru školního roku 2013/2014.

4.3.1 Skladba podlah a odběr jádrových vývrtů betonu mezitrámových desek

Pro zjištění skladby podlah a kvality betonu mezitrámových železobetonových desek stropní konstrukce nad 1. PP byly provedeny tři odběry jádrových vývrtů na třech různých místech. Ihned po odběru byla místa a vzorky pro popisné účely označeny a zaznamenány jako S1, S2 a S3. Vrty byly prováděny z úrovně 1. NP ve svislém směru, kolmo na podlahu. Nejprve byly provedeny vrtné sondy o průměru 75mm pro stanovení skladby podlahy. Následně byly odebrané vzorky betonu stropní desky, a to jádrovými vývrty o průměru 45 mm.



Obrázek 12: Jádrové vývrty betonu stropní desky, průměr 45mm

Na zmíněných místech byly odebrány tři jádrové vývrty betonu mezitrámových stropních desek, ze kterých bylo vytvořeno celkem 5 válcových zkušebních těles pro laboratorní zkoušky ke zjištění objemové hmotnosti a pevnosti v tlaku.

Jednotlivé odběrové místa S1, S2, S3 jsou zdokumentovaná v příloze P2. Lokalizace poloh odběrových míst je zakreslena v půdoryse 1.NP na obrázku 15. Tabelární zpracování výsledků a vyhodnocení laboratorních zkoušek je souhrnně uvedeno v následující kapitole 4.4 Výsledky a vyhodnocení průzkumu a podrobně v příloze P1.

4.3.2 Odběr jádrových vývrtů betonu trámu

Pro určení kvality betonu trámů železobetonové monolitické stropní konstrukce nad 1. PP byly realizované tři jádrové vývrty na třech různých místech. Průměr vývrtů byl vždy 45 mm. Ihned po odběru byly místa a vzorky označena pro popisné účely jako P1, P2 a P3.



Obrázek 13: Jádrové vývrty betonu trámu, průměr 45 mm

Na těchto místech byly odebrány celkem tři jádrové vývrty betonu trámu a z nich bylo vyrobeno celkem 9 válcových zkušebních těles, na kterých se v laboratoři provedly zkoušky pro určení objemové hmotnosti a pevnosti v tlaku.

Jednotlivé odběrové místa P1, P2, P3 jsou zdokumentovaná v příloze P2. Lokalizace poloh odběrových míst je zakreslena v půdoryse 1.NP na obrázku 16. Tabulární zpracování výsledků a vyhodnocení laboratorních zkoušek je souhrnně uvedeno v následující kapitole 4.4 Výsledky a vyhodnocení průzkumu a podrobně v příloze P1.

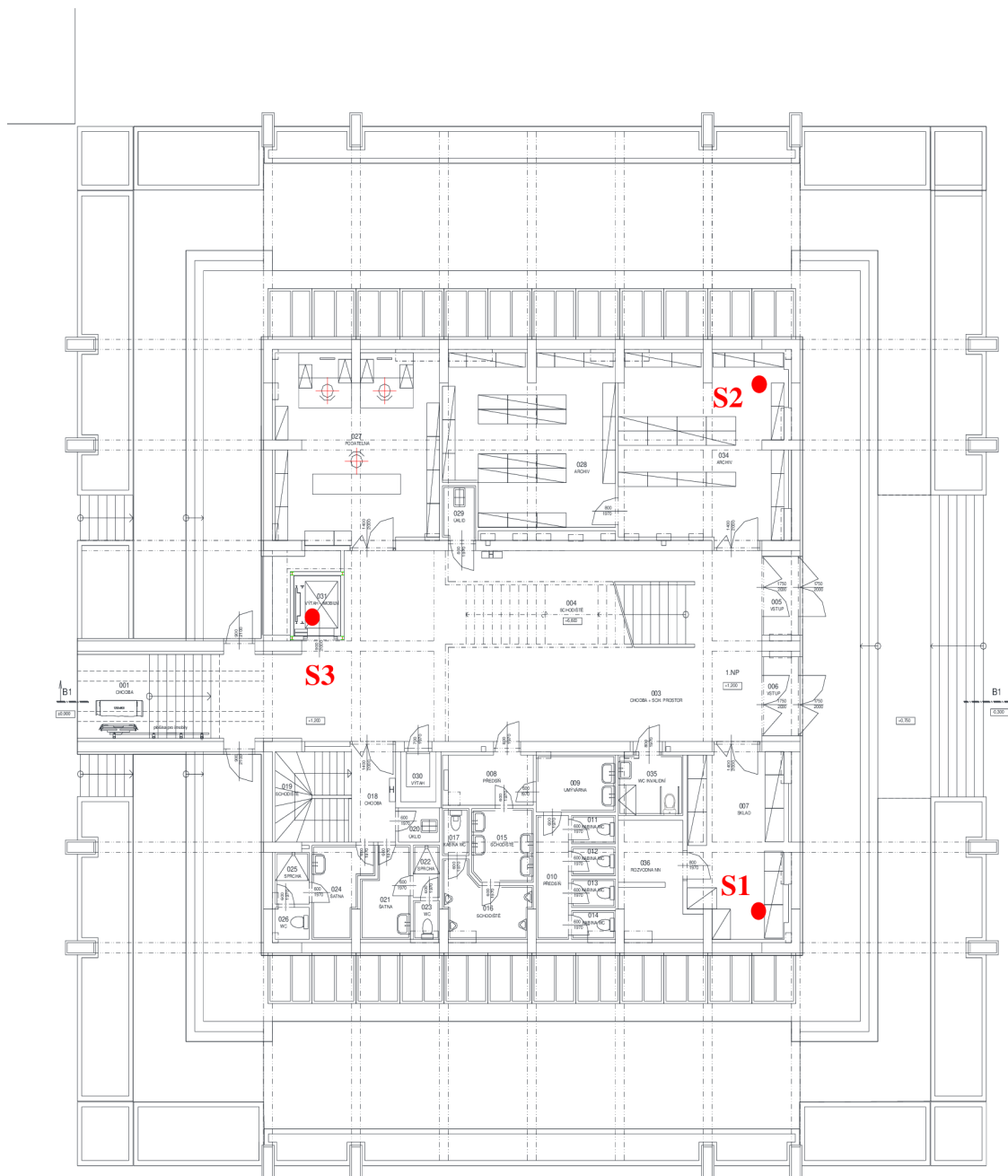
4.3.3 Odběr jádrových vývrtů betonu sloupů

Za účelem ověření kvality betonu nosných sloupů v úrovni interiéru 1. PP byly realizovány tři odběry jádrových vývrtů na třech různých místech o průměru 75 mm. Ihned po odběru byla místa a vzorky pro popisné účely označeny a zaznamenány jako ST1, ST2 a ST3.

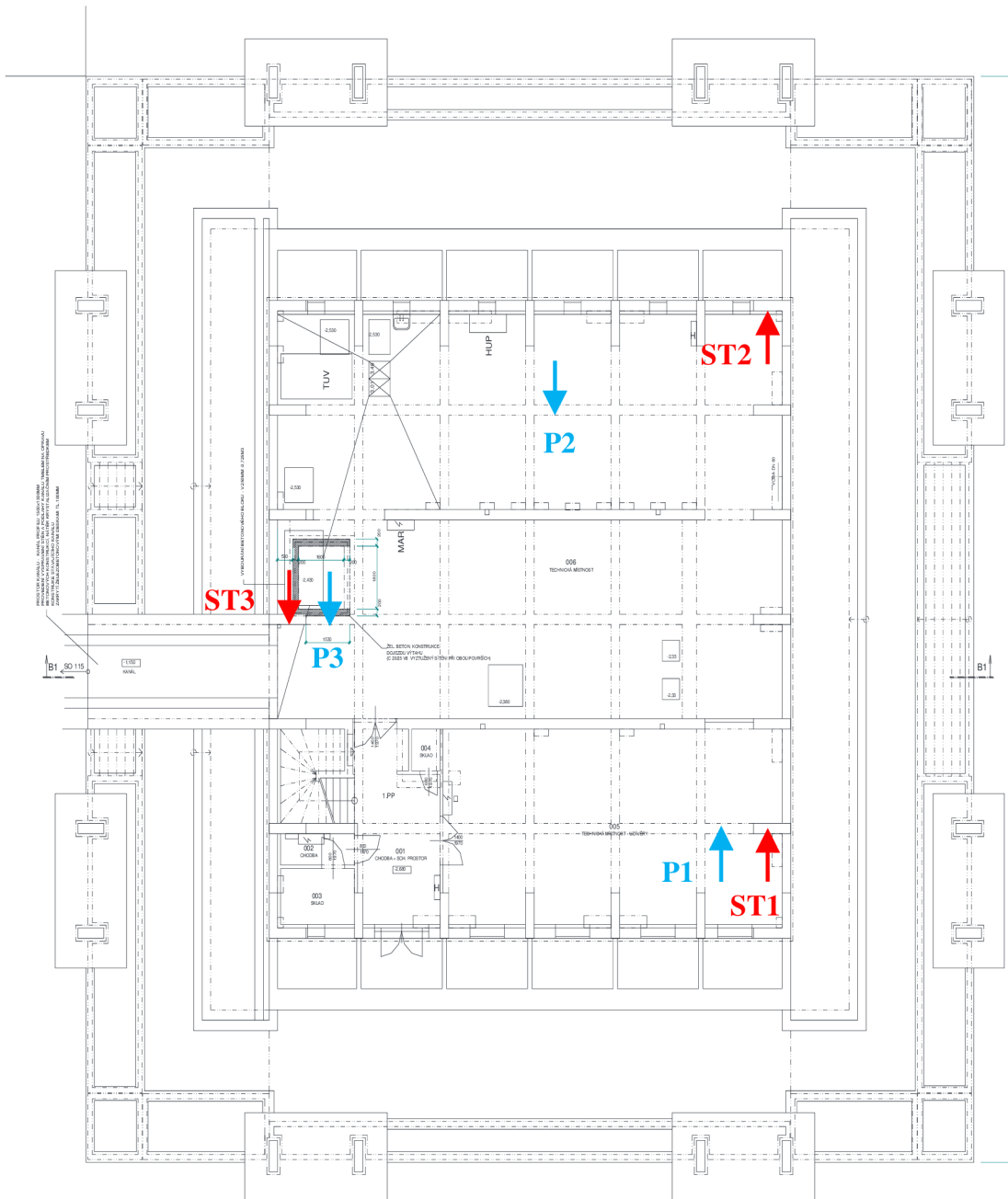


Obrázek 14: Jádrové vývrty betonu sloupů, průměr 75 mm

Jednotlivé odběrové místa ST1, ST2, ST3 jsou zdokumentovaná v příloze P2. Lokalizace poloh odběrových míst je zakreslena v půdoryse 1.NP na obrázku 16. Tabulární zpracování výsledků a vyhodnocení laboratorních zkoušek je souhrnně uvedeno v následující kapitole 4.4 Výsledky a vyhodnocení průzkumu a podrobně v příloze P1.



Obrázek 15: Poloha jádrových vývrtů betonu mezitrámových desek v půdoryse 1. NP



Obrázek 16: Poloha jádrových vývrtů betonu trámů a sloupů v půdoryse 1. PP

4.4 Výsledky a vyhodnocení průzkumu

4.4.1 Struktura betonu odebraných jádrových vývrtů

Struktura betonu odebraných jádrových vývrtů je zdokumentována na obrázcích 12 (stropní deska), 13 (trámy) a 14 (sloupy), které jsou uvedeny v kapitole 4.3 Metodika provádění diagnostických prací. Z těchto vývrtů lze usoudit, že použitý beton jednotlivých konstrukčních prvků má podobnou strukturu. To znamená, že při realizaci železobetonové monolitické nosné konstrukce stropu nad 1. PP a svislých nosných sloupů v 1. PP byla použita jedna receptura čerstvého betonu.

Beton odebraných jádrových vývrtů vykazuje v neporušených částech po délce vývrtu a v řezech ojedinělou porozitu o průměrech do 1 mm. Ve struktuře plniva jsou zastoupeny frakce 0-4, 4-8 mm (kamenivo hutné, těžené – přírodní) a 8-22 mm (kamenivo hutné, drcené – přírodní). Křivka zrnitosti má uspokojující průběh.

Barva vzorků po výšce i v řezu je v šedých odstínech bez výrazných barevných přechodů. Toto svědčí o rovnoměrných a dostatečných dávkách cementu v původní receptuře.

4.4.2 Objemové hmotnosti zatvrdlého betonu

Objemové hmotnosti zatvrdlého betonu odebraných vzorků v suchém stavu byly stanoveny dle ČSN EN 12390-7 Objemová hmotnost zatvrdlého betonu. Výsledky jsou souhrnně uvedeny v tabulce 1 a jednotlivé výsledky jsou uvedeny v příloze P1.

| hodnocený konstrukční celek | Objemová hmotnost ρ [kgm ⁻³] | | | |
|--|---|------|--------|--------------|
| | Interval hodnot | | Průměr | Počet vzorků |
| | Min. | Max. | | |
| SLOUPY (vývrty ST1, ST2, ST3) | 2210 | 2140 | 2220 | 6 |
| DESKY (vývrty S1, S2, S3) | 2210 | 2260 | 2230 | 5 |
| TRÁMY (vývrty P1, P2, P3) | 2220 | 2270 | 2250 | 9 |

Tabulka 1: Souhrnná tabulka objemových hmotností posuzovaných betonů

4.4.3 Krychelná pevnost zatvrdlého betonu v tlaku f_c

Krychelná pevnost zatvrdlého betonu byla stanovena dle ČSN EN 137971 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích na válcových tělesech o délkách přibližně stejných s jmenovitým průměrem. Výsledky měření jsou souhrnně uvedeny v tabulce 2 a jednotlivé výsledky jsou uvedeny v příloze P1

| hodnocený beton | Krychelná pevnost $f_{c,cube}$ [N.mm ⁻²] | | | |
|--|--|------|--------|--------------|
| | Interval hodnot | | Průměr | Počet vzorků |
| | Min. | Max. | | |
| SLOUPY (vývrty ST1, ST2, ST3) | 24,9 | 29,4 | 27,1 | 6 |
| DESKY (vývrty S1, S2, S3) | 27,0 | 32,4 | 29,5 | 5 |
| TRÁMY (vývrty P1, P2, P3) | 29,7 | 34,4 | 32,1 | 9 |

Tabulka 2: Souhrnná tabulka krychelných pevností posuzovaných betonů

4.4.4 Statistické hodnocení pevnostních parametrů zatvrdlého betonu

Statistické hodnocení pevnostních parametrů zatvrdlého betonu odebraných jádrových vývrťů bylo provedeno vyhodnocením charakteristické pevnosti betonu v tlaku $f_{ck,cube}$ [MPa] podle metodiky ČSN ISO 13822, článek NA.2.6. Součinitel odhadu 5% kvantilu byl převzat z tabulky NA.2 citované normy. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v tabulce 3 a celkové hodnocení je uvedeno v příloze P1.

| hodnocený beton | $f_{ck, cube}$ [MPa] | Pevnostní třídy (značky) | | |
|--|----------------------|--------------------------|------------|---------------|
| | | ČSN 736206 | ČSN 731205 | ČSN EN 206 |
| SLOUPY (vývrty ST1, ST2, ST3) | 23,7 | 250 | B20 | C16/20 |
| DESKY (vývrty S1, S2, S3) | 26,1 | 250 | B25 | C20/25 |
| TRÁMY (vývrty P1, P2, P3) | 29,2 | 250 | B25 | C20/25 |

Tabulka 3: Souhrnná tabulka statistického hodnocení posuzovaných betonů

V původní výkresové dokumentaci objektu je uvedena značka betonu B 250. Odebrané vzorky z jednotlivých částí konstrukce tak podle tabulky s dostatečnou až vysokou rezervou odpovídají původním předpokladům projektové dokumentace.

4.4.5 Skladby podlah

V odběrových místech v 1. NP byla provedena identifikace složení podlahy, která je fotograficky zdokumentovaná v příloze P2 a souhrnně popsána v tabulce 4. Ověřovaná tloušťka stropních mezitrámových desek odpovídá tloušťce navrhnuté v původní projektové dokumentaci.

| Skladby podlah v odběrových místech S1, S2, S3 | | | | | | |
|--|-----------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------|-----|
| odběrové místo | | identifikovaná skladba | | | | |
| | | popis | | tloušťka t [mm] | | |
| | | | | jednotlivá | celkem | |
| S1 | skladba podlahy | 1 | keramická dlažba | 8 | 183 | 353 |
| | | 2 | cementový potěr jemnozrný, vrstva 1 | 30 | | |
| | | 3 | cementový potěr jemnozrný, vrstva 2 | 65 | | |
| | | 4 | cementový potěr hrubozrný | 80 | | |
| | tloušťka NK | 5 | mezitrámová deska | 170 | 170 | |
| S2 | skladba podlahy | 1 | keramická dlažba | 8 | 168 | 338 |
| | | 2 | cementový potěr jemnozrný | 95 | | |
| | | 3 | cementový potěr hrubozrný | 65 | | |
| | tloušťka NK | 4 | mezitrámová deska | 170 | 170 | |
| S3 | skladba podlahy | 1 | kamenná dlažba | 32 | 150 | 320 |
| | | 2 | cementový potěr jemnozrný | 65 | | |
| | | 3 | cementový potěr hrubozrný | 53 | | |
| | tloušťka NK | 4 | mezitrámová deska | 170 | 170 | |

Tabulka 4: Skladby podlah stropu nad 1. PP (podlaha 1. NP)

5. ZÁVĚR

V průběhu měsíce března roku 2014 byl proveden stavebně materiálový průzkum kvality betonů vybraných konstrukčních prvků vodorovné nosné konstrukce nad 1. PP a svislých nosných konstrukcí v 1. PP v objektu budovy pavilónu B v areálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Podle provedení požadovaných prací a laboratorních zkoušek, jejichž výsledky jsou uvedeny v souhrnných tabulkách a přílohách, lze usoudit, že všechny parametry odpovídají původní výkresové dokumentaci. Lze tedy říct, že pro statický výpočet nově navrhovaných částí budovy a pro revitalizaci se můžou uvažovat hodnoty z původní výkresové dokumentace.

5.1 Doporučení

V obsahu objednávky nebyl požadavek na ověření vyztužení jednotlivých konstrukčních částí. Při statickém výpočtu jsou poloha výztuže a její množství velmi důležité informace a před prováděním stavebních úprav bych tyto údaje doporučil ověřit například radiografickou metodou nebo za použití elektromagnetické sondy.

6. LITERATURA A POUŽITÉ PODKLADY

Odborná literatura:

- [1] Schmid P. a kol.: Základy zkušebnictví, skriptum FAST VUT v Brně, CERM 2001
- [2] Schmid. P. a kol.: Zkušebnictví a technologie – modul BI02-M02 Stavební zkušebnictví
- [3] Anton O. a kol.: Zkušebnictví a technologie – modul BI02-M04 Laboratorní cvičení
- [4] Hobst L. a kol.: Diagnostika stavebních konstrukcí, studijní opora

Normy:

- [5] ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí
- [7] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích, část 1 : Vývrtý
- [8] ČSN EN 12390-3 Beton. Pevnosti v tlaku zkušebních těles
- [9] ČSN EN 12390-7 Objemová hmotnost zatvrdlého betonu
- [10] ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových konstrukcích

Podklady:

- [11] Objednávka na provedení a vyhodnocení stavebně materiálového průzkumu kvality betonů, PAVILON B ZF JU České Budějovice, HURYTA s.r.o., březen 2014
- [12] Fotodokumentace vyhotovená posuzovateli při provádění diagnostických prací in-situ, 21. 3. 2014
- [13] Fotodokumentace struktury betonu odebraných vzorků jádrových vývrtů vyhotovená posuzovateli při provádění laboratorních zkoušek, 24. 3 – 27. 3. 2014
- [14] Výsledky a vyhodnocení laboratorních zkoušek objemových hmotností a pevností betonu v tlaku, 28. 3. 2014
- [15] Zakreslení stávajícího objektu, výkres ve formátu PDF, poskytnuto objednatelem
- [16] Kopie původní výkresové dokumentace 1. PP ve formátu PDF, Stavoprojekt, 1970, poskytnuto objednatelem

7. SEZNAM PŘÍLOH

P1 – tabelární zpracování výsledků

P2 – fotodokumentace