



# 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 KONSTRUKCE

SURVEY AND DIAGNOSTICS OF BUILDING CONSTRUCTION

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Haloun

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ ANTON, Ph.D.

BRNO 2018



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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


### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Jan Haloun
<b>Název</b>	Stavební průzkum a diagnostika konstrukce
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Ondřej Anton, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

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



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

## **PODKLADY A LITERATURA**

Cikrle, P. a kol. Diagnostické metody ve stavebnictví. Studijní opora, VUT v Brně FAST, 2011  
Adámek, J., Hobst, L., Cikrle, P., Schmid, P. Diagnostika stavebních konstrukcí. Studijní opora, VUT v Brně FAST, 2005.

Holický, M. a kol. Příručka pro hodnocení existujících konstrukcí. 1. vydání Praha: ČVUT, 2007.

Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů. Skriptum VUT v Brně FAST, CERM Brno, 2002

Pume, D., Čermák, F. a kol.: Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Praha, Arch 1998.  
ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí a další platné normy.

Projektová dokumentace a podklady od vlastníka objektu.

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Cílem práce je provedení prohlídky, předběžného průzkumu a zhodnocení stavu vybraného objektu před rekonstrukcí.

Teoretická část:

Rešerše literatury - obecný systém hodnocení existujících konstrukcí, metodika průzkumu vodorovných a svislých nosných konstrukcí dle materiálů a typů konstrukcí řešených v rámci praktické části.

Praktická část:

Prvotní prohlídka objektu, dokumentace stavu a poruch.

Identifikace a popis svislých a vodorovných nosných konstrukcí.

Předběžné hodnocení stavu, sestavení plánu stavebně statického průzkumu.

Provedení a vyhodnocení zkoušek in situ a laboratorních zkoušek materiálů odebraných z konstrukcí (rozsah bude upřesněn až v rámci průzkumu). Přehledné zpracování výsledků průzkumu včetně jednoduché schématické výkresové dokumentace. Ideový návrh opatření, pokud vyplynou z výsledků hodnocení.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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).



---

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

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se v první teoretické části zabývá metodami pro diagnostiku železobetonových konstrukcí a jejich praktickou aplikací. V teoretické části jsou popsány metody dnes používané při diagnostice železobetonových konstrukcí se zaměřením na metody použité v praktické části. Praktická část se věnuje vlastnímu průzkumu železobetonové konstrukce a jeho vyhodnocení. Předmětem praktické části bylo zjištění pevnostní třídy betonu a skutečného vyztužení jednotlivých vybraných prvků.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Ocelová výztuž, železobeton, beton, diagnostika, stavebně technický průzkum, sloup, průvlak, skořepina, destruktivní metody, nedestruktivní metody, vady, poruchy, koroze, HILTI PS1000, Profometer PM-630, karbonatace, pevnost v tlaku

## **ABSTRACT**

The topic of the first part of this bachelor thesis covers the methods of diagnostics of reinforced concrete constructions and their practical application. In the theoretical part are described the methods currently used with diagnostics of reinforced concrete constructions with focus on methods used in practical part. The practical part covers the survey of reinforced concrete constructions and its evaluation. The main objects of the practical part were the detection of the strength class of concrete and real reinforcement of certain elements.

## **KEYWORDS**

Steel reinforcement, reinforced concrete, concrete, diagnostic, building survey, column, girder, monocoque, destructive method's, non-destructive method's, defects, faults, rust, HILTI PS1000, Profometer PM-630, carbonation, tensile strength

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Jan Haloun *Stavební průzkum a diagnostika konstrukce*. Brno, 2018. 119 Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce Ing. Ondřej Anton, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

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

V Brně dne 24. 5. 2018



---

Jan Haloun  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2018



---

Jan Haloun  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ondřeji Antonovi, Ph.D. za jeho pomoc, rady, a poskytnuté materiály pro zpracování této práce. Děkuji také panu Ing. Petru Žíttovi za umožnění provedení praktické části a poskytnutí podkladů o daném objektu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat také panu doc. Ing. Petru Cikrlovi, Ph.D., Ing. Věře Heřmánkové, Ph.D. a Ing. Daliboru Kocábovi, Ph.D. za užitečné tipy pro vypracování této závěrečné bakalářské práce.

# Obsah

.....	2
1 Úvod .....	1
1.1 Cíle práce .....	1
2 Stavebně technický průzkum .....	2
3 Diagnostika .....	3
3.1 Kdy je diagnostika potřebná .....	3
3.2 Zjišťované materiálové charakteristiky .....	3
3.2.1 Vlastnosti betonu a příklad jejich zjišťování .....	3
3.2.2 Vlastnosti oceli a příklad jejich zjišťování .....	4
3.2.3 Vady a poruchy železobetonových konstrukcí .....	4
4 Metodika zkoušení železobetonových konstrukcí .....	5
4.1 Zkoušky betonu .....	5
4.1.1 Zjištění pevnosti betonu v tlaku na jádrových vývrtech .....	5
4.1.2 Zjišťování pevnosti betonu v tlaku odrazovými tvrdoměry .....	12
4.1.3 Ultrazvuková impulsní metoda .....	14
4.2 Zjišťování výztuže .....	17
4.2.1 Radiografie .....	17
4.3 Elektro-magnetické indikátory .....	18
4.3.1 Profometer PM-630 .....	18
4.4 Georadar .....	19
4.4.1 HILTI PS1000 .....	19
4.5 Sekané sondy .....	21
5 Předmět .....	22
6 Objekt .....	22
6.1 Účel diagnostického průzkumu .....	25
6.1.1 Zkoumané nosné prvky .....	25
7 Provedené sondy .....	27

7.1	Jádrové vývrty.....	27
7.1.1	Vývrty ze sloupů.....	27
7.1.2	Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku sloupů na základě odebraných jádrových vývrtů .....	38
7.1.3	Vývrty z prvků střešní konstrukce .....	39
7.1.4	Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku střešních prvků na základě odebraných jádrových vývrtů .....	50
7.1.5	Celkové shrnutí kvality betonu nosných prvků .....	51
7.2	Vyztužení vybraných prvků .....	53
7.3	Vyztužení svislých sloupů.....	53
7.4	Vyztužení dílčích částí střešní konstrukce .....	72
8	Závěr.....	106
9	Bibliografie.....	107
10	Seznam obrázků.....	109
11	Grafy.....	120
12	Tabulky .....	120
13	Schéma .....	120

# 1 Úvod

Diagnostika stavebních konstrukcí jako taková není ve všeobecném povědomí příliš známá, ale je stále více vyžadována. Hraje hlavní roli při rekonstrukcích stávajících objektů, či změně jejich využití, ale často je vyžadována i při výstavbě nových konstrukcí. Jejím hlavním účelem je zhodnocení kvality zkoušené konstrukce, jehož výstup slouží pro případné sanační opravy.

Celá tato práce je rozdělena do dvou částí. První část tvoří teoretický popis a charakteristiky metod zkoušení železobetonových konstrukcí za účelem stanovení především pevnosti betonu v tlaku, vyztužení jednotlivých železobetonových nosných prvků a jejich vyhodnocení.

Teoretická část se podrobněji zaměřuje na ty metody, které byly použity při praktické části. Na první část plynule navazuje část druhá, která je svým obsahem zaměřena na již zmíněnou praktickou aplikaci metod. V této části byl proveden podrobný diagnostický průzkum vybraných prvků železobetonového skeletu, ze kterého vycházejí uváděné zjištění.

## 1.1 Cíle práce

Cílem první části práce bylo vypracovat a charakterizovat metody zkoušení železobetonových konstrukcí, které jsou používané v dnešní době, se zaměřením na stanovení pevnosti betonu v tlaku a zjišťování vyztužení železobetonových prvků. Z důvodu mnoha již stojících staveb a nově stavěných staveb je tato problematika velice aktuální, a dá se říci, že již nezbytná.

Druhá část práce je věnována diagnostickému průzkumu masivního železobetonového skeletu halového objektu. Ze získaných zjištění z průzkumu byla vypracována zpráva popisující aktuální stavebně technický stav objektu.

## 2 Stavebně technický průzkum

Stavebně technický průzkum (STP) slouží k odzkoušení a zhodnocení stavu stavebních konstrukcí primárně ze statického hlediska. Může být však zaměřen na zjištění stavu jak celých konstrukcí, tak jejich částí, ale i materiálů, ze kterých je zhotoven.

V důsledku rozličnosti každého stavebního objektu neexistuje univerzální způsob, podle kterého by se daly zkoušet všechny konstrukce stejně. Z toho vyplývá, že každý diagnostický průzkum je originální, a musí se přizpůsobit charakteru konkrétního objektu.

Je nezbytné, aby stavebně technický průzkum prováděli lidé, kteří jsou k této problematice způsobilí. Mezi tyto osoby patří diagnostici s odbornou způsobilostí, kteří mají pro tuto činnost úřední oprávnění. Mohou to být autorizovaní inženýři z oboru zkoušení a diagnostiky staveb, popřípadě z oboru statik. [1]

Výstupem každého provedeného průzkumu je závěrečná zpráva, která vypovídá o stavu zkoušeného objektu. Tato zpráva může být vypracována ve třech stupních:

- Předběžný STP pro potřeby zadávací studie, modernizace apod.
- Podrobný STP pro zpracování statických výpočtů a projektové dokumentace
- Speciální a doplňující STP pro doplnění podrobného STP a řešení změn z úprav při realizaci stavebních prací [1]

Výsledná zpráva by měla obsahovat následující body:

- Úvod se základními údaji o objektu, rozsah a zaměření průzkumu včetně potřebných právních podkladů
- Zhodnocení vodorovných nosných konstrukcí dle materiálu
- Zhodnocení svislých nosných konstrukcí
- Podrobné posouzení krovu a střešního pláště
- Zjištění a popsání vlhkostního režimu objektu
- Podrobný popis stavu základových konstrukcí objektu
- Inženýrsko-geologického zhodnocení podzákladí objektu
- Závěrečné zhodnocení stavu objektu s doporučením k provedení sanačních prací dle zjištění na základě STP
- Doporučení na případné provedení doplňujícího průzkumu objektu nebo vybraných částí [1]

Přesné postupy STP uvádí norma ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

## 3 Diagnostika

### 3.1 Kdy je diagnostika potřebná

Jak už bylo zmíněno výše, diagnostika je potřebná jak u stávajících objektů, tak i těch nově vznikajících. Důvody jejího provedení jsou:

#### a) Nové konstrukce

- Pochybnost o kvalitě provedení konstrukce (vyztužení, kvalita betonu atd.)
- Kontrola provedení dle projektové dokumentace
- V havarijních případech zjištění příčiny kolapsu

#### b) Stávající konstrukce

- V případě projevení poruch ohrožující spolehlivost konstrukce
- Při požadavku zavedení jiného provozu, než se kterým bylo uvažováno při vypracovávání návrhu konstrukce
- Při zaznamenání materiálové degradace v důsledku působení vnějších vlivů

### 3.2 Zjišťované materiálové charakteristiky železobetonu

#### 3.2.1 Vlastnosti betonu a příklad jejich zjišťování

- Pevnostní třída - stanovuje se na základě provedených zkoušek v hydraulickém lisu na zkušebních tělesech (jádrové vývrty)
- Míra karbonatace betonu - hloubka pronikání karbonatace se provádí pomocí 1% roztoku fenolftaleinu, kterým se zkušební těleso postříká
- Rovnoměrnost betonu - stanovuje na základě výsledků z ultrazvuku nebo objemové hmotnosti, pevnosti v tlaku a tahu
- Objemová hmotnost - stanovuje se na základě odebraných jádrových vývrťů
- Modul pružnosti - stanovení pomocí ultrazvuku nebo na jádrových vývrtech

### 3.2.2 Vlastnosti oceli a příklad jejich zjišťování

- Průměr - zjišťováno pomocí posuvného měřítka po odstranění krycí vrstvy
- Typ použité výztuže - prostřednictvím sekané sondy na základě znalostí používaných typů
- Mechanické porušení výztuže - zjišťuje se sekanou sondou
- Míra koroze - odkrytím krycí vrstvy výztuže
- Množství a poloha - použití elektromagnetických indikátorů, či georadaru v kombinaci se sekanou sondou pro upřesnění

### 3.2.3 Vady a poruchy železobetonových konstrukcí

- a) Fyzikálně mechanické
  - Vliv zatížení
  - Vliv teplotního zatížení
  - Působení vlhkosti a mrazu
- b) Fyzikálně chemické
  - Agresivní látky
  - Plyny, pevné látky
  - Biogenní vlivy

## 4 Metodika zkoušení železobetonových konstrukcí

### 4.1 Zkoušky betonu

Pro rozhodnutí o kvalitě betonu je zapotřebí o něm, pokud možno nasbírat co nejvíce charakterizujících informací. Tyto informace je možné získat několika zkušebními metodami, z nichž některé jsou velmi přesné a některé naopak méně. Tou nejpřesnější je metoda odběru jádrových vývrtů. Tato metoda nám po vyhodnocení dle platné normy poskytne velmi přesné výsledky pevnosti betonu v tlaku, avšak její provedení má za následek značný zásah do zkoušeného prvku. Řadí se tedy do zkušebních metod semi-destruktivních. Dále existují metody, jejichž použití má do konstrukce buď žádný zásah nebo velmi malý, a tudíž zanedbatelný. Jednou z těchto metod je zkouška pomocí odrazových tvrdoměrů. Ty do konstrukce buď nezasáhnou vůbec, nebo zcela zanedbatelně (obroušení omítky). Použití odrazových tvrdoměrů je ale možné pouze v kombinaci s jádrovými vývrty kvůli upřesnění získaných dat. Třetí metoda je metoda s využitím ultrazvuku. Při této metodě se betonový prvek prozvučuje ultrazvukovými impulsy a měří se doba jejich průchodu materiálem. Ze získaného času průchodu impulsu se následně stanoví rychlost šíření ultrazvukových vln materiálem, dle které se rozhoduje o kvalitě betonu.

#### 4.1.1 Zjištění pevnosti betonu v tlaku na jádrových vývrtech

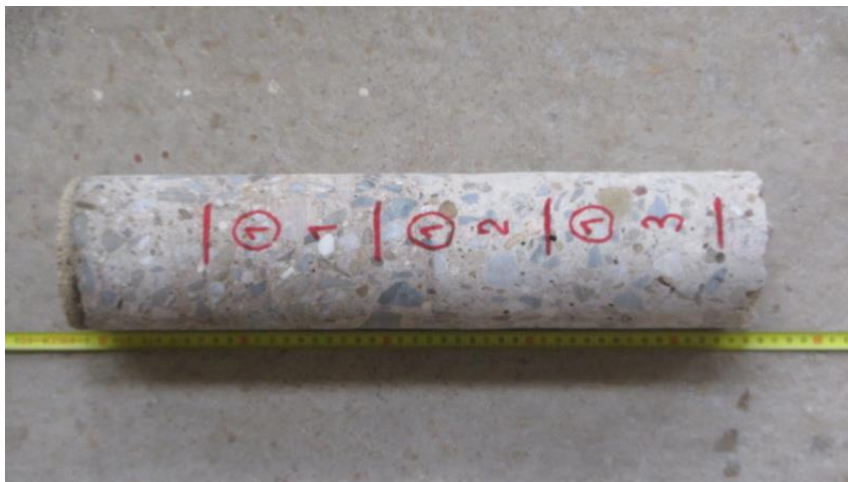
Odběr jádrových vývrtů je vždy značný zásah do zkoušené konstrukce, proto musíme dostatečně zvážit smysl zkoušení. Odběr se provádí pomocí vrtacího zařízení osazeným jádrovým vrtákem s diamantovou korunkou. V průběhu vrtání se korunka zahřívá a je nutno ji chladit. Chlazení se zprostředkovává skrz vrtací stroj, který vhání chladicí kapalinu z připojeného vedení přímo do jádrového vrtáku až k vrtací korunce. V laboratoři se z takto odebraných vzorků vyrobí zkušební tělesa zakrácením a zarovnáním konců kotoučovou pilou. Takto upravená tělesa se následně rozdrtí v hydraulickém lisu, z čehož získáme sílu potřebnou pro rozdrčení jednotlivého vzorku. Získané data se poté vyhodnotí podle příslušné platné normy.



Obrázek 1 Pohled na odběr jádrových vývrtů

#### 4.1.1.1 Popis odebraných vývrtů

Popis jednotlivých vývrtů se z pravidla provádí ihned po odběru, aby případně nedošlo k jejich záměně. Jejich poloha je zaznačena v půdorysném schématu objektu spolu se směrem provedení. Každý vývrt se zachytí fotoaparátem s přiloženým měřidlem, jako na *Obrázku 11*.



*Obrázek 2 Popsaný odebraný jádrový vývrt s měřidlem.*

Následně se u každého jádrového vývrtu sledují vlastnosti betonu, jako je přítomnost kaveren a pórů, druh kameniva, přibližná frakce kameniva, velikost největšího zrna při povrchu vývrtu, rovnoměrnost rozložení kameniva ve vývrtu. V případě, že během odebrání vývrtu došlo k převrtání výztuže, se zaznamenává směr, množství, hloubka a typ převrtané výztuže. [1]

#### 4.1.1.2 Zkouška karbonatace betonu

Karbonatace betonu je chemický proces, jehož důsledkem je koroze ocelové výztuže. Korozi ocelové výztuže způsobuje voda a kyslík. V mladém betonu je mezi ocelovou výztuží a betonem slabá vrstva oxidů železa, která je velmi hutná, a tudíž nepropustná. Krycí vrstva výztuže má vysoké pH a tím chrání zmíněnou vrstvu oxidů železa. V průběhu času se do betonu se



*Obrázek 3 Jádrový vývrt po provedení zkoušky karbonatace*

vzduchem dostává  $\text{CO}_2$  a reaguje s  $\text{Ca(OH)}_2$  (portlanditem) obsaženým v betonu.  $\text{Ca(OH)}_2$  se rozkládá na  $\text{CaCO}_3$  a vodu. Jak postupuje  $\text{CO}_2$  do betonu, ubývá  $\text{Ca(OH)}_2$ , a tím se snižuje pH krycí vrstvy. Když pH betonu klesne pod hodnotu 9, rozpadne se vrstvička hutných oxidů železa mezi ocelí a betonem. Dojde k takzvané depasivaci výtuže. Tímto okamžikem má k výtuži přístup voda a kyslík, a startuje koroze výtuže. Zkouška karbonatace se provádí pomocí 1% roztoku

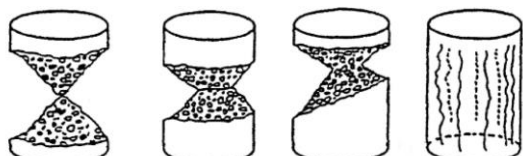
fenolftaleinu, kterým se odebraný jádrový vývrt postříká. V důsledku chemické reakce proběhne zbarvení betonu do tmavě růžové až fialové barvy, přičemž fialová část betonu je "zdravá", a část vývrtu, která nezmění barvu, je zkarbonatovaná. Karbonataci jde i preventivně předcházet, a to použitím cementu s vyšším obsahem portlanditu, jako je například CEM I. Další možností prevence je navržení betonu s menším vodním součinitelem. Méně vody v betonu znamená méně mikropórů a mikroutin v betonu, což má za následek menší propustnost agresivních látek, tím pádem i menší karbonataci. [2]

#### 4.1.1.3 Výroba zkušebních těles

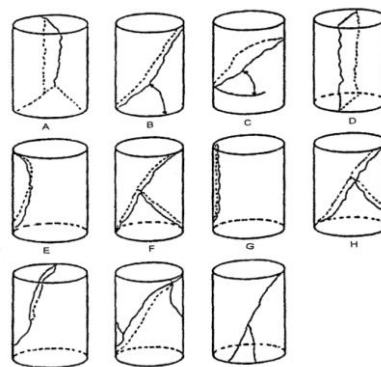
V laboratoři se vzorky vyzkouší na karbonataci a provede se také podrobná fotodokumentace. Z odebraných jádrových vývrtů se následně vyrobí zkušební tělesa. Výroba těles spočívá v rozřezání jednotlivých odebraných vzorků betonu v poměru výšky a šířky dle porovnávané pevnosti (válcová, krychelná). Pro porovnání válcové pevnosti v tlaku se vzorky řežou dle ČSN EN 12504-1 v poměru 2/1 a pro porovnání s krychelnou pevností 1/1. Zkoušení na tělesech s průměrem 100 mm se nepřeočítává a zkoušení na tělesech s průměrem menším než 100 mm se přeočítává dle kalibrace pro každý beton [1]. Rozřezání se provádí kotoučovou pilou s diamantovým kotoučem, který je v průběhu řezání vzorku chlazen chladicí kapalinou. Po rozřezání jsou vzorky nasáklé chladicí kapalinou, a tak se musí nechat oschnout v přirozených podmínkách. Poté následuje měření s přesností na 0,1 mm a vážení s přesností na 0,1 g. [3]

#### 4.1.1.4 Zkoušení těles

Zkoušení zkušebních těles spočívá v jejich rozdrcení v hydraulickém lisu a zaznamenání síly, při které došlo k porušení zkušebního tělesa. Podělením této síly průřezovou plochou vypočtenou ze střední hodnoty průměru se stanoví pevnost tělesa v tlaku. Tato pevnost se zaokrouhluje na 0,1 MPa. Důležitý je také způsob porušení zkušebního tělesa, který může rozhodnout o vyloučení vzorku ze zkušební sady. Přípustné a nepřípustné způsoby porušení jsou znázorněny na následujících obrázcích. [4]



Obrázek 4 Vyhovující porušení zkušebních těles dle ČSN EN 12390-3. [4]



Obrázek 5 Nepřípustné porušení těles dle ČSN EN 12390-3. [4]

#### 4.1.1.5 Přepočet pevností v tlaku na tělesech nenormových rozměrů

V případě malých rozměrů zkoušených prvků nebo u hustě vyztužených prvků není často možné použít takový jádrový vrták, který by odpovídal rozměrům normového tělesa. Proto je potřeba maximální pevnost v tlaku přepočítat dle ČSN EN 12390-3. Pro přepočet pevností na válcovou (základní válec o průměru 150 mm a výšce 300 mm) použijeme součinitel štíhlosti  $K_{c,cyl}$  a součinitel příčného rozměru  $K_{c,cube}$ . Pro přepočet válcové pevnosti na krychelnou opět použijeme součinitel  $K_{cyl,cube}$  z normy ČSN EN 12390-3. [4]

Válcovou pevnost zkušebního tělesa  $f_{c,cyl}$  vypočítáme dle vzorce:

$$f_{c,cyl} = K_{c,cube} \times K_{c,cyl} \times \frac{F}{A} \quad [4]$$

$K_{c,cube}$  Opravný součinitel pro příčný rozměr tělesa různý od 150 mm. Lze ho získat buď experimentálně, k čemuž je zapotřebí minimálně 16 sad zkušebních těles, nebo bereme jeho hodnotu  $K_{c,cube} = 0,95$  pro  $d = 100$  mm,  $K_{c,cube} = 0,91$  pro  $d = 50$  mm. [1]

$K_{c,cyl}$  Opravný součinitel pro štíhlost válce  $\lambda$  menší než 2,0 (ale větší než 1), který platí pro pevnost  $f_{c,cyl}$  v rozsahu od 16 MPa do 60 MPa [4]

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

$F$  Síla při porušení tělesa v [N]

$A$  Tlačená plocha zkušebního tělesa vyjádřená v  $\text{mm}^2$

Následně se přepočítá válcová pevnost  $f_{c,cyl}$  na krychelnou pevnost  $f_{c,cube}$ :

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

$K_{cyl,cube}$  Součinitel pro převod válcové pevnosti na krychelnou viz *Tabulka 1*

Tabulka 1 Převodní součinitel  $K_{cyl,cube}$  pro převod válcové pevnosti na krychelnou dle ČSN EN 12390-3 [4]

$f_{c,cyl}$ [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	1,239
$f_{c,cyl}$ [MPa]	45	50	55	60	70	80	90	100
$K_{cyl,cube}$	1,230	1,223	1,215	1,206	1,195	1,184	1,172	1,159

Objemová hmotnost se vypočte ze vztahu  $D_r = \frac{m_r}{V}$  [m<sup>3</sup>] [1]

$m_r$  hmotnost tělesa v kg

$V$  objem tělesa v m<sup>3</sup>

#### 4.1.1.6 Charakteristická pevnost v tlaku dle ČSN ISO 13822

Tato norma uvádí jako minimální počet provedených zkoušek v rozmezí 3 – 6 pro známé (jsou o ni známy její vlastnosti) konstrukce a v případě, že se jedná o průzkum starého objektu, o kterém není nic známo, pak byl měl být minimální počet zkoušek daleko vyšší. [1]

Z výsledků zkoušek se stanoví průměr  $m_x$ , směrodatná výběrová odchylka  $s_x$  a variační součinitel  $V_x$  dle vztahů:

$$m_x = \frac{\sum x_i}{n} [5] \quad s_x^2 = \frac{\sum (x_i - m_x)^2}{n-1} [5] \quad V_x = \frac{s_x}{m_x} [5]$$

Při normálním rozdělení materiálové charakteristiky  $X$ , se charakteristická pevnost materiálu  $X_k$  (dolní 5% kvantil) vypočítá ze vztahu:

$$X_k = m_x \times (1 - k_n V_x) [5]$$

$k_n$  je součinitel pro stanovení 5% kvantilu, který je uveden v Tabulce 2

Tabulka 2 Součinitel  $k_{n,x}$  pro stanovení charakteristické hodnoty pevnosti materiálu v tlaku [5]

Počet $n$		1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	$\infty$
$K_{n,x}$	$V_x$ známý	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
	$V_x$ neznámý	-	-	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

#### 4.1.1.7 Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku dle ČSN EN 13791

Pro posouzení shody uvádí 2 kritéria:

**a) Pro minimálně 15 vývrtů**

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1,48S [6] \quad f_{ck,is} = f_{is,nejmenší} + 4 [6]$$

Při použití platí menší ze dvou variant. Aby toto kritérium mohlo být použito, musí být ověřeno, že se jedná o soubor výsledků s normálním rozdělením. Pokud se tak neprokáže, musí se provést opatření, například, že se soubor rozdělí na dva. [1]

**b) Pro 3 – 14 vývrtů**

$$f_{ck,is} = f_{is,nejmenší} - k [6] \quad f_{ck,is} = f_{is,nejmenší} + 4 [6]$$

Opět platí menší z nich a v případě, že je beton silně podhodnocován, je doporučeno odebrat z konstrukce více vývrtů. [1]

$f_{ck,is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n),is}$	průměrná pevnost betonu v tlaku stanovená na $n$ počtu vývrtů
$f_{is,nejmenší}$	nejmenší pevnost zjištěná na vývrtech
$S$	směrodatná odchylka pevností vývrtů; pokud je menší než 2,0 MPa, dosadí se hodnota 2,0 MPa
$k$	součinitel závislý na počtu vývrtů $n$ (pro 3-6 vývrtů $k=7$ , pro 7-9 vývrtů $k=6$ , pro 10-14 vývrtů $k=5$ ) [1]

Zjištěná pevnost se zatřídí dle *Tabulky 3*

Tabulka 3 Minimální hodnoty charakteristické pevnosti betonu v tlaku dle ČSN EN 13791 [6]

Pevnostní třída betonu podle ČSN EN 206-1	Poměr charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci k charakteristické pevnosti betonu v tlaku normových těles	Minimální charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci [MPa]	
		$f_{ck_{is,cyl}}$	$f_{ck_{is,cube}}$
C8/10	0,85	7	9
C12/15	0,85	10	13
C16/20	0,85	14	17
C20/25	0,85	17	21
C25/30	0,85	21	26
C30/37	0,85	26	31
C35/45	0,85	30	38
C40/50	0,85	34	43
C45/55	0,85	38	47
C50/60	0,85	43	51

#### 4.1.1.8 Stanovení statického modulu pružnosti dle ČSN ISO 1920-10.

Zkouška se provádí v hydraulickém lisu na minimálně třech vzorcích betonu tvaru válce o rozměrech odpovídajících poměru výška/šířka=2, avšak šířka musí být minimálně třikrát větší, než největší zrno kameniva. Ideální šířka vzorku je 100 mm. Tato zkouška je závislá na výsledcích pevnosti betonu v tlaku. [7]

Vlastní postup zkoušky probíhá následovně. Zkušební těleso umístěné do hydraulického lisu se zatěžuje silou o hodnotě základního napětí, a poté se plynule přitěžuje až na hodnotu jedné třetiny pevnosti v tlaku (závislost na pevnosti v tlaku). V průběhu zatěžování se zaznamenávají poměrná přetvoření vzorku spolu s odpovídajícím napětím. Výsledný statický modul se vypočte jako podíl rozdílu základního a horního napětí ku rozdílu odpovídajících poměrných přetvoření. [7]

#### 4.1.1.9 Vyhodnocení zkoušky statického modulu pružnosti

Jednotlivá poměrná přetvoření při odpovídajících napětích se získají z následujících vztahů:

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma_a - \sigma_b}{\varepsilon_a - \varepsilon_b} \quad [7]$$

$$\sigma_a = \frac{f_c}{3} \quad [7]$$

$\sigma_a$	horní napětí [MPa]
$\sigma_b$	základní napětí 0,5 MPa
$\varepsilon_a$	průměrné poměrné přetvoření stanovené na vzorcích při horním zatěžovacím napětí
$\varepsilon_b$	průměrné poměrné přetvoření stanovené na vzorcích při základním zatěžovacím napětí

Výsledek se uvádí v GPa s přesností na 0,001 GPa. [7]

#### 4.1.2 Zjišťování pevnosti betonu v tlaku odrazovými tvrdoměry

Jedná se o nedestruktivní diagnostickou metodu, která funguje na principu, při kterém se měří velikost zpětného odrazu vyvolaným rázem razníku na povrch betonové konstrukce. Tato zkušební metoda nemůže být používána samotná, ale vždy musí být použita v kombinaci s jádrovými vývrty pro upřesnění. Po správné korelaci výsledků může být používána jako doplňková. Metoda nemůže být používána samotná z důvodu velké možnosti ovlivnění výsledků, jako je například lidský faktor (čtení hodnoty odrazu) či nevhodná povrchová úprava zkoušeného prvku, které mohou výsledek měření zcela znehodnotit. Výhodou této metody je především rychlost, velký počet zkoušených míst a relativně nízká cena. Mezi nevýhody patří především značná ovlivnitelnost měření vnějšími faktory. Odrazové tvrdoměry se mohou používat pouze v rozmezí teplot 0 – 50°C a lze zkoušet jen prvky s nejmenší tloušťkou betonu 60 mm.

#### 4.1.2.1 Typy tvrdoměrů Schmidt

Na trhu je několik typů a velikostí tvrdoměrů určených pro zkoušení různých druhů betonu a různě velkých konstrukcí. Navzájem se od sebe liší velikostí rázové energie, vlastní konstrukcí, ale i velikostí. Každý typ přístroje se má zpravidla používat pro pevnostní třídy a druh materiálu, pro který je určen. [8]

V současnosti se používají zejména odrazové tvrdoměry Schmidt od výrobce Proceq v různých provedeních, u kterých je měřená veličina délka vratné dráhy úderného zařízení.

##### a) Schmidt L (Light)

- Toto Schmidtovo kladívko se používá na konstrukce jejíž minimální šířka je 60 mm a je vyrobena z betonu s pevnostní třídou v rozmezí 13 – 50 MPa.
- Vyvinutá energie na povrch zkoušeného prvku 0,75J

##### b) Schmidt N (Normal)

- Kladívko možné použít pro konstrukce z betonu s pevnostní třídou mezi 13 až 50 MPa, jejíž nejmenší šířka je 100 mm.
- Vyvinutá energie na povrch zkoušeného prvku 2,25J

##### c) SilverSchmidt

- Modernější varianta kladívka Schmidt N
- Odečítání na displeji a může být rovnou převedeno na pevnost v tlaku
- Měří novou hodnotu Q, která představuje koeficient odrazu

##### d) Schmidt M (Masive)

- Použití pro konstrukce s nejmenší šířkou 200 mm z betonu s pevnostní třídou v rozmezí 25 až 60 MPa.
- Vyvinutá energie na povrch zkoušeného prvku 30,0J [8]

#### 4.1.2.2 Zkušební místo

Za zkušební místo se považuje takové místo na povrchu konstrukce či vzorku, ze kterého dle předepsaného postupu měření a vyhodnocení získáme jeden údaj o pevnosti betonu v tlaku. Zkušební plocha má mít rozměry minimálně 100 x 100 mm, musí být hladká, suchá a s odstraněnou povrchovou úpravou konstrukce. Většinou se zkoušené místo upraví broušením. Jednotlivá místa od sebe musí být vzdálena dle typu použitého tvrdoměru (Schmidt N minimální vzdálenost od kraje betonu 30 mm a 30 mm od sebe). [8]

### 4.1.2.3 Provedení zkoušky

Aby bylo možné provést vyhodnocení jednoho zkoušeného místa, potřebujeme získat minimální počet platných měření uvedený v použité normě.

Na vybraném místě se hmatem zkontroluje, zda povrch odpovídá požadavkům na normové zkoušení. Zaaretovaný přístroj přiložíme razníkem k povrchu betonu. Drobným impulsem [11]



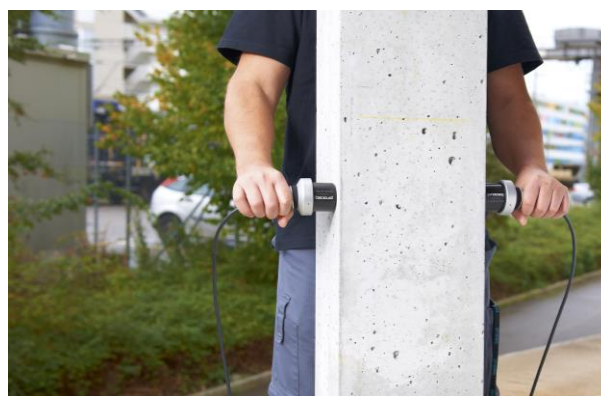
Obrázek 6 Provádění zkoušky tvrdoměrem Schmidt [11]

směrem k betonu se aretace uvolní a razník odtlačí pouzdro směrem od betonu.

Následně pomalu přístroj tlačíme ke zkoušenému místu tak dlouho, dokud razník neprovede úder do betonu. Po dokončeném úderu se na stupnici přístroje zobrazí hodnota odrazu, kterou můžeme přečíst rovnou, nebo si ji zaaretovat tlačítkem k tomu určeným. Při použití registračního přístroje není potřeba po každém měření aretovat, ale velikosti jednotlivých odrazů přečteme z registračního pásu po ukončení zkoušky. [8]

### 4.1.3 Ultrazvuková impulsní metoda

Tato metoda spočívá v měření doby průchodu ultrazvukových signálů materiálem o známé šířce a následným stanovením rychlosti šíření ultrazvukových vln dle ČSN EN 12504-4. Ve stavebnictví se používají ultrazvukové vlny o kmitočtu v rozmezí od 20 kHz do 150 kHz, ale je možné užití jak nižších, tak i vyšších frekvencí. Na prozvučování materiálu



Obrázek 7 Prozvučování betonového sloupu za pomoci dvou sond [13]

existují dvě metody, a to metoda se dvěma sondami naproti sobě (budič a přijímač), nebo odrazová metoda s jednou sondou. Ze získaných informací se následně stanoví dle platné normy dynamický modul pružnosti, na základě kterého se vypočítá statický modul pružnosti. Tato metoda je vynikající pro zjišťování rovnoměrnosti betonu, ideálně u prvků přístupných z obou stran (trámy, sloupy). Jedná se spíše o relativní metodu, u které je velice obtížná kalibrace pro

přesné získání požadovaných vlastností materiálu, jako je například pevnost betonu, a proto se samostatně neuvažuje jako alternativa pro zjišťování pevnosti betonu v tlaku.

Ze známé dráhy a času průchodu ultrazvukového impulsu se rychlost šíření ultrazvukových vln spočítá dle vztahu:  $v = \frac{L}{T_i - T_0}$  [9]  $T_0 = T_e - E$  [9]

$T_i$	čas průchodu materiálem impulsu
$T_0$	mrtvý čas v $\mu\text{s}$
$T_e$	doba průchodu ultrazvuku etalonem v $\mu\text{s}$
$L$	překonaná vzdálenost impulsu

Takto zjištěná rychlost impulsu se může využít pro stanovení vlastností materiálu jako jsou:

- rovnoměrnost betonu
- přítomnost trhlin nebo dutin
- modul pružnosti
- pevnost v tlaku
- tloušťka konstrukce
- vložené předměty [8]

#### 4.1.3.1 Používané přístroje ve stavebnictví

Ve stavebnictví se používají následující typy ultrazvukových přístrojů:

- Přístroje s automatickým měřením času průchodu ultrazvukového vlnění (digitální výstup)
- Přístroj s obrazovkou a ručním nastavením časového znaku na čelo impulsů vlny (většina starších typů přístrojů)
- Přístroje kombinované z obou druhů. Moderní přístroje jsou integrovány do PC s možností ukládání dat. [8]

#### 4.1.3.2 Metody prozvučování

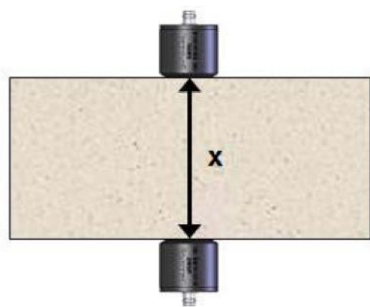
##### a) Průchodová metoda – prozvučení pomocí dvou sond

###### 1) Přímá

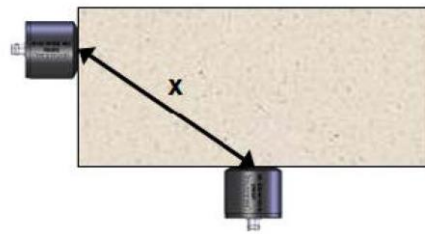
- Upřednostňovaná metoda pro průchodné prozvučování
- Prozvučovaná základna lze nejlépe změřit
- Nejmenší útlum vlnění

###### 2) Polopřímá a nepřímá

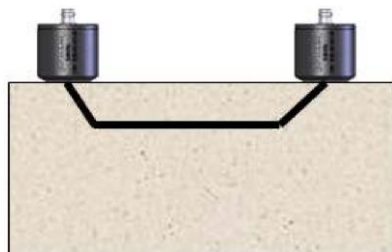
- Metodu polopřímou a nepřímou volíme tehdy, pokud není umožněn přístup k protilehlým stranám prozvučovaného prvku [8]



Obrázek 8 Přímá metoda prozvučování [14]



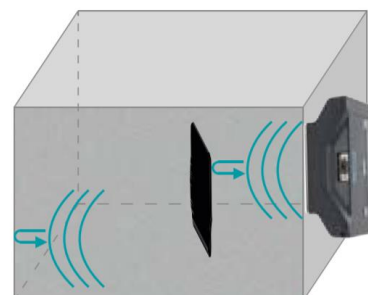
Obrázek 9 Polopřímá metoda prozvučování [14]



Obrázek 10 Nepřímá metoda prozvučování [14]

##### b) Odrazová metoda (Pundit PL-200PE) – prozvučení jednou sondou

- Nová metoda prozvučování stavebních konstrukcí
- Možnost měření tloušťky konstrukce až do 1 m
- Rychlé skenování pouze z jedné strany, odraz na dutinách



Obrázek 11 Princip odrazové sondy Pundit PL-200PE [15]

## 4.2 Zjišťování výztuže

Pro přesnou diagnostiku stavebních konstrukcí je také potřeba znát vyztužení jednotlivých nosných prvků statického systému objektu. Při průzkumu se provádí sondy a měření za účelem zjištění skutečného vyztužení, ať už nových, tak i starých objektů. U nových objektů se výztuž zjišťuje spíše z důvodu dodržení vyztužení dle projektové dokumentace, a u stávajících objektů k posouzení jejich stavu a možnému budoucímu využití. Pro hledání výztuže je možné použití několika metod, z nichž se některé používají více, a některé v současnosti už skoro vůbec. Nejúčinnějším způsob hledání výztuže je kombinace moderních přístrojů, které dokáží výztuž v betonu zachytit. Při zjišťování vyztužení nás zajímá průměr výztuže, typ výztuže, použitý druh výztuže, její poloha a tloušťka krycí vrstvy. Při průzkumu se vše řádně zapisuje a fotografuje.

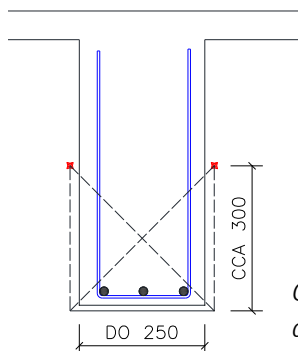
### 4.2.1 Radiografie

Jedná se o nedestruktivní metodu, při které se využívá specifických vlastností záření gama, které je rozptylováno a absorbováno prostředím, kterým prochází. Míra zeslabení při stejné energii záření je závislá na prozařované tloušťce a objemové hmotnosti prozařovaného materiálu. Takto zeslabené záření se zaznamenává na radiografický film s rozměry 0,3 x 0,4 m, který se následně vyvolá. Na vyvolaném snímku světlejší místa zachycují polohu výztuže, z důvodu vyšší hustoty, než má beton. Pořízené snímky se dále zpracovávají.

Ve stavebnictví se používá pro přesné určování polohy výztuže, průměru a krycí vrstvy výztuže. V případě výztuží rozmístěných těsně vedle sebe, se jedná o velmi vhodné řešení. Metoda dokáže rozpoznat i výztuže umístěné v několika vrstvách nad sebou, což je pro elektromagnetické indikátory většinou problém, stejně tak jako rozpoznání výztuže kryté velkou vrstvou betonu. [1]

Vyhodnocení snímků:

Po vyvolání se filmy prohlíží na prohlížečkách. Přesné rozložení jednotlivých výztuží po průřezu se nejčastěji provádí graficky vynesením na výkres v poměru 1/1, pokud to rozměry průřezu dovolí. Na tyto výkresy se nejprve vykreslí průřez prvku, poté ohniska zářičů a poloha fixačních značek. Od těchto značek se následně vynášejí stopy výztuže, které se postupně propojují s oběma ohnisky. Poloha výztuže je ohraničena průsečíky spojnic stop výztuže a obou ohnisek. [1]



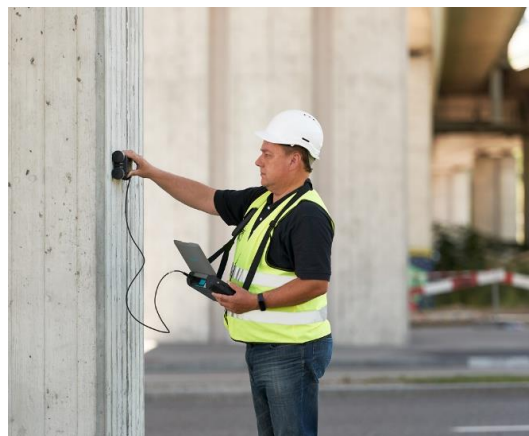
Obrázek 12 Způsob prozáření trámu do šířky 250 mm

## 4.3 Elektro-magnetické indikátory

V současné době je na trhu několik přístrojů sloužících k rozpoznávání výztuže v betonu, ale nejmodernějším přístrojem k tomuto účelu je přístroj od firmy Proceq, a to přístroj s názvem Profometer PM-630.

### 4.3.1 Profometer PM-630

Profometer PM-630 je přístroj používaný pro diagnostiku stavebních na zjišťování polohy výztuže, přibližného průměru výztuží a tloušťky krycí vrstvy. Přístroj k indikaci výztuže využívá technologii indukce elektromagnetického impulsu. Cívky v sondě jsou periodicky nabíjené proudovými impulsy a vytvářejí magnetické pole. Na povrchu každého vodivého materiálu, který se nachází v elektromagnetickém poli, vznikají vířivé proudy, které indukují magnetické pole



Obrázek 13 Použití Profometru PM-630 v praxi [6]

v opačném směru. Pokročilé vyhodnocování tohoto signálu umožňuje detekci výztuží v betonu. Vliv na vyhodnocování nemá žádný elektricky nevodivý materiál jako beton, cihly, dřevo, plasty a jiné. Výsledky měření mohou být ovlivněny pouze přítomností vodivých materiálů v dosahu vytvořeného magnetického pole. Indikační přístroj disponuje jedinečnými funkcemi pro zpracování naměřených hodnot a kontrolu postupu měření prostřednictvím dotykové obrazovky s vysokým rozlišením, která umožňuje zobrazení skenu v reálném čase přímo na místě. Indikátor výztuže je vybaven novou sondou obsahující jak integrovanou bodovou sondu pro měření i v rozích, tak standardní i hloubkovou sondu v jednom. Polohový senzor automaticky zaznamenává orientaci sondy (horizontální, vertikální, apod.) V základním vybavení přístroje je též odnímatelný vozík na sondu pro snadnou plynulou indikaci uložení výztuže. [5]

## 4.4 Georadar

Georadar je dle svého názvu zařazován spíše ke zkoumání zemního prostředí, ale v dnešní době se již tato metoda využívá také k lokalizaci ocelové výztuži v betonu. Nejmodernějším přístrojem tohoto typu je přístroj od firmy HILTI a to georadar PS1000.

### 4.4.1 HILTI PS1000

Georadar (v anglofonní oblasti GPR – ground penetrating radar) je metoda založená na principu vysílání vysokofrekvenčních elektromagnetických pulzů (frekvence řádově stovky MHz až jednotky GHz) do zkoumaného prostředí, a na následné registraci jejich odrazů od překážek. Dosah georadaru dle prostředí činí až 15 m. Metoda je dnes již standardně využívána k lokalizaci nehomogenit v zemním prostředí (archeologické průzkumy, vyhledávání polohy potrubí apod.), dále k lokalizaci dutin za stěnami a ostěním tunelů, chodeb a stok, a v poslední době je metoda využívána pro lokalizaci ocelové výztuže a dalších nehomogenit v betonu při diagnostice železobetonových konstrukcí.

Zatímco ve světě, především v USA, patří georadar ke standardně používaným diagnostickým metodám, a na toto téma se pořádají specializované odborné konference, v České republice není metoda GPR ve stavebnictví zatím příliš rozšířená a odbornou veřejností dostatečně akceptovaná. Lze konstatovat, že příčina spočívá nejspíše ve faktu, že donedávna používané aparatury se vyznačovaly komplikovaností, zdouhavostí měření, a vyhodnocení měření vyžadovalo značnou odbornou erudovanost obsluhy.

Přelomem ve využívání principu georadaru při stavebně technických průzkumech se stal přístroj PS 1000 firmy Hilti. Jak konstrukce zařízení, tak používaný software, jsou přímo určeny pro diagnostiku železobetonu s předpokládanou možností určit jak polohu ocelových výztuží, tak dalších případných nehomogenit v prvcích betonových konstrukcí. Na rozdíl od klasických georadarů je sonda určená k pohybu po povrchu konstrukce relativně malá, a pro dokonalé určení polohy i několika objektů ležících nad sebou je osazena trojicí antén. Vzhledem k tomu, že na volbě vysílací frekvence závisí jednak hloubkový dosah zařízení, jednak minimální velikost detekovatelného objektu zvolil výrobce řešení, umožňující detekci objektů s následující přesností:

Hloubka detekce	do 300mm
Přesnost lokalizace	± 10mm
Přesnost určení hloubky	± 10mm [11]

Pohybem koleček vozíku sondy je detekován a zaznamenáván její pohyb po povrchu konstrukce. Připojený software poté přímo vytváří na monitoru jak sondy, tak později v počítači nebo dodaném monitoru, přímo vykreslení polohy zachycených objektů, a to buď jako 2D zobrazení (půdorys skenované plochy + řezy ve dvou, na sebe kolmých rovinách), nebo přímo 3D zobrazení skladby zjištěných objektů ve zkoumané části konstrukce).

V praxi lze použít buď jednodušší liniový sken (pohyb sondy jen v jednom směru, zde je použití do jisté míry analogické k užívání magnetického indikátoru výztuže), nebo lze užít plošný sken, kdy sondou pohybujeme po povrchu konstrukce v předem nastaveném rastru buď na ploše 600 x 600 mm, nebo 1200 x 1200 mm.

Nevýhodou principu georadaru je fakt, že v případě lokalizace ocelové výztuže není zařízení schopné určit průměr lokalizované výztuže, ten je třeba stanovit užitím některé alternativní zkušební metody.

Lze konstatovat, že zařízení Hilti PS1000 je v současnosti ve své kategorii absolutní špičkou v oboru.

V rámci průzkumu byl přístroj PS1000 využívám ke stanovení polohy výztuže, zejména ke stanovení polohy ohybů smykové výztuže. [11]



Obrázek 14 Použití georadaru HILTI PS1000 na železobetonovém průvlaku

## 4.5 Sekané sondy

Sekaná sonda při diagnostice železobetonových konstrukcí slouží k ověření polohy, typu, průměru a tloušťky krycí vrstvy nalezené výztuže pomocí nedestruktivních metod. Mezi její výhody lze s určitostí zařadit cenu a přesnost poskytnutých údajů. Její použití je však někdy omezené z důvodu jejích charakteristických vlastností, jako jsou například prašnost nebo nemožnost narušení povrchu prvku či další jiné omezení.



*Obrázek 15 Názorná ukázka provedení sekané sondy*

Sekané sondy se provádí:

Na zkoumaném prvku se nejprve vyznačí oblast s přibližným výskytem nalezené ocelové výztuže. Poté se s pomocí bouracích kladiv, nebo jiných prostředků vhodných k tomuto využití, odstraní krycí vrstva výztuže. Po dosažení hloubky, kdy je identifikovatelný druh, průměr a poškození výztuže, se provede změření průměru výztuže, vzdálenosti jednotlivých výztužných vložek a tloušťka krycí vrstvy. Po dokončení průzkumu, se místo provedené sondy opatří sanační vrstvou betonu.

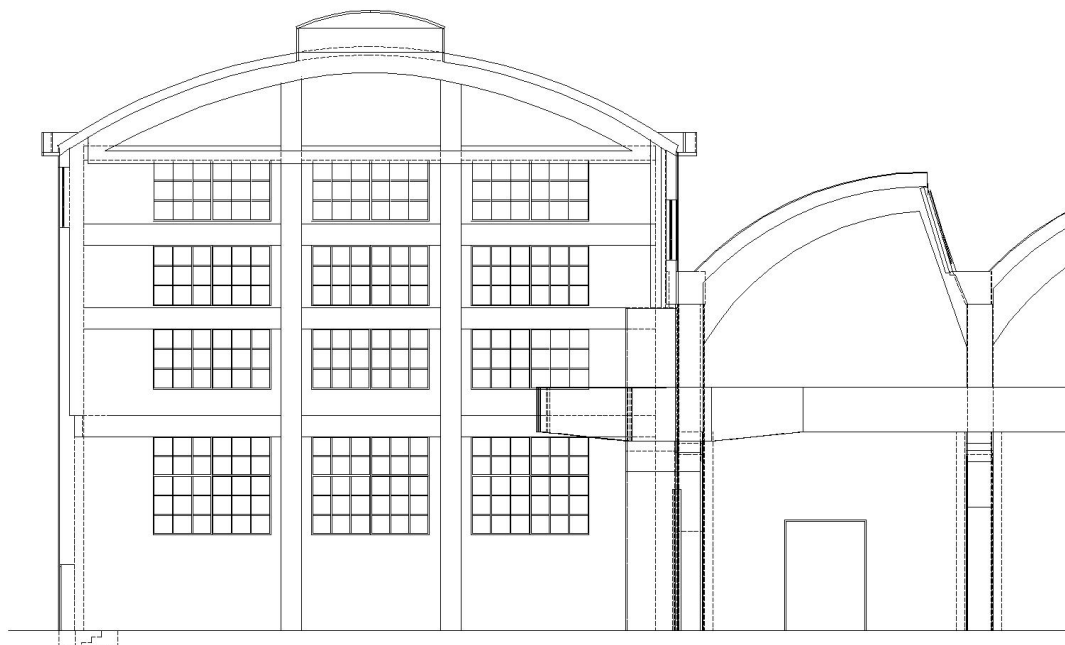
## 5 Předmět

Předmětem této práce je provedení stavebně technického a materiálového průzkumu vybraných nosných konstrukcí. Cílem průzkumu je zjistit pevnost, stav betonu a vyztužení jednotlivých nosných prvků konstrukce, případně další závažné problémy. V současné době není objekt jakkoli využíván a diagnostický průzkum si zákazník objednal z důvodu zjištění stavu a jeho případného budoucího znovu využití.

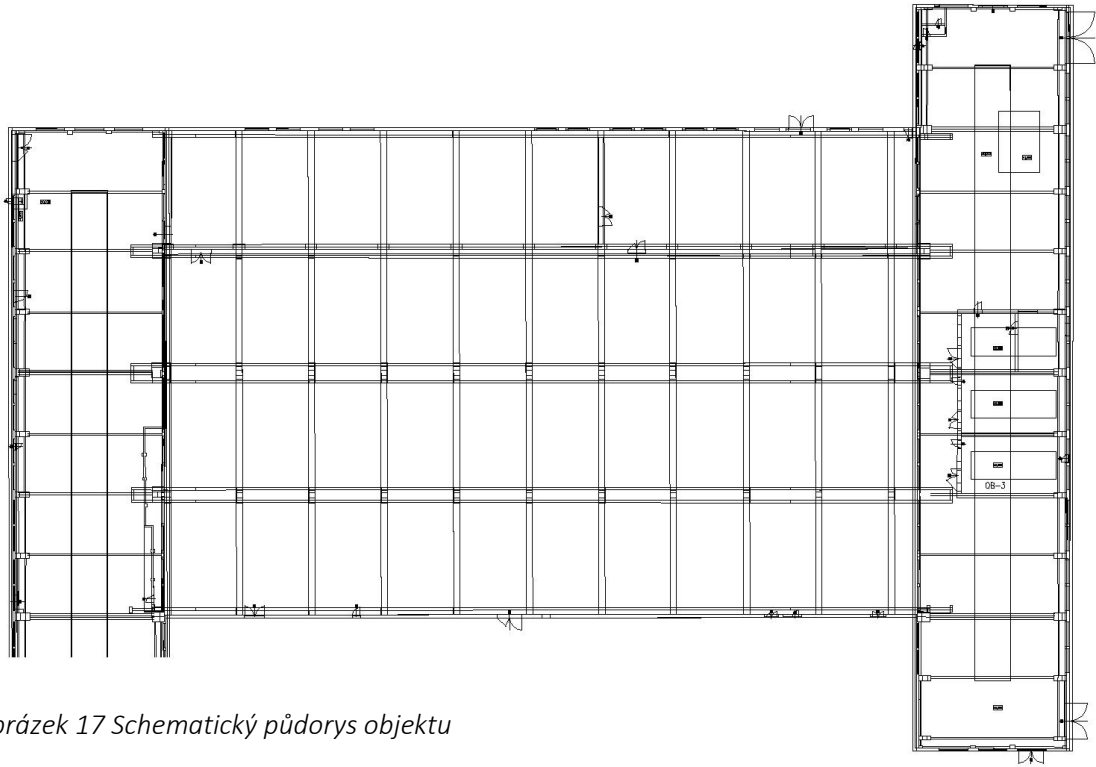
Závěrečná zpráva bude sloužit jako podklad pro případný statický přepočet stávajících konstrukcí, nebo jako podklad pro návrh sanačních oprav.

## 6 Objekt

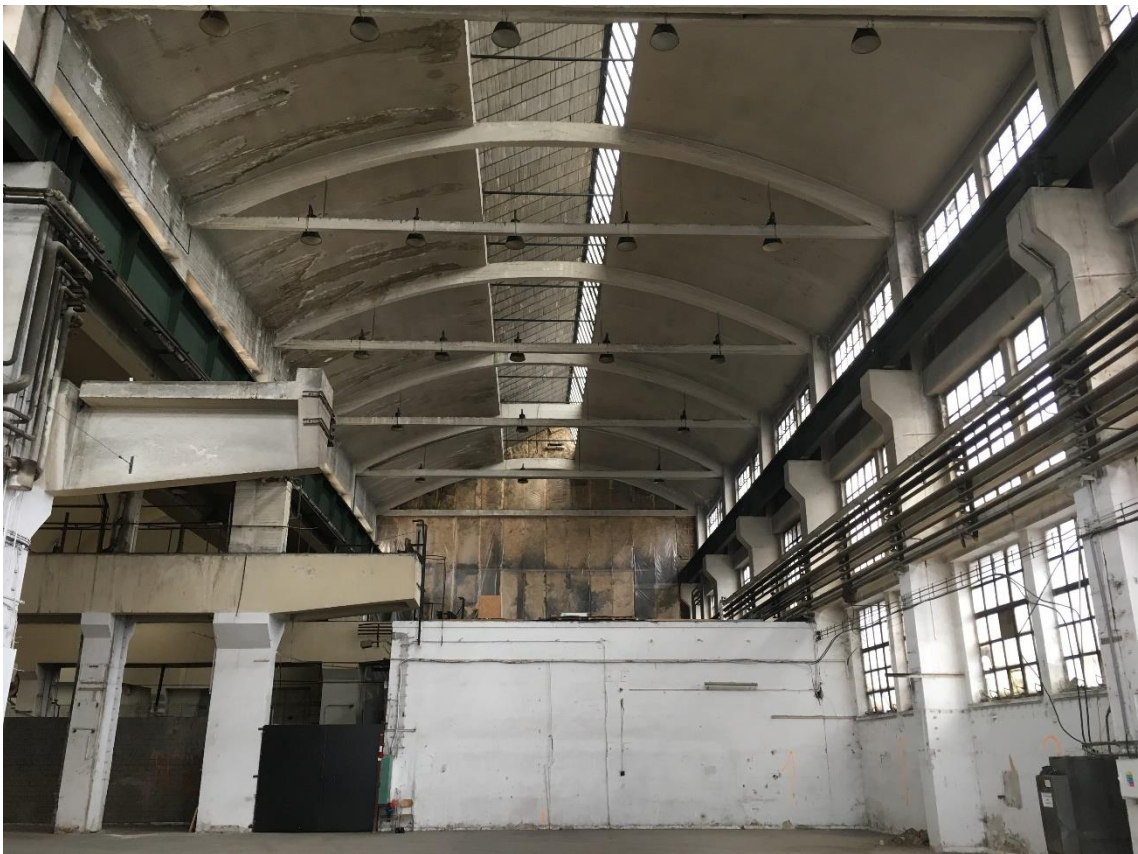
Jedná se o jednu z hal v areálu bývalé Zbrojovky Brno v Zábrdovicích, konkrétně o halu s číslem 76. Nosný systém haly tvoří masivní železobetonový skelet sestávající ze sloupů, průvlaků, obloukových žebér a obloukových skořepinových desek. Součástí objektu jsou také 2 jeřábové dráhy (jedna dráha nesena betonovým nosníkem a druhá ocelovým).



Obrázek 16 Pohled na jedno z průčelí objektu



Obrázek 17 Schematický půdorys objektu



Obrázek 18 Pohled na vnitřní uspořádání nosných prvků



*Obrázek 19 Pohled na vnitřní konstrukční uspořádání*



*Obrázek 20 Pohled na střešní konstrukční prvky*

## 6.1 Účel diagnostického průzkumu

Na základě objednávky investora byl proveden podrobný průzkum vybraných nosných prvků železobetonového skeletu za účelem zjištění pevnostních parametrů stávajícího betonu, typu, průměru, polohy a stavu použité výztuže jednotlivých zkoumaných nosných částí skeletu. Průzkum byl proveden z důvodu zjištění stávajícího stavu a možného budoucího využití objektu.

### 6.1.1 Zkoumané nosné prvky

#### 6.1.1.1 Svislé nosné prvky

Svislé nosné prvky jsou tvořeny masivními železobetonovými sloupy, které vynášejí některé prvky střešních konstrukcí. Z důvodu rozdílných půdorysných poměrů a využití (jeřábová dráha apod.) se rozměry jednotlivých sloupů liší. Konkrétní rozměry jednotlivých svislých prvků se pohybují v rozmezí intervalů znázorněných na přiloženém schématu.

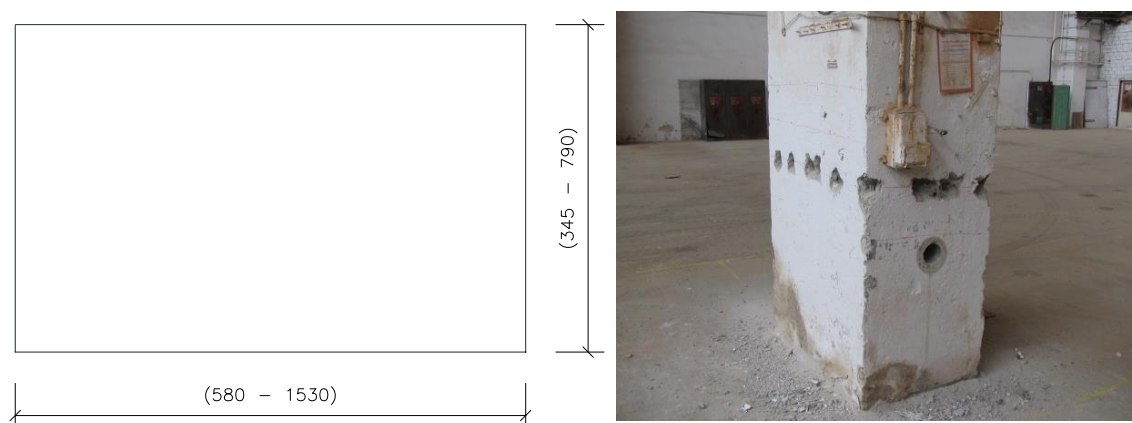
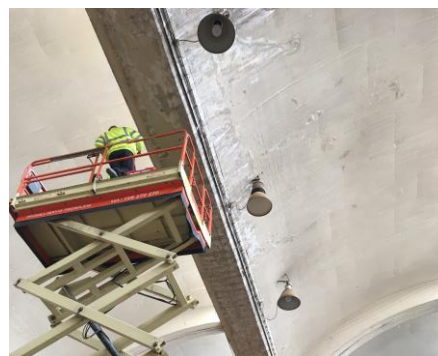


Schéma 1 Rozměry svislých železobetonových sloupů Obrázek 21 Železobetonový svislý sloup

#### 6.1.1.2 Skořepinové železobetonové desky

Zastřešení objektu tvoří v soustavě spolu s obloukovými žebry skořepinové obloukové desky. Tyto desky se pnou vždy v úseku mezi dvěma sousedními obloukovými žebry, a také s nimi končí. Na rubové straně desek se patrně nachází ještě vrstva malty, pokrývající celou plochu desek. Na základě odebraných jádrových vývrtů byla stanovena tloušťka desek na cca 80 mm.



Obrázek 22 Pohled na skořepinové desky mezi oblouky

### 6.1.1.3 Vodorovné železobetonové průvlaky

Průvlaky jsou v konstrukčním systému vynášeny svislými sloupy a samy dále podporují další části střešních prvků. Střešními prvky můžeme rozumět oblouková žebra střešního systému spolu se skořepinovými železobetonovými klenutými deskami tvořící zastřešení objektu. Rozměry jednotlivých průvlaků se navzájem liší z důvodu rozdílného zatížení a nestejných délek.

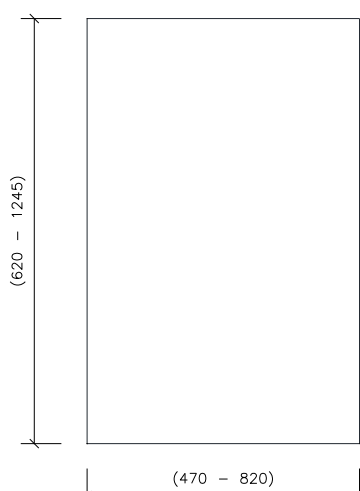


Schéma 2 Rozměry vodorovného železobetonového průvlaku



Obrázek 23 Vodorovný železobetonový průvlak

### 6.1.1.4 Oblouková železobetonová žebra

Železobetonová oblouková žebra nesou skořepinové desky střešní konstrukce a opírají se do železobetonových sloupů pod nimi. Na rozdíl od ostatních konstrukčních prvků se jejich rozměry vzájemně příliš neliší z důvodu víceméně stejného zatížení a délky. Jejich rozměry jsou uvedeny v přiloženém schématu.



Obrázek 24 Oblouková železobetonová žebra



Schéma 3 Rozměry obloukových železobetonových žebel

## 7 Provedené sondy

Poloha jednotlivých zkoumaných míst byla určena objednatelem průzkumu. Výběr zkoumaných míst se provádí s ohledem na statickou funkci systému konstrukce a důležitost jednotlivých prvků v konstrukčním systému. Vždy se musí dbát na to, aby byly prozkoumány všechny rozhodující nosné prvky pro daný systém. Počet zkoumaných míst se odvíjí od velikosti celé konstrukce. Konkrétní minimální počet míst je dán příslušnou normou, a pro správné statistické vyhodnocení musí být dodržen. Mimo to je výběr také závislý na přístupnosti jednotlivých prvků. Pořád platí zásady bezpečné práce, a tak pouštět se do riskantních činností kvůli provedení sondy nebo odběru není příliš vhodné. Vybraná místa dle těchto kritérií se obvykle zakreslí do schematického půdorysu s charakteristickým označením jednotlivých sond.

### 7.1 Jádrové vývrty

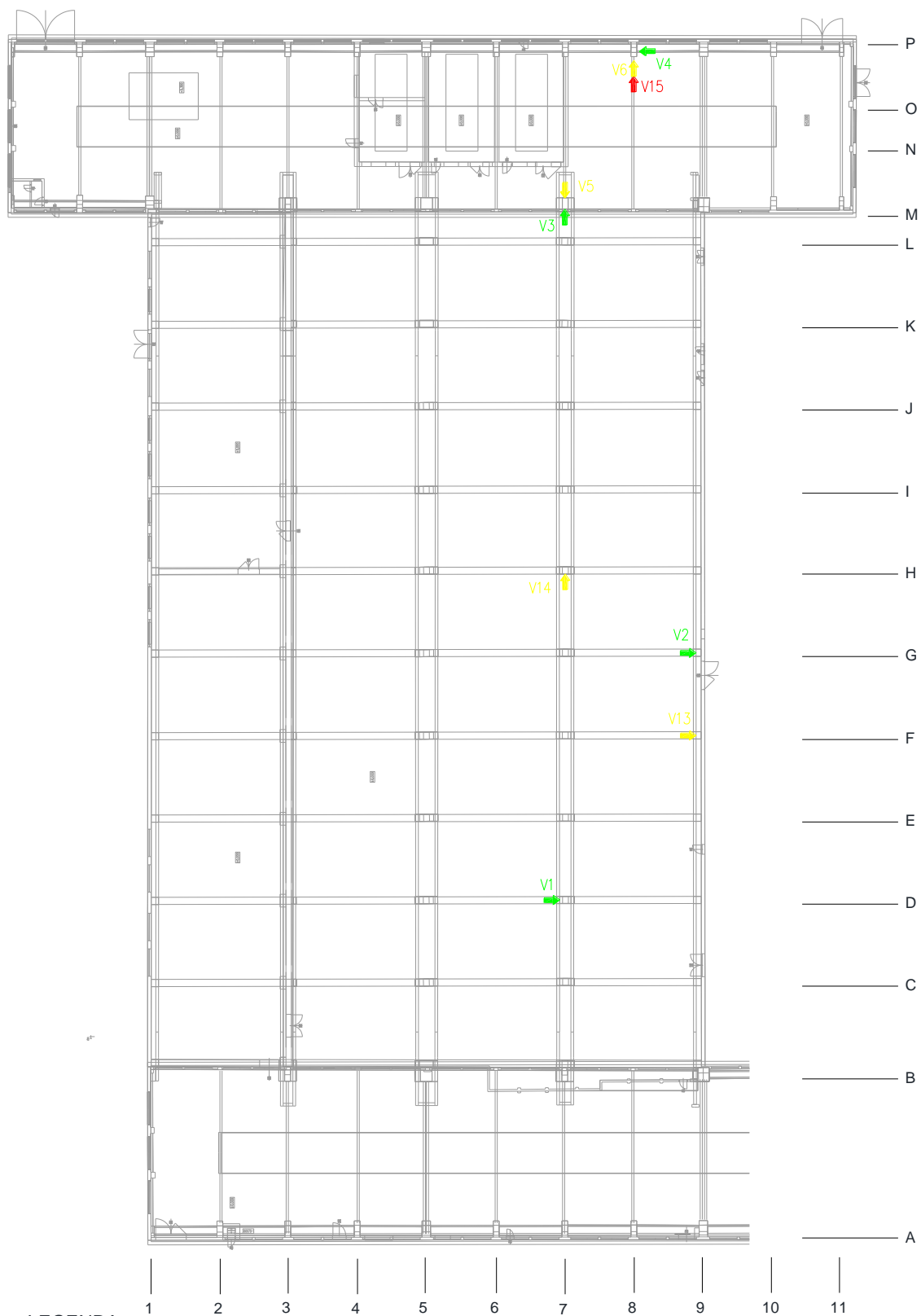
Pro zjištění pevnosti betonu v tlaku byla vybrána metoda jádrových vývrtů. Rozměry konstrukce jsou natolik masivní, že použití této zkušební metody neprovede do konstrukce zásah ohrožující její spolehlivost.

Jádrové vývrty byly odebrány vrtacím strojem HILTI DD 200 s příslušenstvím, a to jádrovým vrtákem o průměru 65; 75 a 100 mm; dvěma stranovými klíči; ponorným čerpadlem v barelu s chladicí kapalinou, která je v průběhu vrtání odsávána vodním vysavačem Makita.

Při odebrání jádrového vývrtu je vrtací stroj ke konstrukci připevněn pomocí speciální OMO hmoždinky, která je natlučena do předem vyvrtaného otvoru. Při odebrání vývrtu se vidiová vrtací korunka zahřívá a je třeba ji chladit. Chlazení se provádí pomocí ponorného čerpadla, které vhání chladicí kapalinu přes vrtací stroj do jádrového vrtáku až k samotné korunce. V důsledku neustálého vhánění kapaliny do vývrtu kapalina vytéká ven a je odsávána vodním vysavačem.

#### 7.1.1 Vývrty ze sloupů

Ze sloupů bylo odebráno celkem 9 jádrových vývrtů, z nichž 4 o  $\varnothing$  100 mm a hloubce návrtu cca 400 - 500 mm ve výšce 500 – 1500 mm nad podlahou. Dále 4 vývrty o  $\varnothing$  75 mm do hloubky cca 300 – 400 mm a 1500 – 500 mm nad horní plochou betonové jeřábové dráhy. Jako poslední vývrt ze sloupu byl odebrán 1 o  $\varnothing$  75 mm do hloubky 300 – 400 mm ve výšce cca 1000 mm pod spodní hranou střešního oblouku, což odpovídá výšce cca 13000 mm nad podlahou.



**LEGENDA:**

- JÁDROVÝ VÝVRT Ø 100 MM ZE SVISLÉHO SLOUPU (ÚROVEŇ CCA 1000 MM NAD PODLAHU)
- JÁDROVÝ VÝVRT Ø 75 MM ZE SVISLÉHO SLOUPU (ÚROVEŇ CCA 8000 MM NAD PODLAHU)
- JÁDROVÝ VÝVRT Ø 75 MM ZE SVISLÉHO SLOUPU (ÚROVEŇ CCA 13000 MM NAD PODLAHU)

*Obrázek 25 Zakreslení jednotlivých odebraných jádrových vývrtů ze sloupů*

Vývrt V1	Vývrt o $\varnothing$ 100 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením D - 7 (viz schéma) ve výšce cca 800 mm nad podlahou.
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 460 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky činí 10 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 22 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 5 - 8 mm</li> <li>- struktura betonu je mírně porézní</li> </ul>



Obrázek 26 Pohled na sloup D-7 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 27 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu D-7



Obrázek 28 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu D-7



Obrázek 29 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V1 fenofltaleinem

Vývrt V2	Vývrt o $\varnothing$ 100 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením G - 9 (viz schéma) ve výšce cca 960 mm nad podlahou.
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 380 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky činí 10 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 22 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 30 - 40 mm</li> <li>- struktura betonu je mírně porézní</li> </ul>



Obrázek 30 Pohled na sloup G - 9 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 31 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu G - 9



Obrázek 32 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu G - 9



Obrázek 33 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V2 fenofltaleinem

<b>Vývrt V3</b>	Vývrt o $\varnothing$ 100 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením M - 7 (viz schéma) ve výšce cca 980 mm nad podlahou.
<b>Obecné informace o vývrtu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 380 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky činí 15 mm</li> </ul>
<b>Informace o betonu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 8 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 30 - 35 mm</li> <li>- struktura betonu je mírně porézní</li> <li>- nevhodný tvarový index zrn hrubého kameniva</li> </ul>



Obrázek 34 Pohled na sloup M - 7 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 35 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu M - 7



Obrázek 36 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu M - 7



Obrázek 37 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V3 fenofltaleinem

<b>Vývrt V4</b>	Vývrt o $\varnothing$ 100 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením P - 8 (viz schéma) ve výšce cca 1120 mm nad podlahou.
<b>Obecné informace o vývrtu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 395 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky činí 9 mm</li> </ul>
<b>Informace o betonu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 22 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 10 - 12 mm</li> <li>- struktura betonu je mírně porézní</li> <li>- nevhodný tvarový index zrn hrubého kameniva</li> </ul>



Obrázek 38 Pohled na sloup P - 8 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 39 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu P - 8



Obrázek 40 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu P - 8



Obrázek 41 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V4 fenofltaleinem

<b>Vývrt V5</b>	Vývrt o $\varnothing$ 100 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením M - 7 (viz schéma) ve výšce cca 1300 mm nad horní hranou betonové jeřábové dráhy (cca 8750 mm nad podlahou).
<b>Obecné informace o vývrtu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 425 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- bez omítky, pouze nátěr cca 1 mm</li> </ul>
<b>Informace o betonu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 45 - 50 mm</li> <li>- struktura betonu je velmi mírně porézní</li> <li>- nevhodný tvarový index zrn hrubého kameniva</li> </ul>



Obrázek 42 Pohled na sloup M - 7 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 43 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu M - 7



Obrázek 44 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu M - 7



Obrázek 45 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V5 fenofltaleinem

<b>Vývrt V6</b>	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením P - 8 (viz schéma) ve výšce cca 1000 mm pod ozubem jeřábové dráhy (cca 8250 mm nad podlahou).
<b>Obecné informace o vývrtu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 375 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 4 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky je 8 - 10 mm</li> </ul>
<b>Informace o betonu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- menší podíl jemné frakce</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 5 - 7 mm</li> <li>- struktura betonu je velmi mírně porézní</li> <li>- horší tvarový index zrn hrubého kameniva</li> </ul>



Obrázek 46 Pohled na sloup P - 8 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 47 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu P - 8



Obrázek 48 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu P - 8



Obrázek 49 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V6 fenofltaleinem

<b>Vývrt V13</b>	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením F - 9 (viz schéma) ve výšce cca 800 mm nad horní hranou jeřábové dráhy (cca 8250 mm nad podlahou).
<b>Obecné informace o vývrtu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 265 mm</li> <li>- při odběru nebyla převrtána ani poškozena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 4 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- sloup bez povrchové úpravy</li> </ul>
<b>Informace o betonu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 22 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- menší podíl hrubé frakce</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 5 - 8 mm</li> <li>- struktura betonu je velmi mírně porézní</li> <li>- horší tvarový index zrn hrubého kameniva</li> </ul>



Obrázek 50 Pohled na sloup F - 9 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 51 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu F - 9



Obrázek 52 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu F - 9



Obrázek 53 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V13 fenofltaleinem

Vývrt V14	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením H - 7 (viz schéma) ve výšce cca 300 mm nad horní hranou jeřábové dráhy (cca 7800 mm nad podlahou).
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 320 mm</li> <li>- při odběru vývrtu byla navrtána výztuž přibližně 1/3 průměru</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky je cca 9 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- menší podíl hrubé frakce</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 35 - 40 mm</li> <li>- struktura betonu je velmi mírně porézní</li> </ul>



Obrázek 54 Pohled na sloup H - 7 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 55 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu H - 7



Obrázek 56 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu H - 7



Obrázek 57 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V14 fenofltaleinem

Vývrt V15	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze svislého sloupu s označením P - 8 (viz schéma) 1000 mm pod hranou skořepinové desky (cca 13800 mm nad podlahou).
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 360 mm</li> <li>- při odběru vývrtu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 4 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- tloušťka omítky je cca 9 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně</li> <li>- menší podíl hrubé frakce</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 75 - 80 mm</li> <li>- struktura betonu je velmi mírně porézní</li> <li>- horší tvarový index hrubého kameniva</li> </ul>



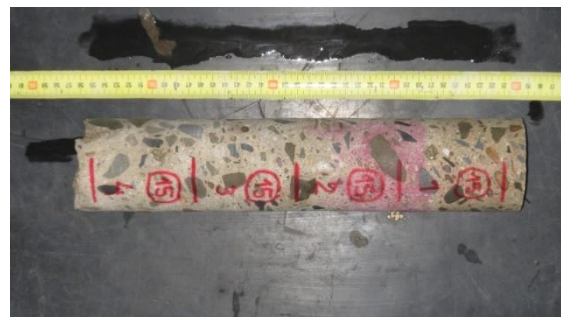
Obrázek 58 Pohled na sloup H - 7 s odebraným jádrovým vývrtem



Obrázek 59 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupce H - 7



Obrázek 60 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupce H - 7



Obrázek 61 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V14 fenofltaleinem

## 7.1.2 Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku sloupů na základě odebraných jádrových vývrtů

Tabulka 4 Stanovení dílčích parametrů betonu na zkušebních tělesech vyrobených z vývrtů

označení tělesa	naměřené veličiny				součinitele				vyhodnocení		
	rozměry vzorku		hmotnost tělesa	max. síla	štíhlost	opravný součinitel	opravný součinitel	převodní součinitel	objemová hmotnost	válcová pevnost tělesa	krychelná pevnost tělesa
	průměr	délka									
	d	L	m	F	$\lambda$	$K_{c,cyl}$	$K_{c,cube}$	$K_{cyl,cube}$	W	$f_{c,cyl}$	$f_{c,cube}$
[mm]	[mm]	[g]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[MPa]	
V 1.1	104,08	103,99	2019,6	205,6	0,999	0,850	0,95	1,251	2280	19,52	24,4
V 1.2	104,06	103,44	1982,6	218,6	0,994	0,848	0,95	1,251	2250	20,71	25,9
V 1.3	104,06	103,95	2025,8	212,3	0,999	0,850	0,95	1,251	2290	20,16	25,2
V 2.1	104,09	104,42	2004,0	172,9	1,003	0,851	0,95	1,252	2250	16,44	20,6
V 2.2	104,06	103,37	1941,3	166,3	0,993	0,848	0,95	1,252	2200	15,75	19,7
V 2.3	104,04	103,89	1968,4	188,4	0,999	0,850	0,95	1,252	2220	17,90	22,4
V 3.1	104,07	103,72	1849,5	186,5	0,997	0,849	0,95	1,252	2090	17,69	22,1
V 3.2	104,07	103,75	1857,5	165,1	0,997	0,849	0,95	1,252	2100	15,66	19,6
V 3.3	104,04	104,10	1878,6	172,7	1,001	0,850	0,95	1,252	2120	16,42	20,6
V 4.1	104,06	104,04	1926,2	208,3	1,000	0,850	0,95	1,251	2170	19,79	24,8
V 4.2	104,11	104,18	1942,6	218,9	1,001	0,850	0,95	1,251	2190	20,78	26,0
V 4.3	104,08	103,22	1935,4	197,8	0,992	0,847	0,95	1,251	2200	18,72	23,4
V 5.1	74,42	77,52	694,0	82,5	1,042	0,864	0,95	1,252	2050	15,57	19,5
V 5.2	74,41	78,17	698,4	75,2	1,051	0,866	0,95	1,252	2050	14,24	17,8
V 5.3	74,44	77,66	696,1	78,1	1,043	0,864	0,95	1,252	2060	14,74	18,5
V 5.4	74,44	77,99	707,3	79,6	1,048	0,866	0,95	1,252	2080	15,05	18,8
V 6.1	74,11	74,85	677,2	79,9	1,010	0,854	0,95	1,252	2090	15,03	18,8
V 6.2	74,04	74,53	670,7	75,6	1,007	0,853	0,95	1,252	2090	14,23	17,8
V 6.3	74,01	74,82	676,9	77,3	1,011	0,854	0,95	1,252	2100	14,59	18,3
V 6.4	74,09	74,14	671,0	74,4	1,001	0,850	0,95	1,252	2100	13,95	17,5
V 13.1	74,12	74,47	673,8	103,5	1,005	0,852	0,95	1,251	2090	19,42	24,3
V 13.2	74,10	74,51	667,3	92,9	1,006	0,852	0,95	1,252	2070	17,45	21,8
V 13.3	74,08	74,61	670,9	101,3	1,007	0,853	0,95	1,251	2080	19,05	23,8
V 14.1	74,09	73,62	666,1	83,1	0,994	0,848	0,95	1,252	2090	15,53	19,4
V 14.2	74,08	74,29	667,7	87,3	1,003	0,851	0,95	1,252	2080	16,39	20,5
V 14.3	74,08	74,62	669,0	81,9	1,007	0,853	0,95	1,252	2080	15,40	19,3
V 15.1	74,41	74,11	701,3	92,9	0,996	0,849	0,95	1,252	2170	17,23	21,6
V 15.2	74,42	74,81	686,7	107,3	1,005	0,852	0,95	1,251	2110	19,98	25,0
V 15.3	74,43	74,69	691,1	93,1	1,003	0,851	0,95	1,252	2120	17,32	21,7
V 15.4	74,39	74,62	698,0	87,8	1,003	0,851	0,95	1,252	2150	16,35	20,5

Tabulka 5 Statistické vyhodnocení dílčích pevností v tlaku betonu, na základě zkušebních těles vyrobených z jádrových vývrtů ze sloupů se zatříděním do příslušné pevnostní třídy

Veličina	Označení	Hodnota	Jednotka
Objemová hmotnost betonu	W	2120	[kg/m <sup>3</sup> ]
Průměrná hodnota krychelné pevnosti betonu	m <sub>x</sub>	21,5	[MPa]
Minimální hodnota krychelné pevnosti betonu	m <sub>min</sub>	17,3	[MPa]
Výběrová směrodatná odchylka krychelné pevnosti betonu	s <sub>x</sub>	2,9	[MPa]
Výsledný variační součinitel	V <sub>x</sub>	13,6	[%]
Počet platných vzorků	n	30	[n]
Součinitel odhadu 5%-ního kvantilu	k <sub>n</sub>	1,73	[-]
Charakteristická pevnost betonu v tlaku	x <sub>k,is</sub>	16,3	[MPa]
Pevnostní třída dle ČSN EN 206		<b>C12/15</b>	

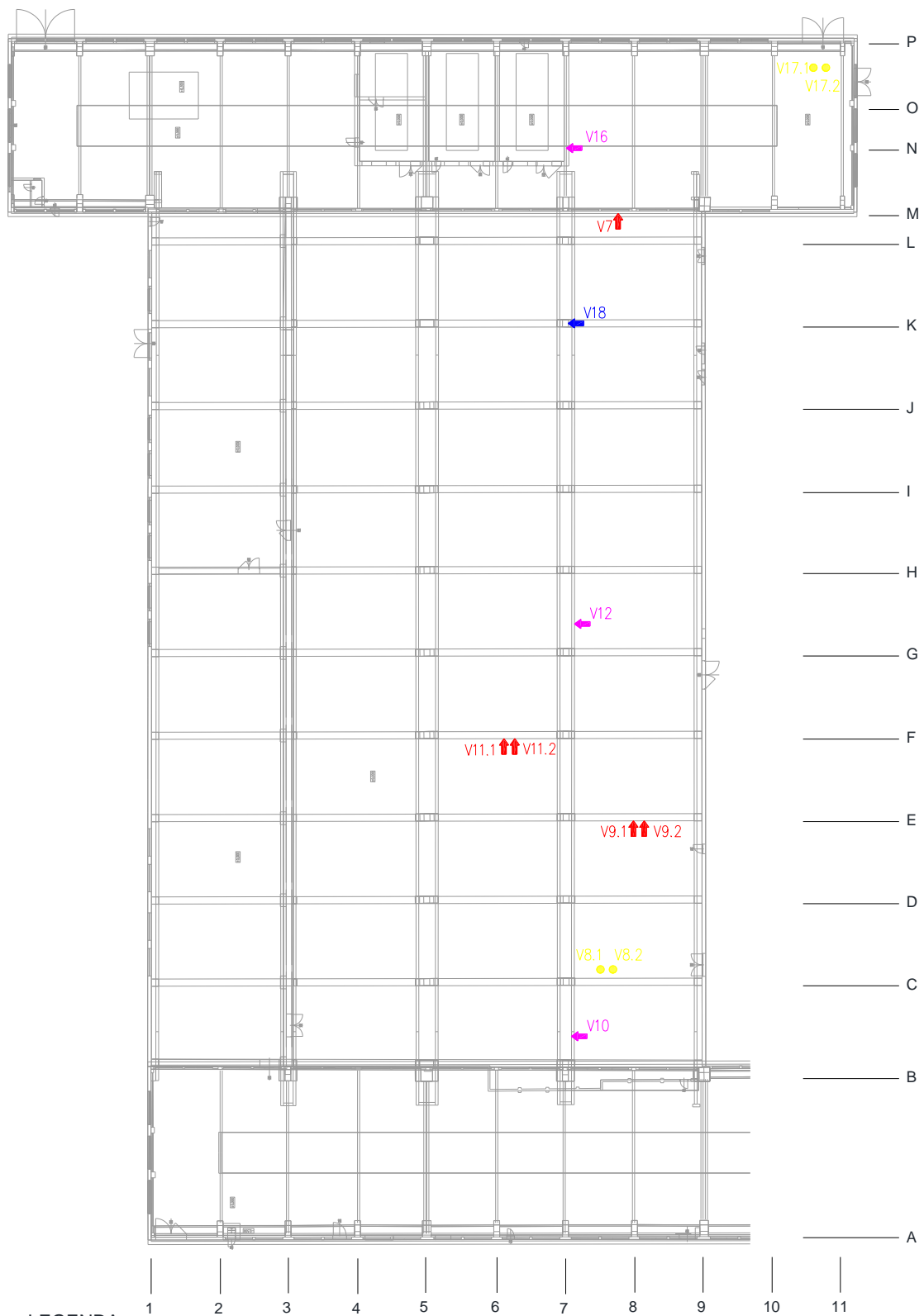
### 7.1.3 Vývrtů z prvků střešní konstrukce

Z prvků střešní konstrukce bylo odebráno celkem 9 jádrových vývrtů pro zjištění pevnosti betonu v tlaku, jejichž poloha je zakreslena v příloženém půdorysném schématu. Z průvlaků byly odebrány 3 vývrtů o  $\varnothing$  75 mm a hloubce návrtu 250 – 400 mm. Dále



Obrázek 62 Odebírání jádrových vývrtů ze střešních prvků

byly odebrány 3 vývrtů o  $\varnothing$  75 mm z železobetonových oblouků střešní skořepinové desky přes celou šířku prvku. Ze střešní skořepinové desky byly odebrány 2 jádrové vývrtů o  $\varnothing$  65 mm přes celou tloušťku skořepiny. Ze šikmých sloupků podpírajících železobetonový oblouk byl odebrán 1 vývrt o  $\varnothing$  75 mm a hloubce cca 180 mm.



LEGENDA:

- ➔ JÁDROVÝ VÝVRT Ø 75 MM ZE STŘEŠNÍCH PRŮVLAKŮ
- ➔ JÁDROVÝ VÝVRT Ø 75 MM ZE SKOŘEPINOVÝCH OBLOUKŮ
- ➔ JÁDROVÝ VÝVRT Ø 75 MM ZE ŠIKMÉ VZPĚRY OBLOKU
- JÁDROVÝ VÝVRT Ø 75 (65) MM ZE STŘEŠNÍ SKOŘEPINY

Obrázek 63 Zakreslení polohy jádrových vývrtů ze střešních prvků

Vývrt V7	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ve výšce cca 320 mm od spodního líce železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi železobetonovými sloupy s označením M - 7 a M - 9.
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 270 mm</li> <li>- při odběru vývrtu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- průvlak bez omítky, opatřen nátěrem tloušťky cca 1 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně po celém vzorku</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 8 - 10 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná, velmi mírně porézní, póry na povrchu maximálně 2 mm</li> </ul>



Obrázek 64 Železobetonový průvlak na ose M v úseku mezi sloupy M - 7 a M - 9



Obrázek 65 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi sloupy M - 7 a M - 9



Obrázek 66 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi sloupy M - 7 a M - 9



Obrázek 67 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi sloupy M - 7 a M - 9

Vývrty V8.1 a V8.2	Vývrty o $\varnothing$ 65 mm byly odebrány šikmo vzhůru do shedové konstrukce přes celou její tloušťku
Obecné informace o vývrtnu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka obou vývrtů je 115 mm</li> <li>- při odběru vývrtnu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- z každého vzorku bylo vyrobeny 1 zkušební těleso pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- konstrukce bez povrchové úpravy</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně po celém vzorku</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 40 - 45 mm</li> <li>- při povrchu zvýšená mezerovitost</li> </ul>



Obrázek 68 Místo odběru jádrových vývrtů ze skořepiny



Obrázek 69 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V8.1



Obrázek 70 Pohled do odebraného jádrového vývrtnu V8.1



Obrázek 71 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V8.2



Obrázek 72 Pohled do odebraného vývrtnu V8.2



Obrázek 73 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtnu V8.1, V8.2

Vývrty V9.1 a V9.2	Vývrty o $\varnothing$ 75 mm byly odebrány šikmo vzhůru z průvlatku na ose E v úseku mezi sloupy E - 9 a E - 7 ve výšce cca 260 mm od spodního líce průvlatku
Obecné informace o vývrtnu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtnu V9.1 je 225 mm a hloubka vývrtnu V9.2 je 215 mm</li> <li>- při odběru vývrtnu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- z každého vzorku bylo vyrobeny 1 zkušební těleso pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- průvlak bez povrchové úpravy</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 70 - 75 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná</li> </ul>



Obrázek 74 Místo odběru jádrových vývrtnů ze železobetonového průvlatku na ose E



Obrázek 75 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V9.1



Obrázek 76 Pohled do odebraného jádrového vývrtnu V9.1



Obrázek 77 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V9.2



Obrázek 78 Pohled do odebraného vývrtnu V9.2



Obrázek 79 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtnu V9.1, V9.2

Vývrt V10	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B - 7 a C - 7 ve výšce cca 230 mm od spodního líce oblouku
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 355 mm (přes celou šířku prvku)</li> <li>- při odběru vývrtu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- průvlak bez omítky, opatřen nátěrem tloušťky cca 1 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně po celém vzorku</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 6 - 9 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná, velmi mírně porézní, póry na povrchu maximálně 2 mm</li> </ul>



Obrázek 80 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B - 7 a C - 7



Obrázek 81 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B - 7 a C - 7



Obrázek 82 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B - 7 a C - 7



Obrázek 83 Fenolftaleinová zkušební těleska na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B - 7 a C - 7

Vývrty V11.1 a V11.2	Vývrty o $\varnothing$ 75 mm byly odebrány vodorovně z horní římsy průvlaku na ose F v úseku mezi sloupy F - 5 a F - 5 ve výšce cca 150 mm od spodního líce římsy
Obecné informace o vývrtnu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtnu V11.1 je 205 mm a vývrtnu V11.2 je 210 mm</li> <li>- při odběru vývrtnu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- z každého vzorku bylo vyrobeny 2 zkušební těleso pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- římsa opatřená nátěrem tloušťky cca 2 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 8 - 11 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná</li> </ul>



Obrázek 84 Místo odběru jádrových vývrtnů ze železobetonového římsy průvlaku na ose F



Obrázek 85 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V11.1



Obrázek 86 Pohled do odebraného jádrového vývrtnu V11.1



Obrázek 87 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V11.2

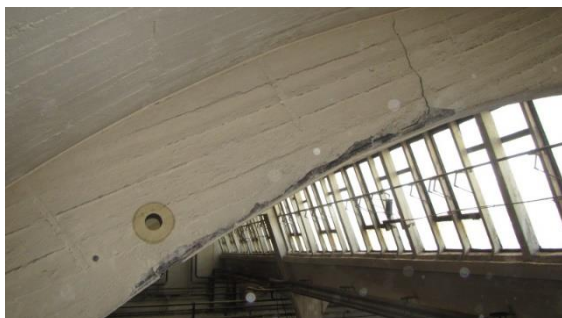


Obrázek 88 Pohled do odebraného jádrového vývrtnu V11.2



Obrázek 89 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtnu V11.1, V11.2

Vývrt V12	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G - 7 a H - 7 ve výšce cca 210 mm od spodního líce oblouku
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 335 mm (přes celou šířku prvku)</li> <li>- při odběru vývrtu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 4 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- průvlak bez omítky, opatřen nátěrem tloušťky cca 1 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně po celém vzorku</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 3 - 8 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná, velmi mírně porézní, póry na povrchu maximálně 2 mm</li> </ul>



Obrázek 90 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G - 7 a H - 7



Obrázek 91 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G - 7 a H - 7



Obrázek 92 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G - 7 a H - 7



Obrázek 93 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G - 7 a H - 7

<b>Vývrt V16</b>	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi M - 7 a N - 7 ve výšce cca 280 mm od spodního líce oblouku
<b>Obecné informace o vývrtu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 235 mm (přes celou šířku prvku)</li> <li>- při odběru vývrtu nebyla převrtána ani porušena žádná výztuž</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 3 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- průvlak bez omítky, opatřen nátěrem tloušťky cca 1 mm</li> </ul>
<b>Informace o betonu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně po celém vzorku</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 8 - 11 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná, velmi mírně porézní, póry na povrchu maximálně 1 mm</li> <li>- menší podíl hrubého kameniva v betonu</li> </ul>



Obrázek 94 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi M - 7 a N - 7



Obrázek 95 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi M - 7 a N - 7



Obrázek 96 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi M - 7 a N - 7



Obrázek 97 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi M - 7 a N - 7

Vývrty V17.1 a V17.2	Vývrty o $\varnothing$ 65 mm byly odebrány šikmo vzhůru do železobetonové střešní skořepiny
Obecné informace o vývrtnu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtnu V17.1 je 85 mm a vývrtnu V17.2 je 80 mm</li> <li>- při odběru vývrtnu nebyla porušena žádná výztuž</li> <li>- z každého vzorku bylo vyrobeny 1 zkušební těleso</li> <li>- skořepina opatřena nátěrem o tloušťce cca 1 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 7 - 10 mm</li> <li>- beton s velmi nízkou pórovitostí</li> <li>- struktura betonu přijatelná, bez výraznějších odlišností</li> </ul>



Obrázek 98 Místo odběru jádrových vývrtnů ze skořepiny



Obrázek 99 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V17.1



Obrázek 100 Pohled do odebraného jádrového vývrtnu V17.1



Obrázek 101 Hloubka odebraného jádrového vývrtnu V17.2

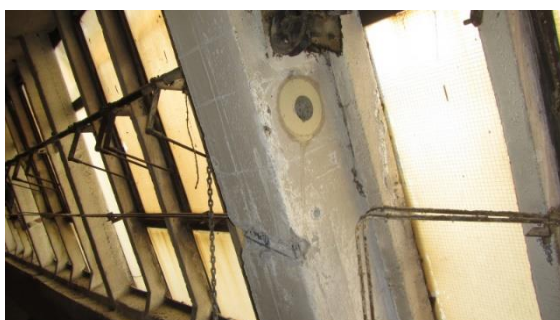


Obrázek 102 Pohled do odebraného jádrového vývrtnu V17.2



Obrázek 103 Fenoltaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtnu V17.1, V17.2

Vývrt V18	Vývrt o $\varnothing$ 75 mm byl odebrán vodorovně ze šikmého železobetonového sloupku shedové konstrukce nad sloupem K - 7 cca 280 mm pod spodním lícem střešního oblouku
Obecné informace o vývrtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hloubka vývrtu je cca 175 mm</li> <li>- v průběhu vrtání došlo ke kontaktu s výztuží na konci vývrtu</li> <li>- ze vzorku byly vyrobeny 2 zkušební tělesa pro stanovení pevnosti betonu v tlaku</li> <li>- sloupek bez omítky, opatřen nátěrem tloušťky cca 1 mm</li> </ul>
Informace o betonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obsaženo hrubé drcené kamenivo s maximální frakcí 16 mm, které je rozptýleno rovnoměrně po celém vzorku</li> <li>- karbonatace dosáhla hloubky 8 - 11 mm</li> <li>- struktura betonu přijatelná, velmi mírně porézní, póry na povrchu maximálně 1 mm</li> </ul>



Obrázek 104 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K - 7



Obrázek 105 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K - 7



Obrázek 106 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K - 7



Obrázek 107 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K - 7

## 7.1.4 Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku střešních prvků na základě odebraných jádrových vývrtů

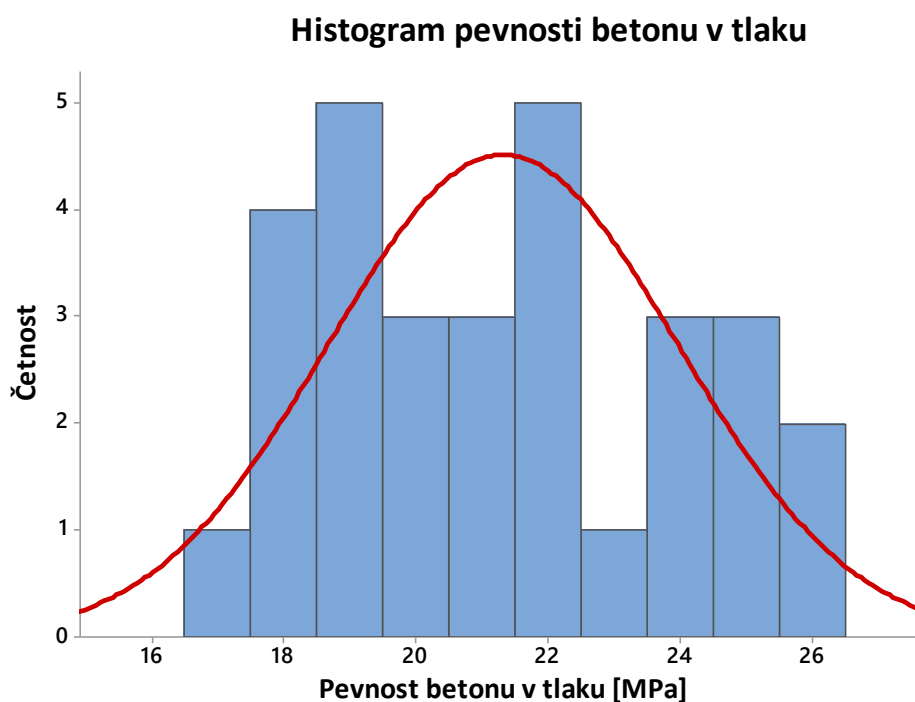
Tabulka 6 Stanovení dílčích parametrů betonu na zkušebních tělesech vyrobených z vývrtů

označení tělesa	naměřené veličiny				součinitele				vyhodnocení		
	rozměry vzorku		hmotnost tělesa	max. síla	štíhlost	opravný součinitel	opravný součinitel	převodní součinitel	objemová hmotnost	válcová pevnost tělesa	krychelná pevnost tělesa
	průměr	délka									
	<b>d</b>	<b>L</b>	<b>m</b>	<b>F</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b><math>K_{c,cyl}</math></b>	<b><math>K_{c,cube}</math></b>	<b><math>K_{cyl,cube}</math></b>	<b>W</b>	<b><math>f_{c,cyl}</math></b>	<b><math>f_{c,cube}</math></b>
[mm]	[mm]	[g]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[MPa]	
V 7.1	74,39	77,90	751,4	81,3	1,047	0,865	0,95	1,252	2220	15,39	19,3
V 7.2	74,42	77,49	741,0	79,6	1,041	0,864	0,95	1,252	2190	15,02	18,8
V 7.3	74,45	77,33	742,2	77,5	1,039	0,863	0,95	1,252	2200	14,60	18,3
V 8.1	74,07	74,57	680,7	102,3	1,007	0,853	0,95	1,251	2110	19,24	24,1
V 8.2	74,02	74,33	686,5	110,5	1,004	0,852	0,95	1,251	2140	20,79	26,0
V 9.1	74,06	74,66	675,1	82,1	1,008	0,853	0,95	1,252	2100	15,45	19,3
V 9.2	74,05	74,62	665,3	74,9	1,008	0,853	0,95	1,252	2070	14,10	17,7
V 9.3	74,07	74,83	679,8	81,7	1,010	0,854	0,95	1,252	2100	15,39	19,3
V 9.4	74,03	74,82	673,8	73,4	1,011	0,854	0,95	1,252	2090	13,84	17,3
V 10.1	74,09	74,71	697,5	120,8	1,008	0,853	0,95	1,25	2160	22,72	28,4
V 10.2	74,07	74,89	697,5	108,7	1,011	0,854	0,95	1,25	2160	20,48	25,6
V 10.3	74,06	75,07	687,3	102,4	1,014	0,855	0,95	1,251	2120	19,32	24,2
V 11.1	74,06	74,33	656,8	107,7	1,004	0,851	0,95	1,25	2050	20,23	25,3
V 11.2	74,06	74,18	651,2	105,4	1,002	0,851	0,95	1,251	2030	19,78	24,7
V 11.3	74,09	74,45	671,2	98,3	1,005	0,852	0,95	1,251	2090	18,46	23,1
V 11.4	74,09	74,45	661,8	104,0	1,005	0,852	0,95	1,251	2060	19,53	24,4
V 12.1	74,03	75,27	667,8	83,2	1,017	0,856	0,95	1,252	2060	15,73	19,7
V 12.2	74,01	74,17	646,8	79,7	1,002	0,851	0,95	1,252	2020	14,98	18,8
V 12.3	74,02	74,64	646,3	82,7	1,008	0,853	0,95	1,252	2010	15,58	19,5
V 12.4	74,02	74,61	671,0	87,8	1,008	0,853	0,95	1,252	2090	16,54	20,7
V 16.1	74,40	73,52	680,6	86,9	0,988	0,845	0,95	1,252	2130	16,06	20,1
V 16.2	74,38	72,55	668,2	92,9	0,975	0,840	0,95	1,252	2120	17,07	21,4
V 16.3	74,38	70,43	658,3	107,3	0,947	0,823	0,95	1,251	2150	19,31	24,2
V 17.1	64,33	65,30	458,5	73,1	1,015	0,855	0,95	1,251	2160	18,29	22,9
V 17.2	64,40	67,08	465,3	67,3	1,042	0,864	0,95	1,252	2130	16,96	21,2
V 18.1	74,40	74,88	706,6	81,9	1,006	0,852	0,95	1,252	2170	15,26	19,1
V 18.2	74,39	74,65	697,6	83,6	1,003	0,851	0,95	1,252	2150	15,57	19,5

Tabulka 7 Statistické vyhodnocení dílčích pevností v tlaku betonu, na základě zkušebních těles vyrobených z jádrových vývrtů ze střešních prvků se zaříděním do příslušné pevnostní třídy

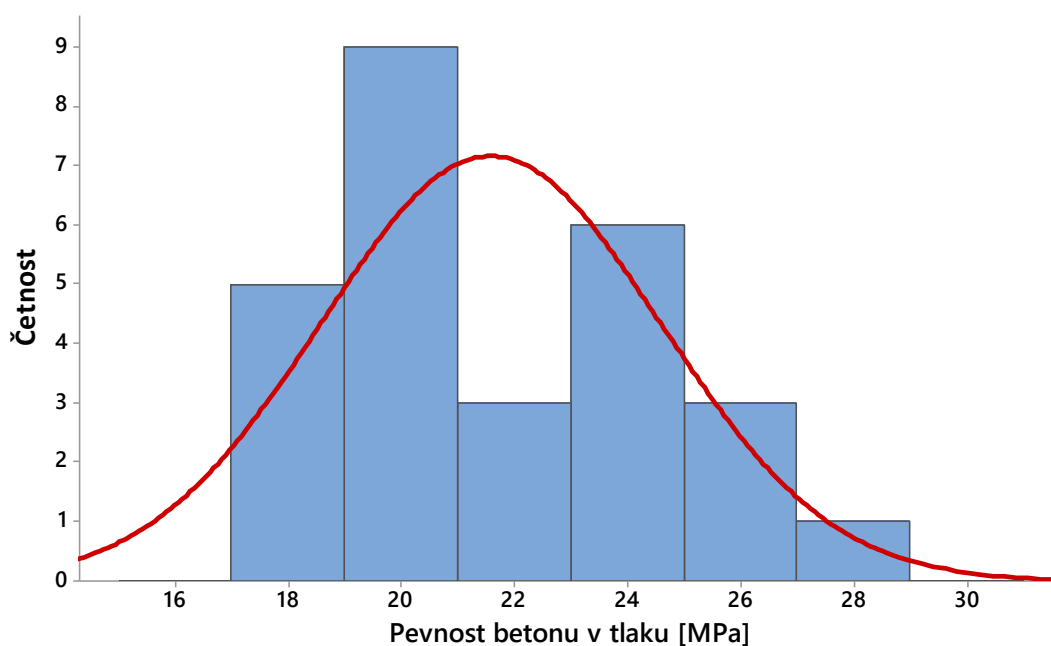
Veličina	Označení	Hodnota	Jednotka
Objemová hmotnost betonu	W	2110	[kg/m <sup>3</sup> ]
Průměrná hodnota krychelné pevnosti betonu	$m_x$	21,6	[MPa]
Minimální hodnota krychelné pevnosti betonu	$m_{\min}$	17,3	[MPa]
Výběrová směrodatná odchylka krychelné pevnosti betonu	$s_x$	2,7	[MPa]
Výsledný variační součinitel	$V_x$	12,7	[%]
Počet platných vzorků	n	27	[n]
Součinitel odhadu 5 %-ního kvantilu	$k_n$	1,73	[-]
Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$x_{k, is}$	16,6	[MPa]
Pevnostní třída dle ČSN EN 206	<b>C12/15</b>		

### 7.1.5 Celkové shrnutí kvality betonu nosných prvků



Graf 1 Histogram pevnosti betonu sloupů v tlaku

## Histogram pevnosti betonu v tlaku



Graf 2 Histogram pevnosti betonu střešních prvků v tlaku

Z laboratorních zkoušek provedených na zkušebních tělesech (celkem 57 zkušebních těles) vyrobených z odebraných jádrových vývrtů (celkem 9 ze svislých železobetonových sloupů a 9 z železobetonových nosných prvků střešní konstrukce) a následném statistickém vyhodnocení výsledků bylo zjištěno následující. Pevnost betonu v tlaku jak svislých železobetonových sloupů, tak i nosných střešních prvků po vyhodnocení vyšla  $X_{k, is} = 16,5$  MPa, což dle ČSN EN 206 odpovídá pevnostní třídě betonu C12/15. Objemová hmotnost betonu stanovená na všech 57 zkušebních tělesech činí  $2120 \text{ Kg/m}^3$ . Hloubka karbonatce betonu s otevřenými povrchy se pohybuje v rozmezí mezi hodnotami 5 - 80 mm. Toto vysoké rozmezí hloubky karbonatce je závislé na poloze odběru vzorku (výška, směr, hloubka), ale také na kvalitě zhutnění, a v neposlední řadě i na okolních vlivech, jako je například působení vody a povrchová úprava v místě prováděného odběru vzorku. Karbonatce povrchu betonové konstrukce snižuje schopnost betonu chránit výztuž před korozi, tudíž v místech, kde karbonatce dosahuje hloubky, ve kterých se nachází výztuž, je zvýšené riziko rozvoje koroze betonářské výztuže prvku. U tenkých skořepinových desek střešní konstrukce byly zaznamenány kaverny vzniklé nedostatečným zhutněním betonové směsi. V těchto místech je pravděpodobná rychlejší koroze výztuže.

## 7.2 Vyztužení vybraných prvků

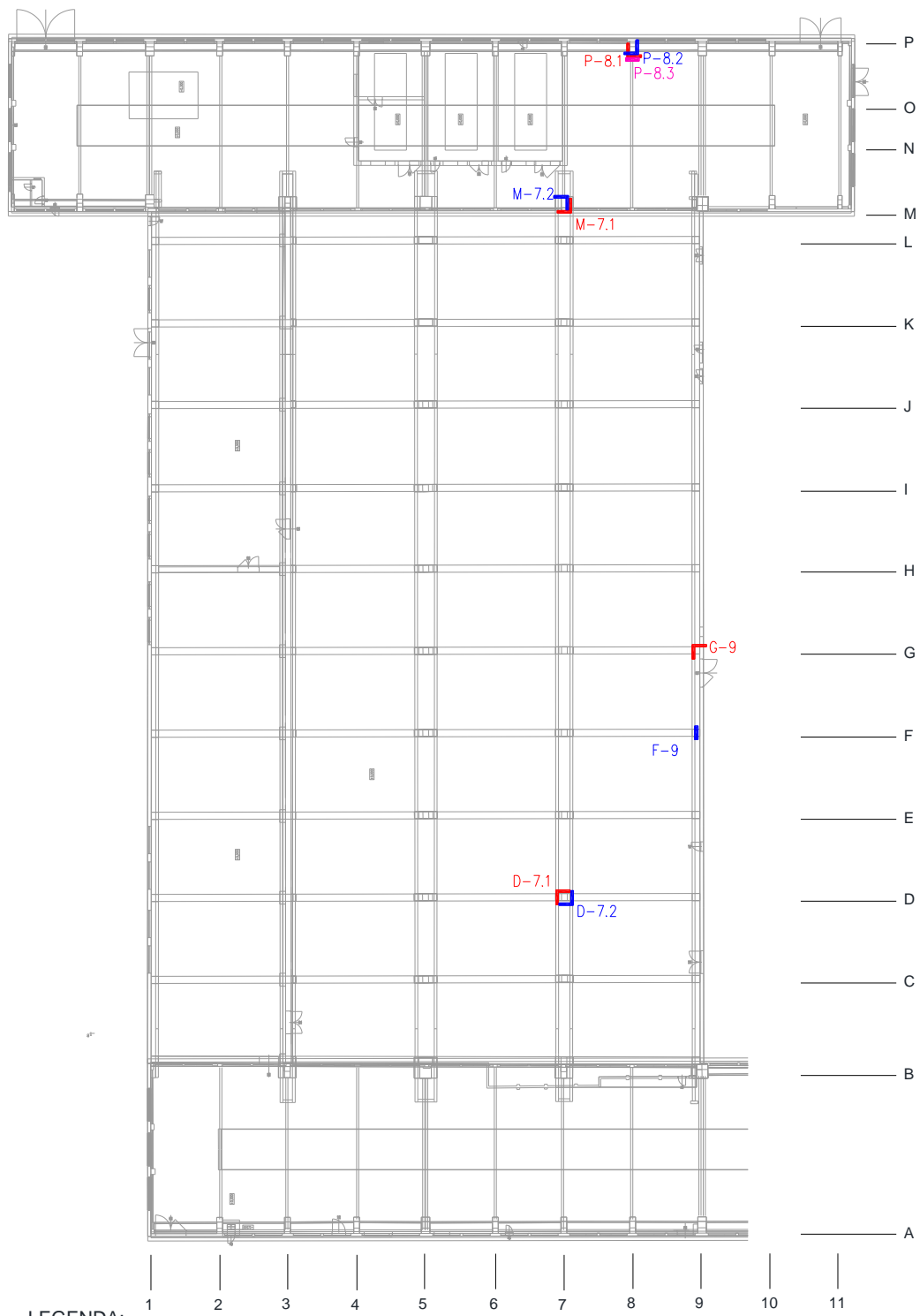
Pro zjištění skutečného vyztužení byla použita kombinace nedestruktivních a destruktivních metod. Pomocí elektromagnetických indikátorů a georadaru, byla nejprve určena přibližná poloha výztužných vložek, a poté byla v tomto místě provedena sekaná sonda. Sekané sondy se v případě velkých vzdáleností jednotlivých výztuží prováděly lokálně, naopak v hustě vyztužených prvcích se provedla pásová sonda přes celou šířku zkoumaného prvku.

Hledanými parametry z hlediska vyztužení vybraných prvků byly:

- Průměr a typ použité výztuže
- Vzájemná poloha jednotlivý výztužných vložek
- Mohutnost krycí vrstvy hlavní výztuže
- Pevnostní třída oceli
- Porušení a stav výztuže

## 7.3 Vyztužení svislých sloupů

Na svislých sloupech bylo provedeno celkem 9 sond za účelem zjištění skutečného vyztužení a stavu betonářské výztuže. Poloha všech sond je zaznačena na přiloženém půdorysném schématu. Při průzkumu byla ve sloupech hledána svislá nosná výztuž a příčné třmínky. Po provedení sond bylo zjištěno, že hlavní nosnou výztuží svislých sloupů je betonářská výztuž typu ROXOR v různých průměrech, stejně tak jako třmínky. Při odstranění krycí vrstvy nebylo u žádného sloupu zjištěno jakékoliv závažné porušení výztuže, které by ohrožovalo životnost konstrukce. U svislých sloupů momentálně nebylo zjištěno riziko většího rozvoje koroze z důvodu šíření karbonatace betonu, protože sloupy mají dostatečné krycí vrstvy, a tudíž je výztuž chráněna.

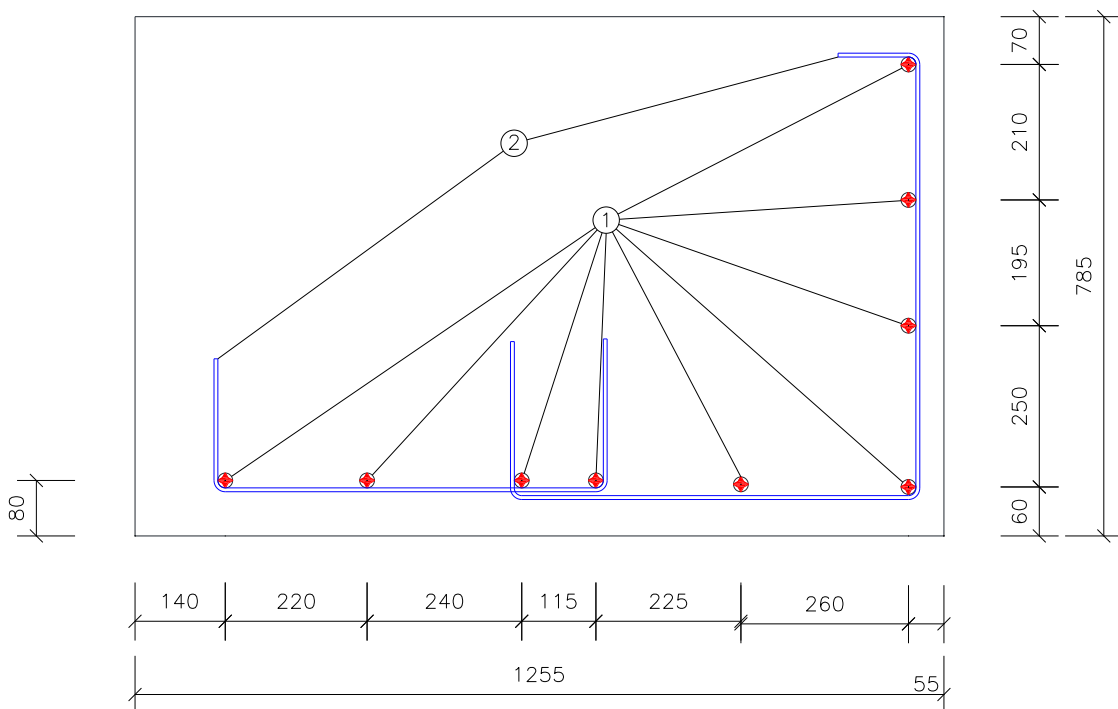


LEGENDA:

- L** VYZTUŽENÍ SVISLÉHO SLOUPU (ÚROVEŇ CCA 1000 MM NAD PODLAHOU)
- L** VYZTUŽENÍ SVISLÉHO SLOUPU (ÚROVEŇ CCA 8000 MM NAD PODLAHOU)
- L** VYZTUŽENÍ SVISLÉHO SLOUPU (ÚROVEŇ CCA 13000 MM NAD PODLAHOU)

*Schéma 4 Zakreslení polohy sekaných sond sloupů*

<b>Sonda D - 7.1</b>	Kontrola výztuže sloupu D - 7 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže; sonda provedena ve výšce cca 1150 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch ani poškození</li> <li>- na sloupu jsou osazeny držáky pro potrubí a elektroinstalaci</li> <li>- sloup bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podélná nosná výztuž bez koroze</li> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 45 - 75 mm
	Položka 2	Třmínky z hladké výztuže $\varnothing$ 8 po cca 250 mm





Obrázek 108 Pohled na sloup D-7 s provedenou sekanou sondou



Obrázek 109 Zachycení sekané sondy na delší straně sloupu D-7



Obrázek 110 Zachycení sekané sondy na kratší straně sloupu D-7



Obrázek 111 Bližší foto do sekané sondy na delší straně sloupu D-7



Obrázek 112 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu D-7



Obrázek 113 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu D-7

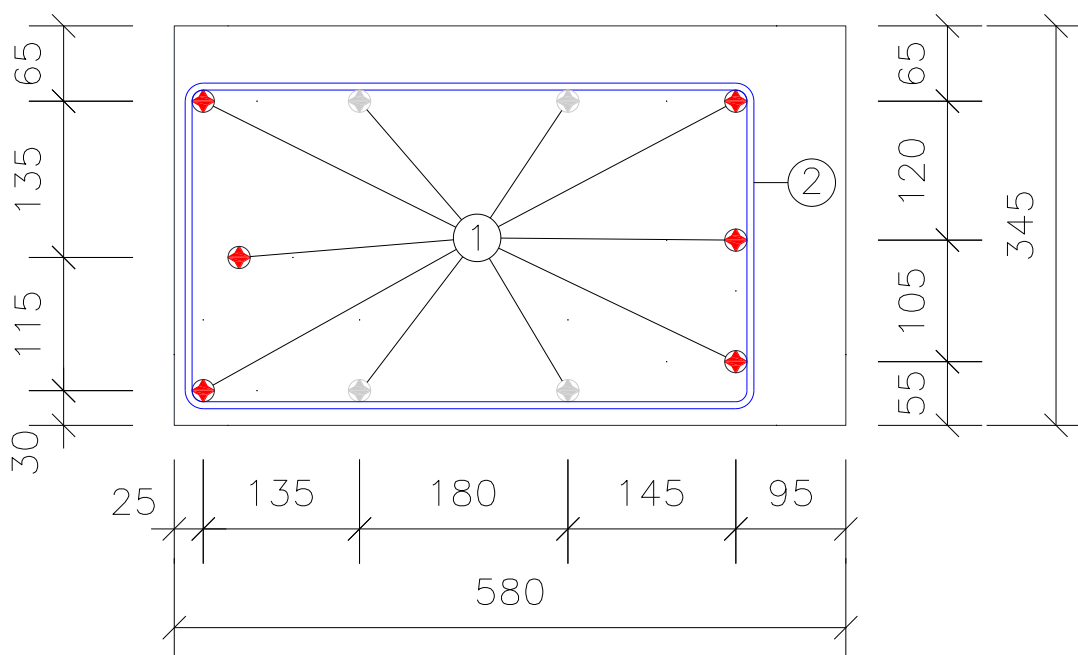


Obrázek 114 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže



Obrázek 115 Pohled na měření průměru třmínku

Sonda D - 7.2	Kontrola výztuže sloupu D - 7 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže; sonda provedena ve výšce cca 500 mm nad horní hranou jeřábové dráhy což je cca 8000 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Sloup	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- na sloupu jsou osazeny držáky pro potrubí a elektroinstalaci</li> <li>- sloup bez trhlin</li> <li>- po bocích sloupu je umístěno potrubí odvádějící vodu ze střešní konstrukce a znemožnilo provedení sekané sondy</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podélná nosná výztuž bez koroze až na prut v levém dolním rohu, u kterého je výraznější koroze</li> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím cca 50 mm; prut v levém dolním rohu krytí pouze 10 mm Šedé výztuže = předpokládané dle symetrie a podobnosti
	Položka 2	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 7 ve vzdálenostech 210; 150; 270; 150 mm





Obrázek 116 Pohled na sloup D-7 s provedenou sekanou sondou nad jeřábovou dráhou



Obrázek 117 Zachycení sekané sondy na delší straně sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou



Obrázek 118 Bližší foto sekané sondy sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou



Obrázek 119 Snímek výztuže s krytím 10 mm, u kterého je výraznější povrchová koroze



Obrázek 120 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu D-7



Obrázek 121 Foto tloušťky krycí vrstvy na protější kratší straně sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou

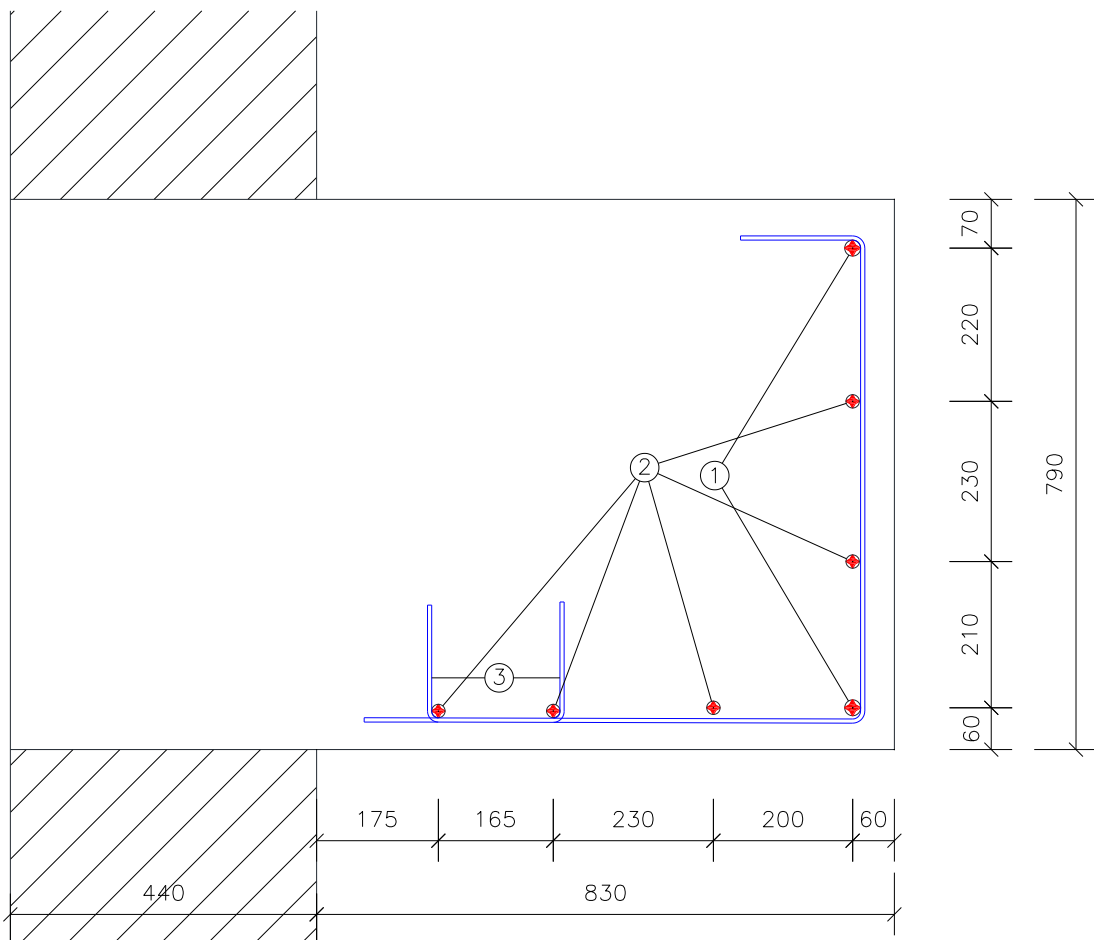


Obrázek 122 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže



Obrázek 123 Pohled na měření průměru třmínku

Sonda G - 9	Kontrola výztuže sloupu G - 9 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda provedena ve výšce cca 1350 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Sloup	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- část sloupu je zakryta přiléhající zděnou stěnou</li> <li>- sloup bez trhlin</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž i třmínky bez jakékoli koroze</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 40 – 45 mm
	Položka 2	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím cca 45 mm
	Položka 3	Třmínky z hladké výztuže $\varnothing$ 8 mm po 250 mm





Obrázek 124 Pohled na sloup G-9 s provedenou sekanou sondou



Obrázek 125 Zachycení sekané sondy na delší straně sloupu G-9



Obrázek 126 Foto sekané sondy na kratší straně sloupu G-9



Obrázek 127 Bližší foto sekané sondy na kratší straně sloupu G-9



Obrázek 128 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu G-9



Obrázek 129 Foto tloušťky krycí vrstvy na protější kratší straně sloupu G-9

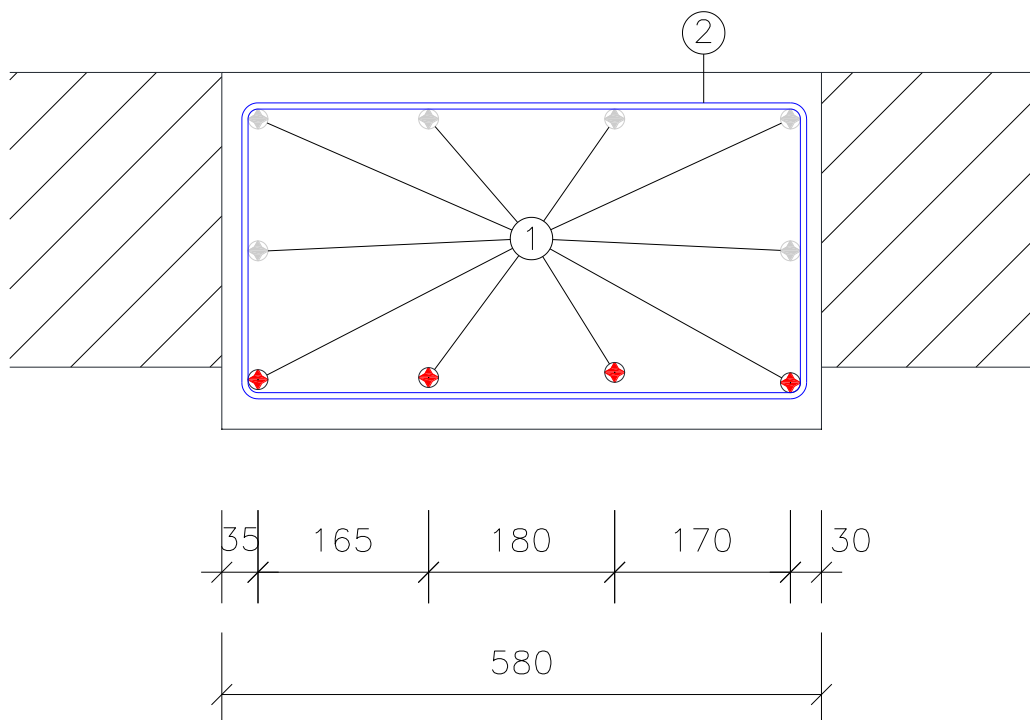


Obrázek 130 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže



Obrázek 131 Pohled na měření průměru třmínku

<b>Sonda F - 9</b>	Kontrola výztuže sloupu F - 9 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže; sonda provedena ve výšce cca 700 mm nad horní hranou jeřábové dráhy což je cca 8200 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- na sloupu jsou osazeny držáky pro potrubí a elektroinstalaci</li> <li>- sloup bez trhlin</li> <li>- sloup částečně zakryt přiléhající zděnou stěnou</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podélná nosná výztuž bez koroze</li> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím cca 45 - 50 mm Šedé výztuže = předpokládané dle symetrie a podobnosti
	Položka 2	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 7 ve vzdálenostech 250; 180; 200; 250 mm





Obrázek 132 Pohled na sloup F-9 s provedenou sekanou sondou na přístupné straně



Obrázek 133 Zachycení sekané sondy na přístupné straně sloupu F-9



Obrázek 134 Foto sekané sondy na sloupu F-9



Obrázek 135 Bližší foto sekané sondy na sloupu F-9



Obrázek 136 Foto tloušťky krycí vrstvy na rohu sloupu F-9



Obrázek 137 Foto tloušťky krycí vrstvy na odkryté straně sloupu F-9

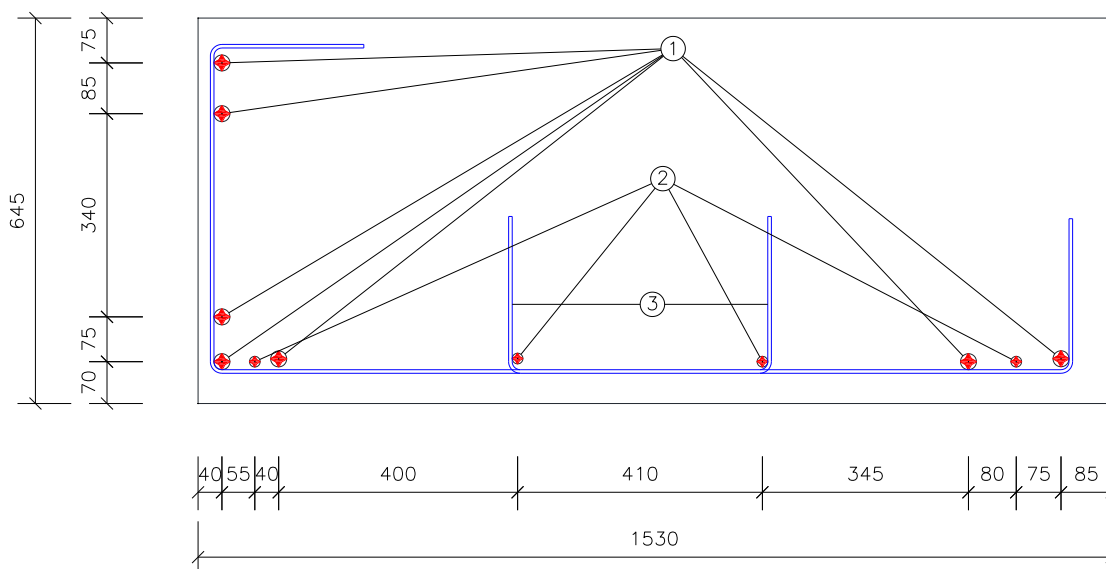


Obrázek 138 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže



Obrázek 139 Pohled na měření průměru třmínku

<b>Sonda M – 7.1</b>	Kontrola výztuže sloupu M – 7 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda provedena ve výšce cca 1300 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- sloup bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž i třmínky s mírnou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 28 mm s krytím cca 25 - 60 mm
	Položka 2	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 16 mm s krytím cca 45 - 70 mm
	Položka 3	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 8 mm po cca 250 mm





Obrázek 140 Pohled na sloup M-7 s provedenou sekanou sondou M-7.1



Obrázek 141 Zachycení sekané sondy M-7.1 na sloupu M-7



Obrázek 142 Foto sekané sondy na kratší straně sloupu M-7



Obrázek 143 Foto měření krycí vrstvy na kratší straně sloupu M-7



Obrázek 144 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu M-7



Obrázek 145 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.1

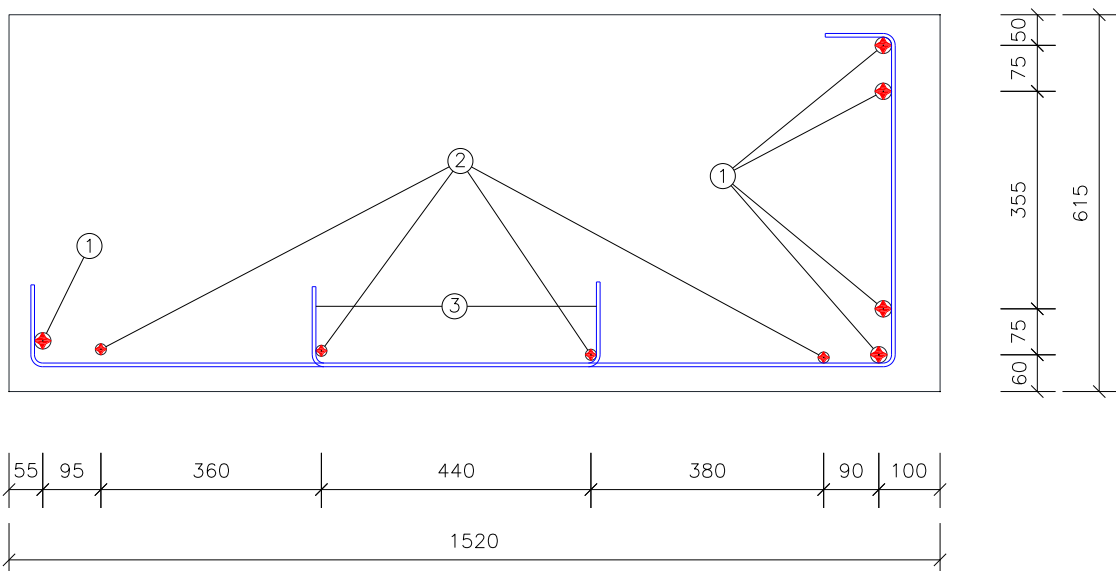


Obrázek 146 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.1



Obrázek 147 Pohled na měření průměru třmínku

<b>Sonda M – 7.2</b>	Kontrola výztuže sloupu M – 7 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda provedena ve výšce cca 1350 mm nad horní hranou jeřábové dráhy, což je cca 8750 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- sloup bez trhlin</li> <li>- na sloupu jsou osazeny držáky pro potrubí a elektroinstalaci</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s nepatrnou korozí</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez jakékoli povrchové koroze</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 28 mm s krytím cca 50 - 80 mm
	Položka 2	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 16 mm s krytím cca 50 - 65 mm
	Položka 3	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 8 mm po cca 250 mm





Obrázek 148 Pohled na sloup M-7 s provedenou sekanou sondou M-7.2 nad jeřábovou dráhou



Obrázek 149 Zachycení sekané sondy M-7.2 na sloupu M-7 nad jeřábovou dráhou



Obrázek 150 Foto sekané sondy na kratší straně sloupu M-7



Obrázek 151 Foto měření krycí vrstvy na delší straně sloupu M-7 v sondě M-7.2



Obrázek 152 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu M-7 v sondě M-7.2



Obrázek 153 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.2

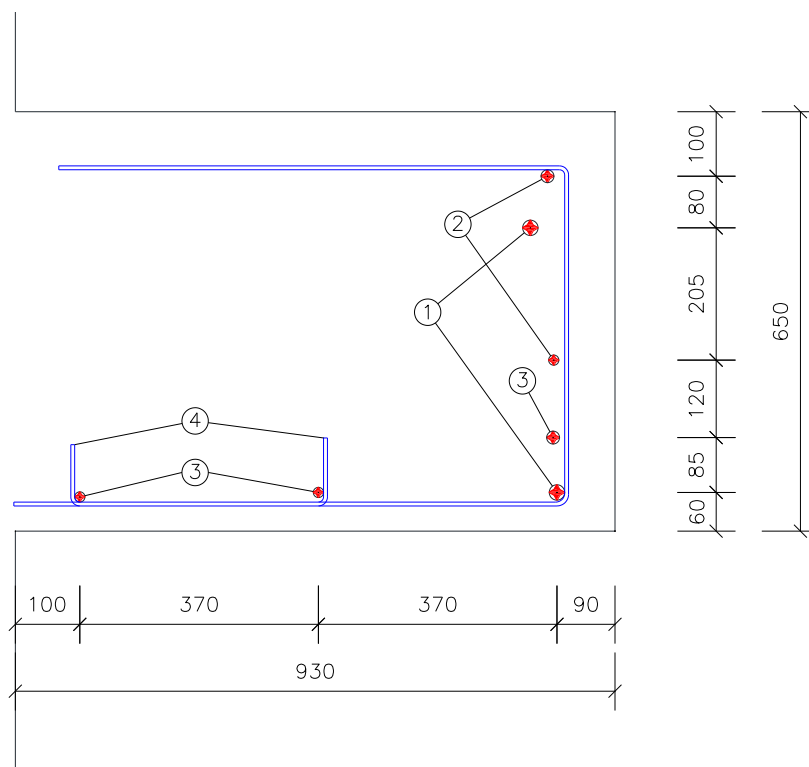


Obrázek 154 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.2



Obrázek 155 Pohled na měření průměru třmínku

<b>Sonda P – 8.1</b>	Kontrola výztuže sloupu P – 8 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda provedena ve výšce cca 1300 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- sloup bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž i třmínky s mírnou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 80 - 110 mm
	Položka 2	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím cca 80 - 100 mm
	Položka 3	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 16 mm s krytím cca 45 - 80 mm
	Položka 4	Třmínky z hladké výztuže $\varnothing$ 8 mm po cca 250 mm





Obrázek 156 Pohled na sloup P-8 s provedenou sekanou sondou P-8.1



Obrázek 157 Zachycení sekané sondy P-8.1 na sloupu P-8



Obrázek 158 Foto sekané sondy na delší straně sloupu P-8



Obrázek 159 Foto měření krycí vrstvy na delší straně sloupu P-8 v sondě P-8.1



Obrázek 160 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu P-8 v sondě P-8.1



Obrázek 161 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.1

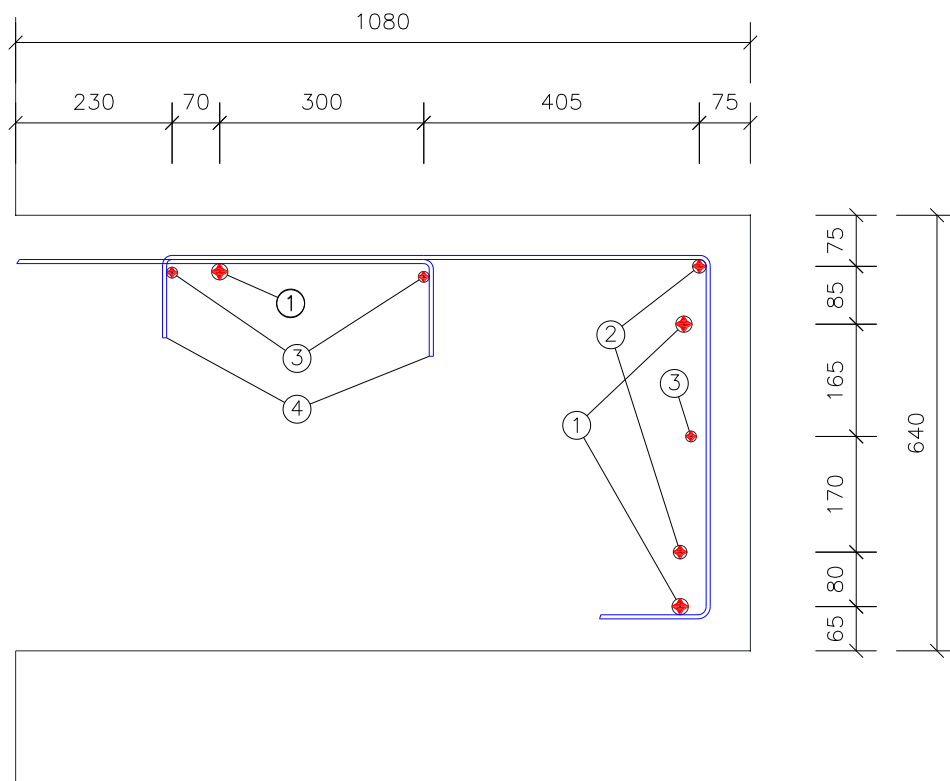


Obrázek 162 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.1



Obrázek 163 Pohled na měření průměru třmínku

<b>Sonda P – 8.2</b>	Kontrola výztuže sloupu P – 8 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda provedena ve výšce cca 500 mm pod jeřábovou dráhou, což je cca 8800 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- sloup bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s nepatrnou korozí</li> <li>- hlavní nosná výztuž s mírným rozvojem koroze</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 70 - 85 mm
	Položka 2	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 16 mm s krytím cca 65 - 90 mm
	Položka 3	Třmínky z hladké výztuže $\varnothing$ 8 mm po cca 250 mm





Obrázek 164 Pohled na sloup P-8 s provedenou sekanou sondou P-8.2



Obrázek 165 Zachycení sekané sondy P-8.2 na sloupu P-8



Obrázek 166 Foto sekané sondy na delší straně sloupu P-8



Obrázek 167 Foto měření krycí vrstvy na delší straně sloupu P-8 v sondě P-8.2



Obrázek 168 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu P-8 v sondě P-8.2



Obrázek 169 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.2

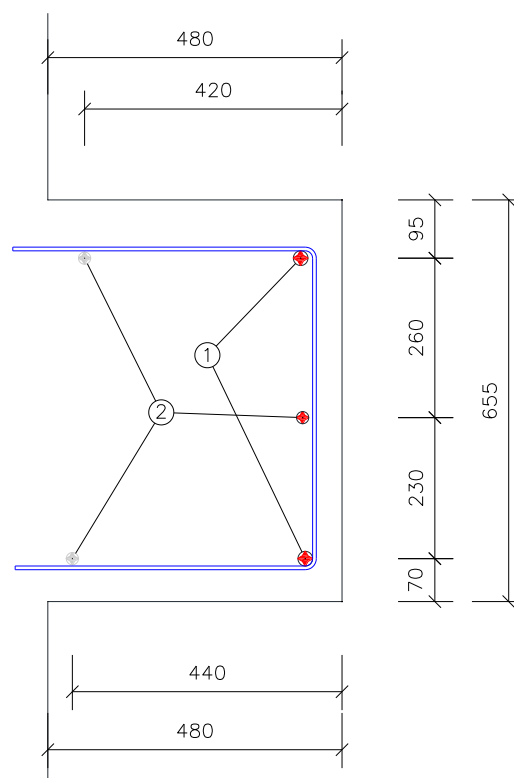


Obrázek 170 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.2



Obrázek 171 Pohled na měření průměru třmínku

<b>Sonda P – 8.3</b>	Kontrola výztuže sloupu P – 8 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda provedena ve výšce cca 1700 mm pod střešním obloukem, což je cca 13500 mm nad podlahou, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Sloup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sloup bez zjevných poruch a poškození</li> <li>- sloup bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky bez povrchové koroze</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez jakékoli koroze</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 65 - 70 mm
	Položka 2	Hlavní nosná výztuž ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím 70 mm
	Položka 3	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm po cca 290; 230; 260; 230 mm





Obrázek 172 Pohled na sloup P-8 s provedenou sekou sonda P-8.3



Obrázek 173 Zachycení sekane sondy P-8.3 na sloupu P-8



Obrázek 174 Foto sekane sondy na delší straně sloupu P-8



Obrázek 175 Foto měření krycí vrstvy na kratší straně sloupu P-8 v sondě P-8.3



Obrázek 176 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu P-8 v sondě P-8.3



Obrázek 177 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.3

## 7.4 Vyztužení dílčích částí střešní konstrukce

Na dílčích střešních částech bylo provedeno celkem 16 sond za účelem zjištění skutečného vyztužení, typu a stavu betonářské výztuže. Poloha jednotlivých sond je zakreslena na přiloženém půdorysném schématu. Po provedení sond bylo konstatováno, že většina střešních prvků je vyztužena betonářskou výztuží typu ROXOR v různých průměrech. Při odstranění krycí vrstvy bylo zjištěno, že u některých výztuží, zejména v oblastech, kde dochází k zatékání přes střešní plášť, je zvýšený rozvoj koroze výztuže. Nejvíce zasaženy byly některé skořepinové železobetonové desky v důsledku nedostatečného zhutnění při betonáži, čímž vznikly kaverny, ve kterých není výztuž pasivována betonem a probíhá zde zvýšený rozvoj koroze výztuže.

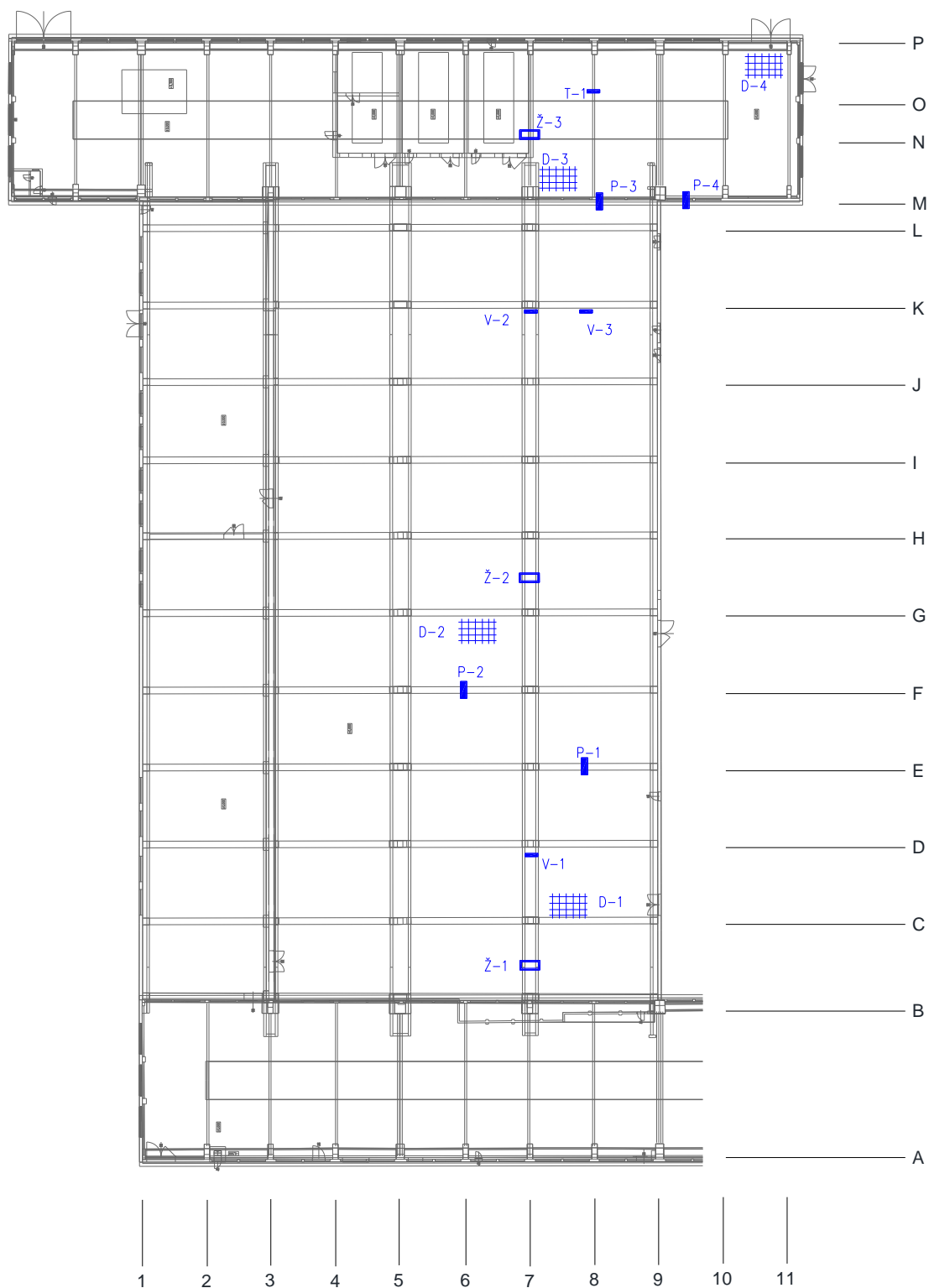
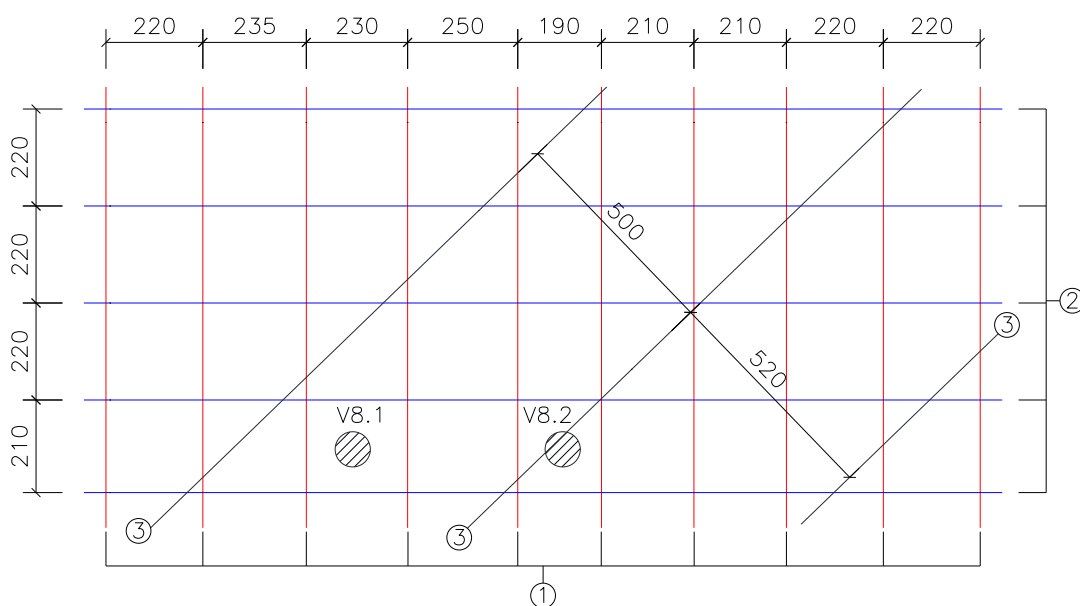


Schéma 5 Zakreslení polohy sekanych sond prvků střešní konstrukce

<b>Sonda D - 1</b>	Kontrola výztuže skořepinové desky v poli C,D – 7,9 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena ve vzdálenosti cca 1800 mm od sloupu C-7 a cca 530 mm od hrany začínajícího obloukového žebra, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Skořepina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na skořepině jsou patrné praskliny vybíhající od spodního rohu skořepiny pod úhlem cca 45°</li> <li>- skořepina zamokřená v důsledku netěsnosti střešního pláště a protékáním již zmíněnými trhlinami</li> <li>- na základě provedených vývrtů byla stanovena tloušťka desky na přibližně 120 mm</li> <li>- v důsledku nedostatečného zhutnění betonové směs jsou v místech křížení výztuží patrné kaverny</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- v důsledku přítomnosti vody jsou výztuže místy povrchově zkorodované avšak nedošlo k oslabení jejich průřezu</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1 – první vrstva	Svislá výztuž ROXOR $\varnothing$ 8 mm s krytím cca 20 - 35 mm
	Položka 2 – druhá vrstva	Vodorovná výztuž ROXOR $\varnothing$ 8 mm s krytím 25 - 35 mm
	Položka 3 – třetí vrstva	ROXOR $\varnothing$ 15 mm s krytím 35 - 50 mm





Obrázek 178 Pohled na skořepinu v úseku C,D –



Obrázek 179 Zachycení sekané sondy D - 1 na skořepině v úseku C,D – 7,9



Obrázek 180 Foto měření krycí vrstvy šikmé výztužné vložky v sondě D - 1



Obrázek 181 Foto měření krycí vrstvy svislé výztuže v sondě D - 1



Obrázek 182 Měření krycí vrstvy vodorovné výztuže v sondě D - 1



Obrázek 183 Foto měření průměru šikmé výztužné vložky v sondě D - 1

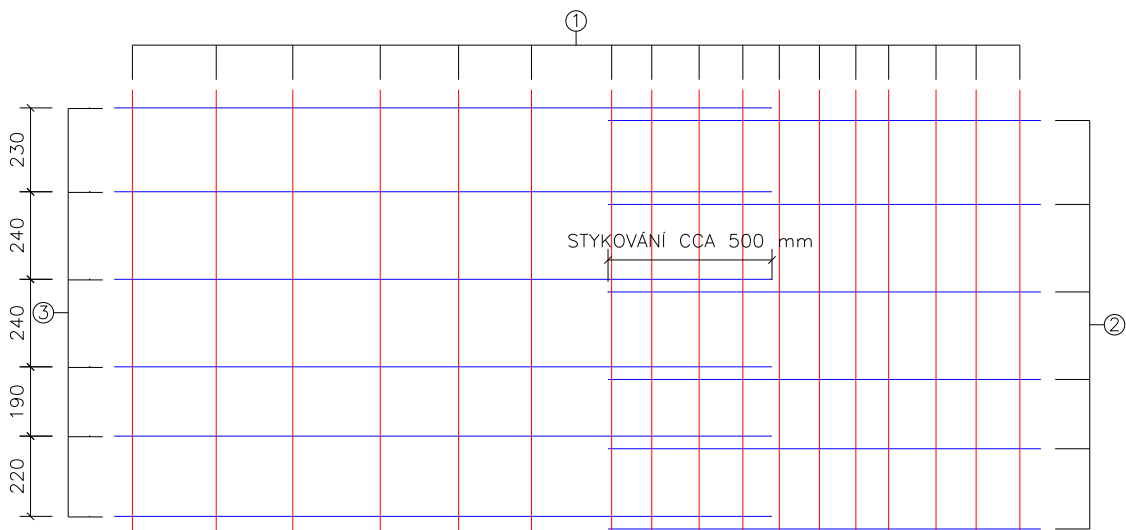


Obrázek 184 Foto měření průměru svislé výztuže v sondě D - 1



Obrázek 185 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D - 1

<b>Sonda D - 2</b>	Kontrola výztuže skořepinové desky v poli G, F – 7, 5 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena ve vzdálenosti cca 1900 mm od obloukového žebra a cca 1300 mm od hrany průvlaku shedové konstrukce, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Skořepina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- skořepina mírně zamokřená</li> <li>- dle projektové dokumentace je skořepina 80 mm tlustá</li> <li>- přítomnost kaveren v betonu nebyla zjištěna</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- v důsledku přítomnosti vody jsou výztuže místy povrchově zkorodované avšak průřez nebyl oslaben</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1 – první vrstva	Svislá výztuž ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím cca 5 - 10 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže
	Položka 2 – druhá vrstva	Vodorovná výztuž ROXOR $\varnothing$ 10 mm s krytím cca 15 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže
	Položka 3 – druhá vrstva	Výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím cca 15 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže





Obrázek 186 Pohled na skořepinu v úseku G, F – 7, 5 s provedenou sekanou sondou D - 2



Obrázek 187 Zachycení sekané sondy D - 2 na skořepině v úseku G, F – 7,5



Obrázek 188 Foto sekané sondy D - 2 na skořepině v úseku G, F – 7,5



Obrázek 189 Foto sekané sondy D - 2 na skořepině v úseku G, F – 7,5

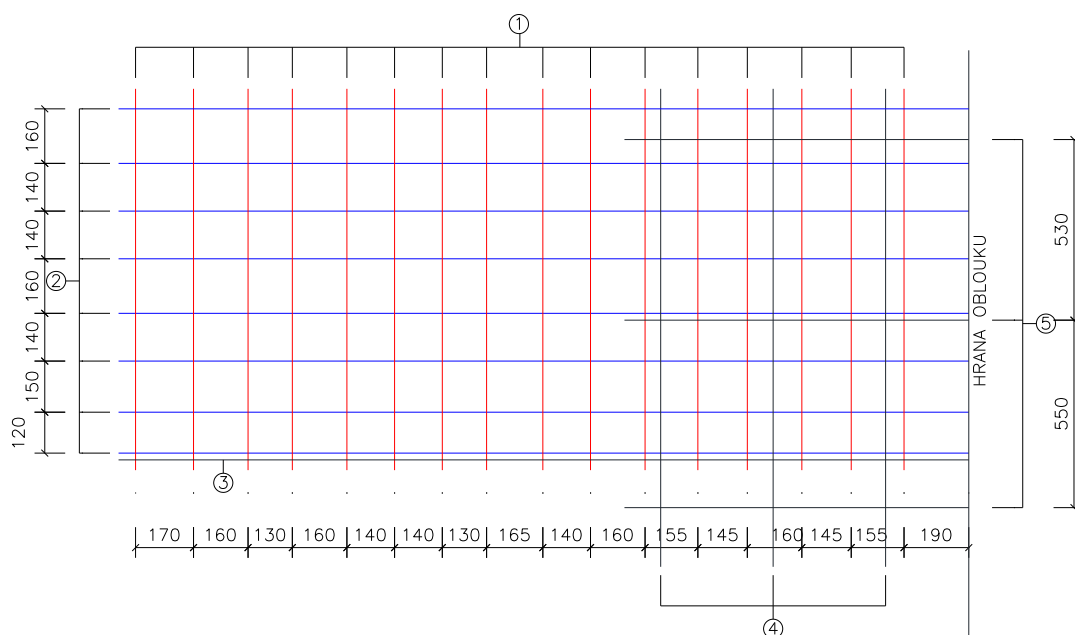


Obrázek 190 Měření krycí vrstvy vodorovné výztuže v sondě D - 2



Obrázek 191 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D - 2

<b>Sonda D - 3</b>	Kontrola výztuže skořepinové desky v poli M, N – 7, 8 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena ve vzdálenosti cca 1950 mm od hrany průvlaku střešní konstrukce mezi sloupy M7 – M8, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Skořepina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- skořepina výrazně zamokřená</li> <li>- tloušťka skořepiny nebyla zjišťována</li> <li>- přítomnost kaveren v betonu nezjištěna</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- zjištěna nedostatečná krycí vrstva</li> <li>- v důsledku přítomnosti vody jsou výztuže místy poměrně zkorodované, místy i s oslabením průřezu do 10 %</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž u spodního líce</b>	Položka 1 – svislá výztuž (první vrstva)	Hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 6 - 10 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže
	Položka 2 - vodorovná výztuž (první vrstva)	Hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 0 - 5 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže
	Položka 3 – vodorovná výztuž (první vrstva)	Hladká výztuž $\varnothing$ 25 mm s krytím cca 20 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže
<b>Zjištěná výztuž u horního líce</b>	Položka 4 – svislá výztuž (druhá vrstva)	Hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 30 - 35 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže
	Položka 5 – vodorovná výztuž (druhá vrstva)	Hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 0 - 5 mm, rozteče výztuží viz schéma výztuže





Obrázek 192 Pohled na skořepinu v úseku M, N – 7, 8 s provedenou sekanou sondou D - 3



Obrázek 193 Zachycení sekané sondy D - 3 na skořepině v úseku M, N – 7,8



Obrázek 194 Foto měření krycí vrstvy výztuže ROXOR s průměrem 25 mm v sondě D - 3



Obrázek 195 Foto měření krycí vrstvy hladké výztuže v sondě D - 3



Obrázek 196 Měření průměru svislé hladké výztuže v sondě D - 3



Obrázek 197 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D - 3

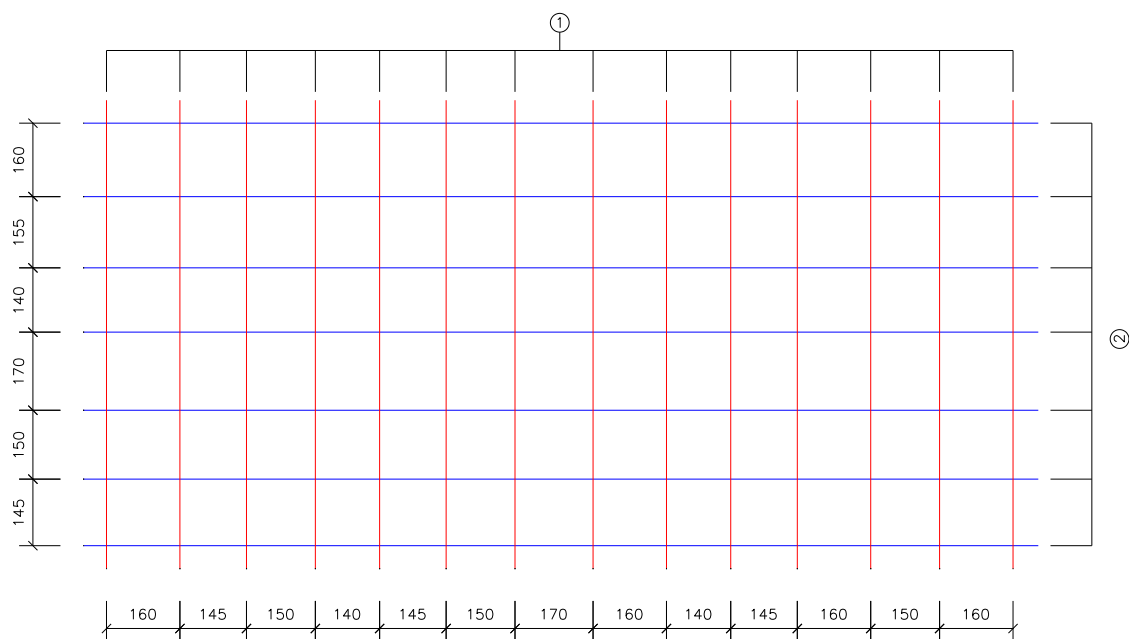


Obrázek 198 Foto měření průměru vodorovné hladké výztuže v sondě D - 3



Obrázek 199 Foto měření průměru hladké výztuže v sondě D - 3

<b>Sonda D - 4</b>	Kontrola výztuže skořepinové desky v poli P, O – 10, 11 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena ve vzdálenosti cca 1950 mm od průvzlaku a cca 2250 mm od hrany obloukového žebra P11 – O11, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Skořepina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na základě provedených vývrtů byla stanovena tloušťka desky na přibližně 85 mm</li> <li>- skořepina bez poškození trhlinami, dutinami, kavernami...atd.</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- zaznamenána lehká povrchová koroze</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1 – druhá vrstva	Hladká svislá výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 10 - 12 mm, rozteče jednotlivých vložek dle přiloženého schématu
	Položka 2 – první vrstva	Hladká vodorovná výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 5 mm, rozteče jednotlivých vložek dle přiloženého schématu





Obrázek 200 Pohled na skořepinu v úseku O, P – 10, 11 s provedenou sekanou sondou D-4 skořepině v úseku O, P – 10, 11



Obrázek 202 Foto měření krycí vrstvy vodorovné výztuže v sondě D - 4

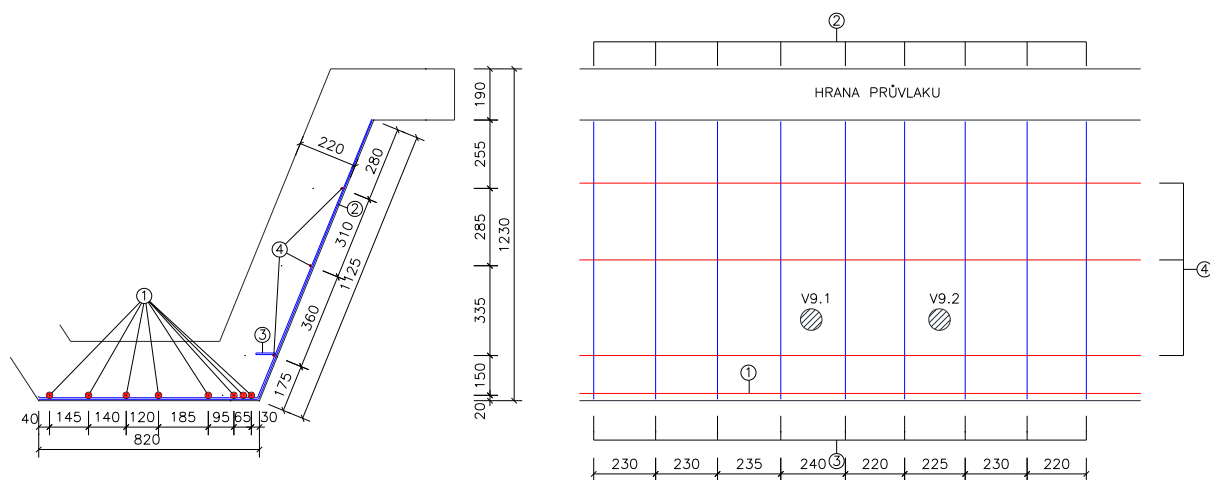
Obrázek 203 Foto měření krycí vrstvy svislé výztuže v sondě D - 4



Obrázek 204 Měření průměru svislé hladké výztuže v sondě D - 4

Obrázek 205 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D - 4

Sonda P - 1	Kontrola výztuže průvlaku v úseku mezi sloupy E7 – E9 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Průvlak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- průvlak potečený v důsledku zatékání přes střešní plášť</li> <li>- tloušťka průvlaku stanovena na 220 mm</li> <li>- přítomnost kaveren nebo dutin v betonu nezjištěna</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s lehkou korozí, hlavní výztuž bez koroze</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	Podélná výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 10 - 15 mm
	Položka 2	Svislá výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím cca 20 - 25 mm
	Položka 3	Třmínky z výztuže typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím cca 5 - 10 mm
	Položka 4	Vodorovná hladká výztuž $\varnothing$ 6 mm s krytím 5 – 10 mm





Obrázek 206 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy E7 - E9 s provedenou sekanou sondou průvlaku v úseku mezi sloupy E7 - E9 P - 1

Obrázek 207 Zachycení sekané sondy P - 1 na průvlaku v úseku mezi sloupy E7 - E9 P - 1



Obrázek 208 Foto měření krycí vrstvy třmínků průvlaku v sondě P - 1

Obrázek 209 Foto spodní části průvlaku v sondě P - 1



Obrázek 210 Foto měření průměru třmínku v sondě P - 1

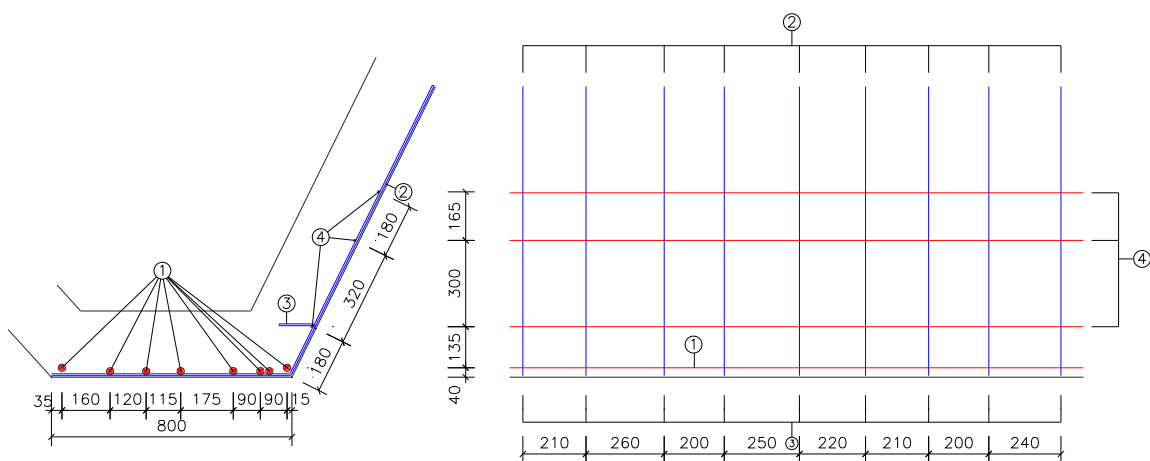
Obrázek 211 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P - 1



Obrázek 212 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P - 1

Obrázek 213 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě P - 1

Sonda P - 2	Kontrola výztuže průvlastku v úseku mezi sloupy F5 – F7 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Průvlastek	<ul style="list-style-type: none"> <li>- spodní část potečená v důsledku zatékání přes střešní plášť</li> <li>- tloušťka průvlastku stanovena na 220 mm</li> <li>- přítomnost kaveren nebo dutin v betonu nezjištěna</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s lehkou korozí, hlavní výztuž bez koroze</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	Podélná výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 20 - 30 mm
	Položka 2	Svislá hladká výztuž $\varnothing$ 7 mm s krytím cca 15 - 30 mm
	Položka 3	Třmínky z výztuže typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím cca 5 - 10 mm
	Položka 4	Vodorovná výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 6 mm s krytím 15 – 30 mm

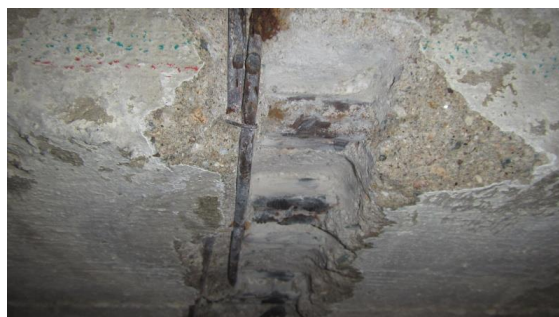




Obrázek 214 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy F7 - F5 s provedenou sekanou sondou průvlaku v úseku mezi sloupy F7 - F5 P - 2



Obrázek 216 Bližší foto sekané sondy boční stěny průvlaku mezi sloupy F7 - F5



Obrázek 217 Bližší foto sekané sondy spodního líce průvlaku mezi sloupy F7 - F5



Obrázek 218 Foto měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku



Obrázek 219 Foto měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku

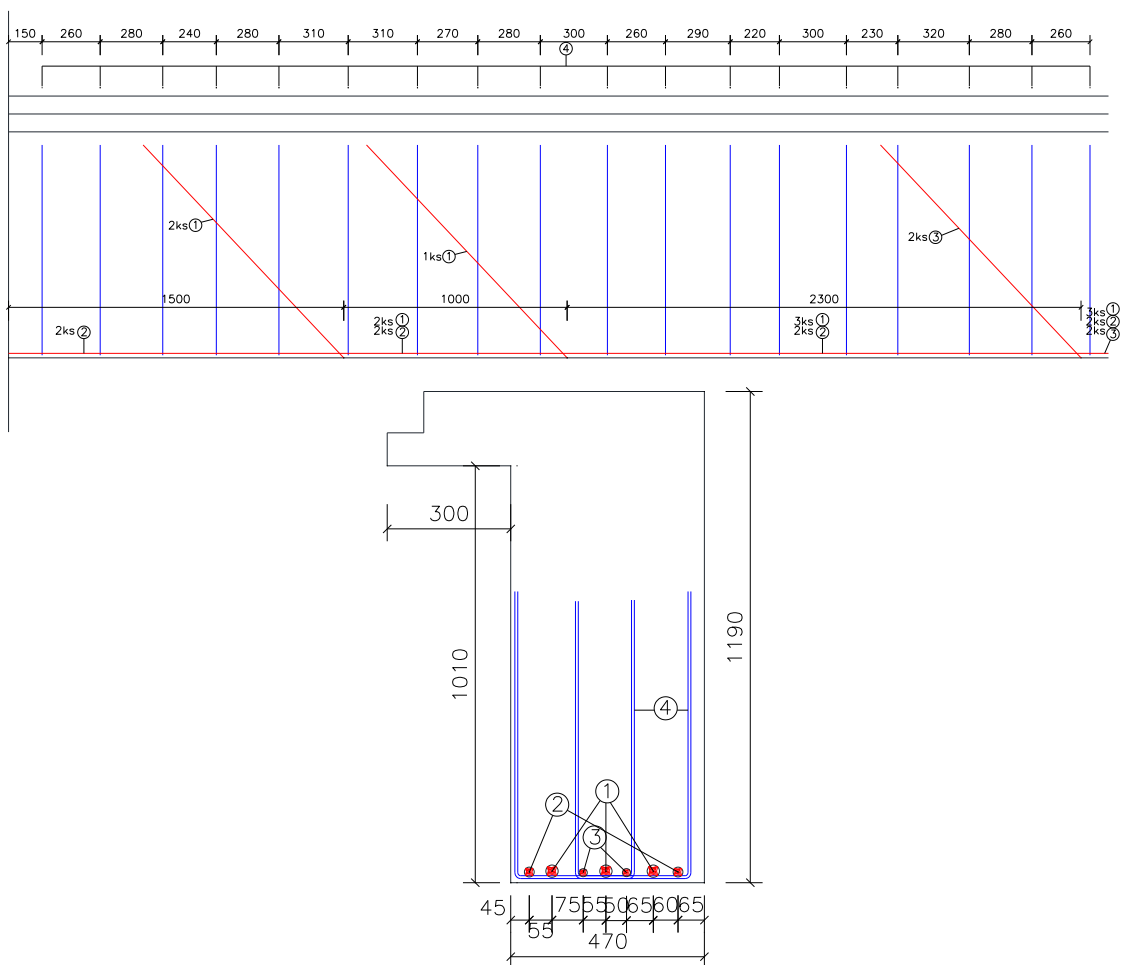


Obrázek 220 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P - 2



Obrázek 221 Foto měření průměru hlavní výztuže průvlaku v sondě P - 2

Sonda P - 3	Kontrola výztuže průvlastku v úseku mezi sloupy M7 – M9 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Průvlastek	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bez známek zatékání vody</li> <li>- nikde nebyly zjištěny trhliny</li> <li>- přítomnost kaveren nebo dutin v betonu nezjištěna</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- třmínky s lehkou korozí, hlavní výztuž bez koroze</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 30 mm s krytím cca 15 - 20 mm
	Položka 2	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím 20 mm
	Položka 3	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím 20 mm
	Položka 4	Třmínky z výztuže typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím 10 - 15 mm





Obrázek 222 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy M7 - M9 s provedenou sekanou sondou P - 3



Obrázek 223 Zachycení sekané sondy P - 3 na průvlaku v úseku mezi sloupy M7 - M9



Obrázek 224 Měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku mezi sloupy M7 – M9



Obrázek 225 Měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku mezi sloupy M7 – M9

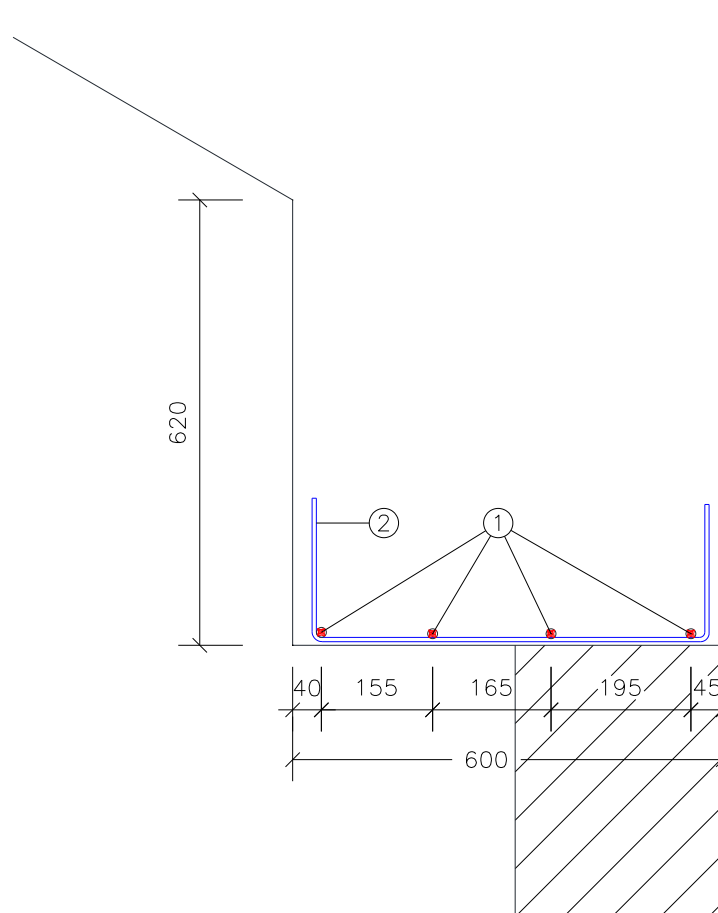


Obrázek 226 Foto měření průměru hlavní výztuže v sekané sondě P - 3



Obrázek 227 Foto měření průměru hlavní výztuže v sekané sondě P - 3

<b>Sonda P - 4</b>	Kontrola výztuže průvlastku v úseku mezi sloupy M10 – M9 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, poloha smykové výztuže určena od sloupu M9 směrem do středu průvlastku, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Průvlastek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- v místě sondy je průvlastek silně poškozený zatékající vodou</li> <li>- u betonu došlo k výrazné povrchové degradaci</li> <li>- přítomnost kaveren nebo dutin v betonu nezjištěna</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- přibližně v jedné třetině průvlastku se nachází silně zkorodovaná hlavní výztuž s již odstránilou krycí vrstvou, koroze dosáhla zhruba 50%</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 14 mm s krytím cca 10 - 15 mm
	Položka 2	Třmínek z hladké výztuže $\varnothing$ 6 mm s krytím 5 mm





Obrázek 228 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy M9 - M10



Obrázek 229 Zachycení sekané sondy P - 4 na průvlaku v úseku mezi sloupy M9 - M10



Obrázek 230 Bližší foto sekané sondy průvlaku



Obrázek 231 Bližší foto sekané sondy spodního líce průvlaku mezi sloupy F7 – F5



Obrázek 232 Foto měření krycí vrstvy od spodního líce jedné z hlavních výztuží průvlaku



Obrázek 233 Foto měření krycí vrstvy od bočního líce jedné z hlavních výztuží průvlaku

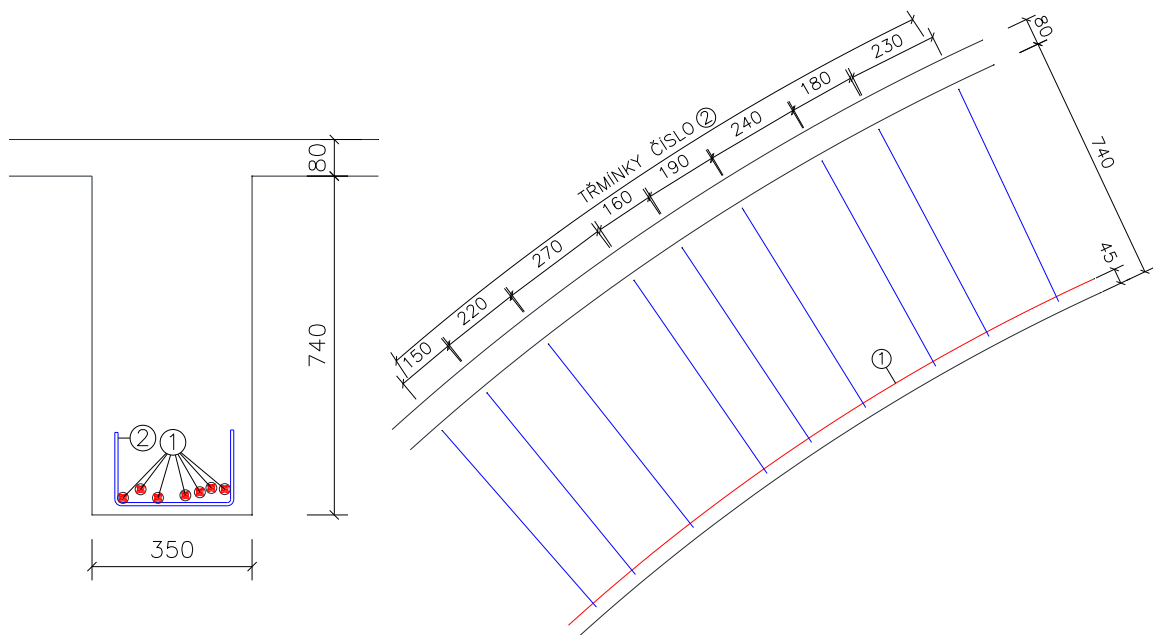


Obrázek 234 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P - 4



Obrázek 235 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě P - 4

<b>Sonda Ž - 1</b>	Kontrola výztuže obloukového žebra v úseku mezi sloupy C7 – B7 pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Obloukové žebro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na žebrou nebyly zjištěny žádné závady, trhliny nebo poruchy</li> <li>- přítomnost kaveren nebo dutin v betonu nezjištěna</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 35 - 55 mm
	Položka 2	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím 20 mm





Obrázek 236 Pohled na obloukové žebro v úseku mezi sloupy C7 - B7



Obrázek 237 Zachycení sekané sondy Ž - 1 na spodním líci žebra v úseku mezi sloupy C7 - B7



Obrázek 238 Foto měření šířky žebra přibližně v polovině rozpětí mezi sloupy C7 - B7



Obrázek 239 Měření krycí vrstvy třmínků na boční stěně obloukového žebra střešní konstrukce



Obrázek 240 Foto měření krycí vrstvy od spodního líce jedné z hlavních výztuží žebra

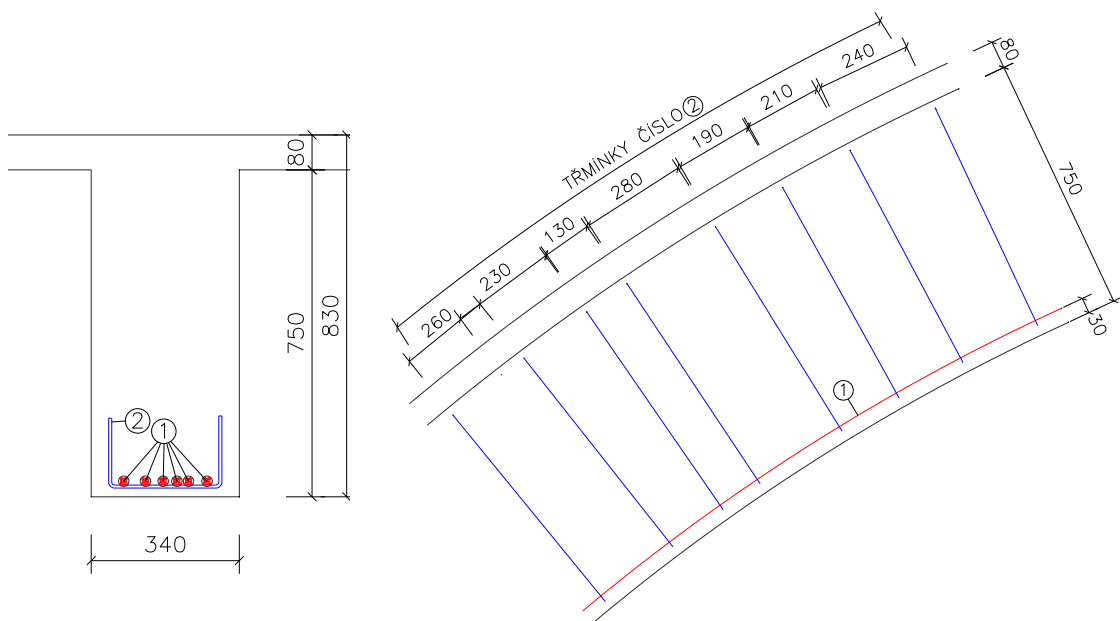


Obrázek 241 Foto měření průměru jedné z hlavní výztuže v sondě Ž - 1



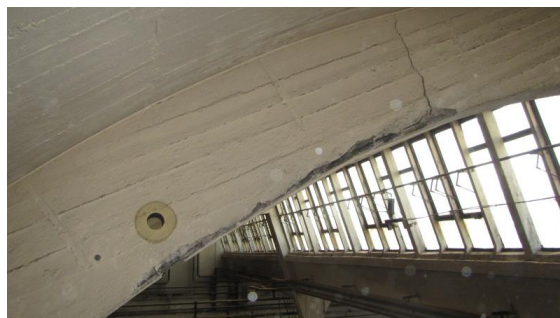
Obrázek 242 Foto měření průměru třmínku v sondě Ž - 1 na žebro mezi sloupy C7 - B7

<b>Sonda Ž - 2</b>	Kontrola výztuže obloukového žebra v úseku mezi sloupy H7 – G7, jedná se o žebro v dilatačním poli konstrukce, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Obloukové žebro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- žebro porušeno trhlinou prakticky přes celou jeho výšku</li> <li>- hlavní výztuž v místě sondy úplně bez krycí vrstvy</li> <li>- možná příčina tohoto porušení může být působení jeřábové dráhy, která není funkčně oddilátována</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 15 mm
	Položka 2	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím 20 mm





Obrázek 243 Pohled na obloukové žebro v úseku mezi sloupy H7 - G7



Obrázek 244 Zachycení sekané sondy Ž - 2 na žebro v úseku mezi sloupy H7 - G7



Obrázek 245 Zachycení praskliny na žebro



Obrázek 246 Bližší foto sekané sondy spodního líce průvlaku mezi sloupy H7 - G7



Obrázek 247 Zachycení zcela odpadané krycí vrstvy hlavní výztuže



Obrázek 248 Foto měření krycí vrstvy od spodního líce jedné z hlavních výztuží průvlaku

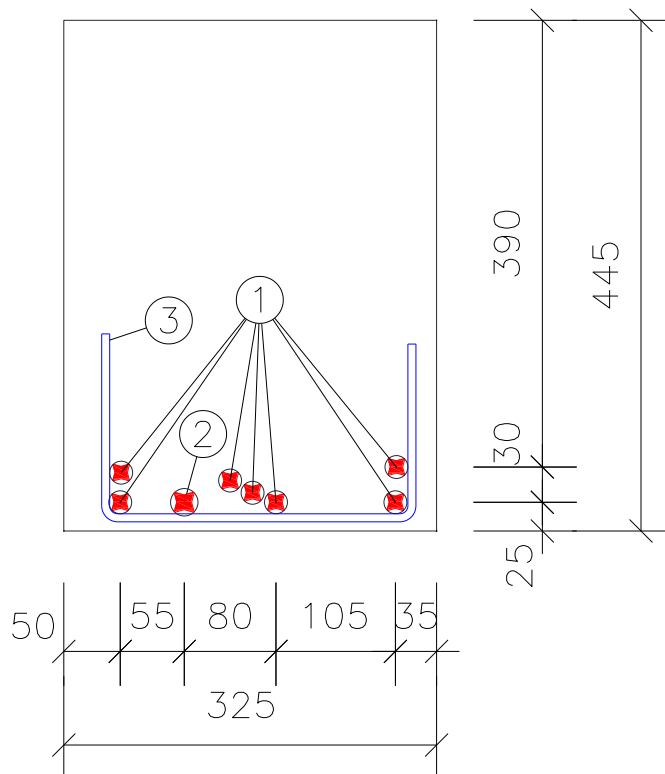


Obrázek 249 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě Ž - 2



Obrázek 250 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě Ž - 2

<b>Sonda V - 1</b>	Kontrola výztuže šikmé vzpěry shedové konstrukce nad sloupem D7, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena zhruba v polovině výšky prvku, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Šikmá vzpěra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na vzpěře nenalezeny žádné známky vad nebo poruch</li> <li>- přítomnost dutin či kaveren nebyla zjištěna</li> <li>- ze vzpěry odebrán jádrový vývrt V18</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 15 mm
	Položka 2	Třmínek typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím 20 mm





Obrázek 251 Pohled na šikmou vzpěru shedové konstrukce nad sloupem D7



Obrázek 252 Zachycení sekané sondy V - 1 na vzpěře shedové konstrukce nad sloupem D7



Obrázek 253 Měření šířky šikmé vzpěry



Obrázek 254 Bližší foto sekané sondy spodního líce vzpěry nad sloupem D7



Obrázek 255 Zachycení měření krycí vrstvy hlavní výztuže od spodního líce



Obrázek 256 Foto měření krycí vrstvy od bočního líce jedné z hlavních výztuží vzpěry

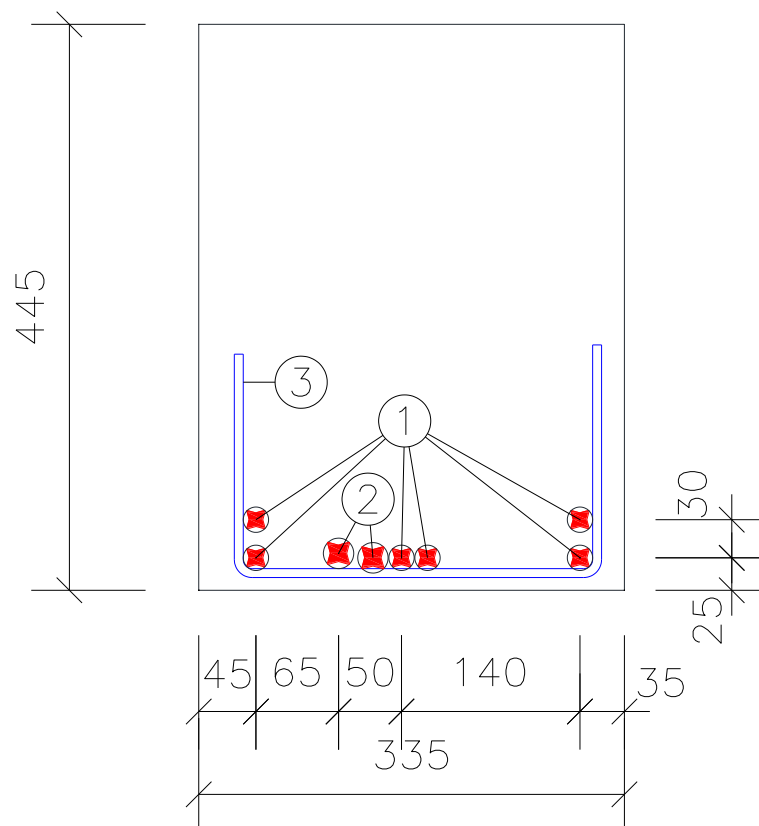


Obrázek 257 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě V - 1



Obrázek 258 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě V - 1

<b>Sonda V - 2</b>	Kontrola výztuže šikmé vzpěry shedové konstrukce nad sloupem K7, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena zhruba v polovině výšky prvku, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Šikmá vzpěra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na vzpěře nenalezeny žádné známky vad nebo poruch</li> <li>- přítomnost dutin či kaveren nebyla zjištěna</li> <li>- vzpěra zcela bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž s lehkou povrchovou korozí stejně tak i třmínky</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím cca 15 - 40 mm
	Položka 2	Výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 15 mm
	Položka 3	Třmínky typu ROXOR $\varnothing$ 7 mm s krytím 10 mm po 210; 240 a 210 mm





Obrázek 259 Pohled na šikmou vzpěru shedové konstrukce nad sloupem K7



Obrázek 260 Zachycení sekané sondy V - 2 na vzpěře shedové konstrukce nad sloupem K7



Obrázek 261 Měření šířky šikmé vzpěry



Obrázek 262 Měření krycí vrstvy od čelního líce vzpěry nad sloupem K7



Obrázek 263 Zachycení měření krycí vrstvy od bočního líce vzpěry



Obrázek 264 Foto měření průměru svislé výztuže posuvným měřítkem v sondě V - 2

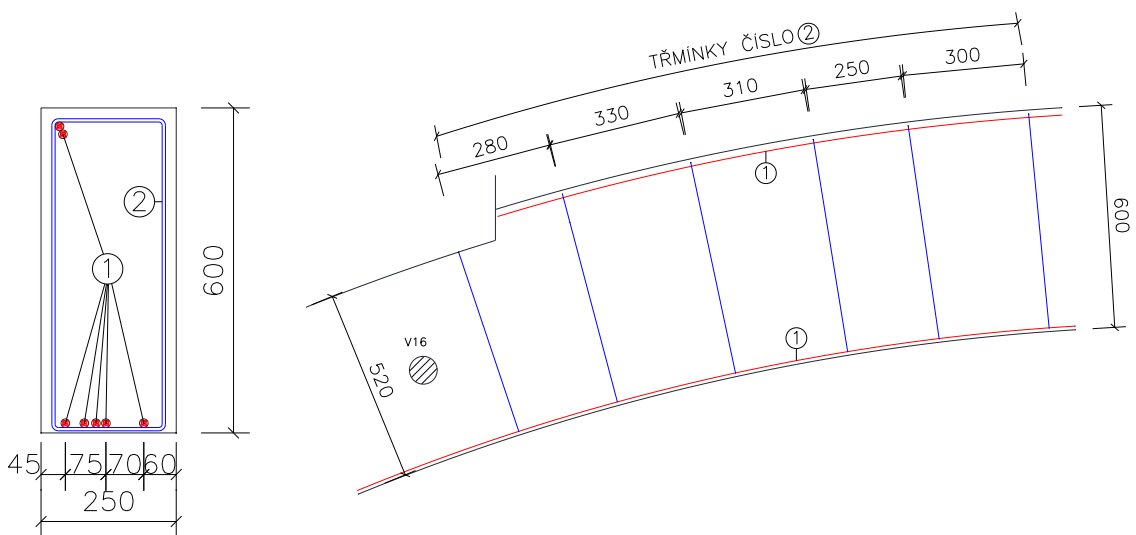


Obrázek 265 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě V - 2



Obrázek 266 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě V - 2

Sonda Ž - 3	Kontrola výztuže obloukového žebra v úseku mezi sloupy H7 – M7, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Obloukové žebro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- možná příčina tohoto porušení může být působení jeřábové dráhy, která není funkčně oddílatována</li> <li>- přítomnost dutin a kaveren v žebrou nezjištěna</li> <li>- z žebra byl odebrán jádrový vývrt s označením V16</li> <li>- v žebrou ukotven závěs (2x ROXOR <math>\varnothing</math> 10 mm) pro vynesení vodorovného táhla</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 16 mm s krytím cca 10 - 20 mm
	Položka 2	Třmínky z hladké výztuže $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 20 mm





Obrázek 267 Pohled na obloukové žebro s provedenou sekanou sondou Ž – 3 a jádrovým vývrtem V16 v úseku mezi sloupy N7 – M7



Obrázek 268 Zachycení sekané sondy Ž – 3 na spodním líci žebra, v žebře je ukotven také závěs tvořen dvojicí profilů typu ROXOR  $\varnothing 10$



Obrázek 269 Měření šířky obloukového žebra s odkrytou krycí vrstvou hlavní výztuže na spodním líci



Obrázek 270 Zachycení odrytého třmínku v při horním líci prvku



Obrázek 271 Zachycení měření krycí vrstvy hlavní výztuže od spodního líce žebra



Obrázek 272 Foto měření krycí vrstvy žebra při horním líci

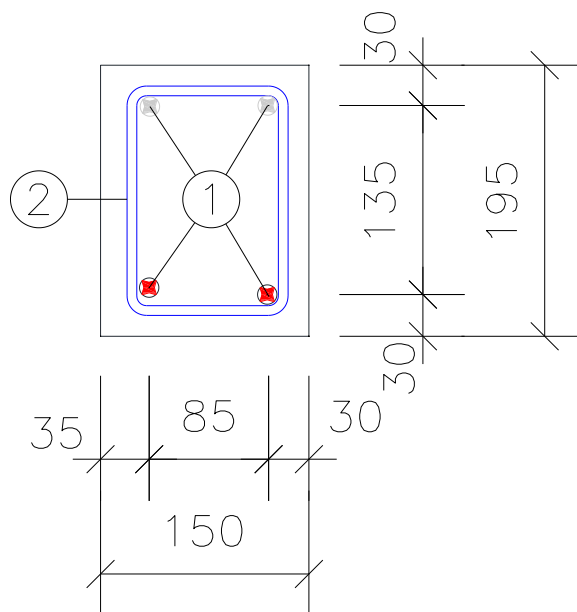


Obrázek 273 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě Ž - 3



Obrázek 274 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě Ž - 3

<b>Sonda V - 3</b>	Kontrola výztuže okenního sloupku shedové konstrukce v poli mezi sloupy K7 – K9, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena zhruba v polovině výšky prvku, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Okenní sloupek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na vzpěře nenalezeny žádné známky vad nebo poruch</li> <li>- přítomnost dutin či kaveren nebyla zjištěna</li> <li>- sloupek zcela bez trhlin</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 14 mm s krytím cca 25 - 30 mm, šedé výztuže = výztuž dle symetrie a podobnosti vyztužení
	Položka 2	Výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 24 mm s krytím cca 15 - 20 mm po cca 250 mm





Obrázek 275 Pohled na prosklení shedové střešní konstrukce v úseku mezi sloupy K7 – K9



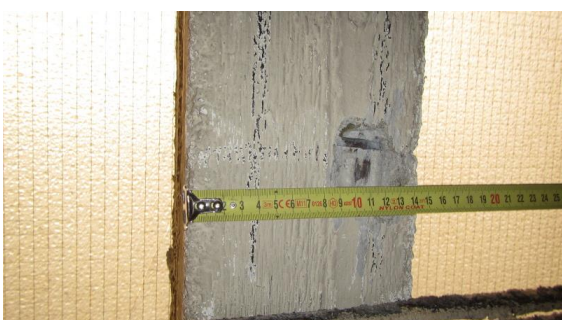
Obrázek 276 Bližší foto zkoumaného okenního sloupku (jedná se o prostřední sloupek)



Obrázek 277 Zachycení provedené sekané sondy za účelem zjištění skutečného vyztužení sloupku



Obrázek 278 Detailní foto odkryté výztuže poblíž rohu sloupku



Obrázek 279 Měření šířky sloupku



Obrázek 280 Foto měření krycí vrstvy z čelního líce sloupku

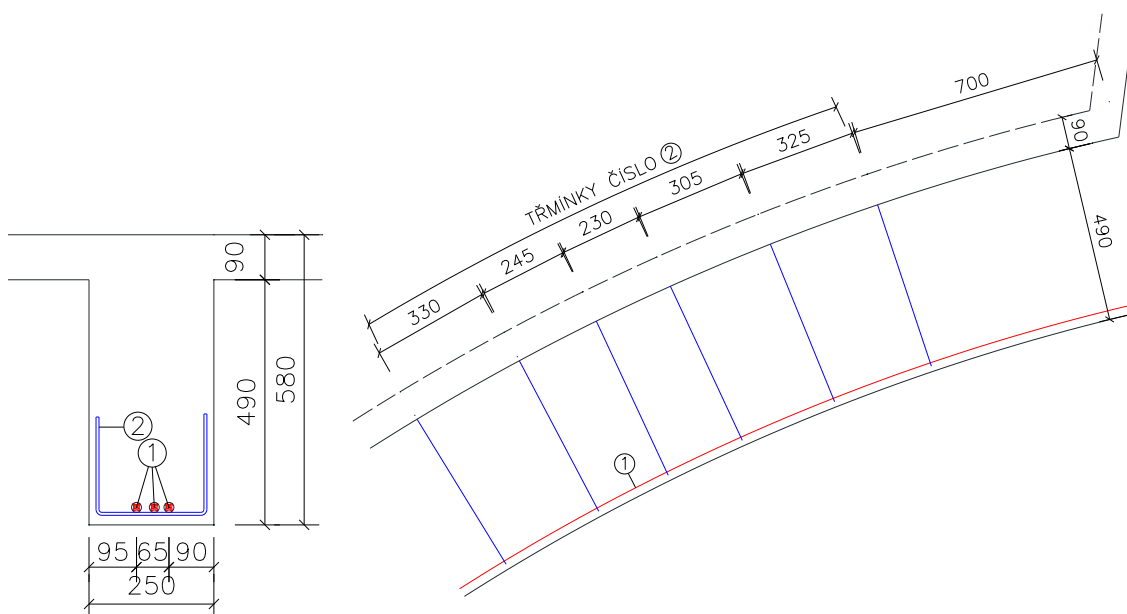


Obrázek 281 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě V - 3



Obrázek 282 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě V - 3

<b>Sonda Ž - 4</b>	Kontrola výztuže obloukového žebra v úseku mezi sloupy M10 – P10, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
<b>Obloukové žebro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- přítomnost dutin a kaveren v žebro nezjištěna</li> <li>- žebro naprosto bez povrchových vad či poškození</li> </ul>	
<b>Výztuž</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
<b>Zjištěná výztuž</b>	Položka 1	Hlavní výztuž typu ROXOR $\varnothing$ 20 mm s krytím cca 25 mm
	Položka 2	Třmínky z hladké výztuže $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 20 mm





Obrázek 283 Pohled na obloukové žebro v úseku mezi sloupy s označením M10 – P10



Obrázek 284 Bližší foto zkoumaného žebra s provedenou sekanou sondou



Obrázek 285 Zachycení sekané sondy na spodním líci obloukového žebra za účelem zjištění skutečného vyztužení



Obrázek 286 Detailní foto odkryté výztuže u spodního povrchu s měřením šířky prvku



Obrázek 287 Detailní foto sekané sondy v horní části žebra zasahující i do skořepinové desky (výztuž nebyla nalezena)



Obrázek 288 Foto měření průměru jedné z hlavních výztuží při spodním líci

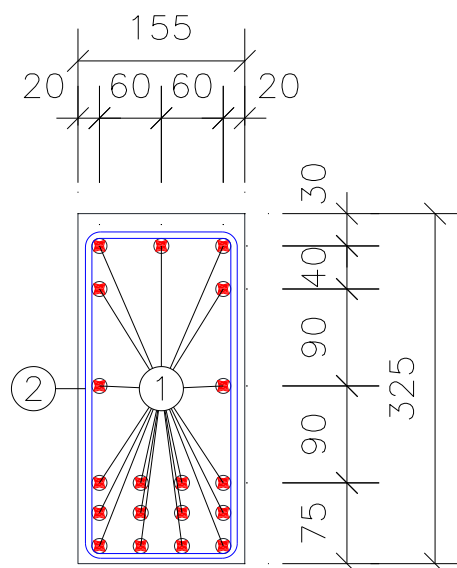


Obrázek 289 Foto měření průměru jedné z hlavních výztuží při spodním líci



Obrázek 290 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě Ž - 4

Sonda T - 1	Kontrola výztuže železobetonového tábhu oblouku mezi sloupy M10 – P10, pomocí profometru a radaru za účelem zjištění výztuže, sonda byla provedena přibližně uprostřed rozpětí, současně byla provedena také sekaná sonda pro určení použitého druhu výztuže, upřesnění polohy výztuží a jejich stavu	
Táhlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- přítomnost dutin a kaveren v táhlu nezjištěna</li> <li>- táhlo naprosto bez povrchových vad či poškození</li> </ul>	
Výztuž	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednotlivé výztužné vložky bez mechanického porušení</li> <li>- hlavní nosná výztuž bez koroze, třmínky s lehkou povrchovou korozí</li> </ul>	
Zjištěná výztuž	Položka 1	<p>Hlavní výztuž typu ROXOR <math>\varnothing</math> 14 mm ve 3 vrstvách při spodu</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. vrstva 10 mm od spodního líce</li> <li>2. vrstva 40 mm od spodního líce</li> <li>3. vrstva 75 mm od spodního líce</li> </ol> <p>Výztuž typu ROXOR <math>\varnothing</math> 14 mm ve 3 vrstvách při vrchním líci</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. vrstva 30 mm od horního líce</li> <li>2. vrstva 70 mm od horního líce</li> <li>3. vrstva 160 mm od horního líce</li> </ol>
	Položka 2	Třmínek z hladké výztuže $\varnothing$ 6 mm s krytím cca 5 - 10 mm po 180; 170; 160; 170; 170 a 190 mm





Obrázek 291 Pohled na železobetonové táhlo obloukového žebra mezi sloupy M10 – P10



Obrázek 292 Bližší foto zkoumaného táhla s provedenou sekanou sondou při spodním líci



Obrázek 293 Zachycení sekané sondy na bočním líci s měřením jednotlivých vodorovných výztuží



Obrázek 294 Detailní foto odkryté výztuže u spodního povrchu s měřením šířky prvku



Obrázek 295 Detailní foto měření krycí vrstvy nejspodnější vrstvy výztuže při spodním líci



Obrázek 296 Foto měření krycí vrstvy hlavní výztuže od bočního líce prvku



Obrázek 297 Foto měření průměru jedné z hlavních výztuží při spodním líci



Obrázek 298 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě T - 1

## 8 Závěr

První část této práce se věnuje teoretickému popisu jednotlivých metod používaných pro diagnostiku železobetonových konstrukcí, s podrobnějším zaměřením na metody, které byly použity při praktické části práce. Popsány jsou zde také vlastnosti materiálů, které jsou při průzkumu konstrukcí zjišťovány.

Druhá část se zabývá již zmíněným průzkumem vybraných částí železobetonového skeletu. Zkoumány byly svislé nosné sloupy, vodorovné průvlaky, oblouková žebra střešní konstrukce, skořepinové desky, okenní sloupky a vzpěry shedové konstrukce.

Na základě provedení laboratorních zkoušek na zkušebních tělesech, vyrobených z odebraných jádrových vývrtů a jejich vyhodnocení, byl beton zatříděn do pevnostní třídy C12/15. Struktura betonu byla ve většině případů uspokojivá. Hloubka pronikání karbonatace se pohybuje v rozmezí od 5 – 80 mm. Tato velká variabilita je závislá na půdorysné poloze odběru a povrchové úpravě prvku. U průvlaku mezi sloupy M10 – M9 byla zjištěna v důsledku zatékání vody výrazná povrchová degradace betonu.

Součástí průzkumu bylo také zjištění skutečného vyztužení jednotlivých vybraných prvků. To bylo provedeno kombinací metod nedestruktivních (elektromagnetické indikátory, georadar) a destruktivních za účelem zjištění typu, průměru, polohy, množství a vzdáleností jednotlivých výztuží. V prvcích jako jsou svislé sloupy, vodorovné průvlaky, oblouková žebra, ale i některé skořepinové desky, byla zjištěna výztuž typu ROXOR v různých průměrech. Některé ze skořepin byly vyztuženy hladkou výztuží. Většina výztuží byla bez povrchové koroze, ale v některých prvcích došlo k výrazné korozi výztuže viz praktická část.

Většina zkoumaných prvků až na jeden nenesla žádné výrazné známky mechanického poškození. Na obloukovém žebro ležícím v dilatačním poli, byla zjištěna odpadaná krycí vrstva a prasklina prakticky přes celou výšku prvku. Žebro bylo pravděpodobně poškozeno od nefunkčního dilatačního pole jeřábové dráhy mezi sloupy H7 – G7. Pravděpodobně vlivem posunu v dilataci došlo k poškození opačně působícím silovým účinkem, a je prolomeno přibližně v polovině jeho rozpětí. Spodní výztuž byla z důvodu zvýšeného tahového namáhání vytržena z betonu a je zde zcela opadaná krycí vrstva.

Jak již bylo zmíněno výše, tak dochází k zatékání do objektu přes netěsný střešní plášť. Tento problém je nutné vyřešit, jinak hrozí další výrazný rozvoj koroze vyztužení zasažených prvků.

Takto zjištěné informace plně postačují pro rozhodnutí o možnostech budoucího využívání nebo sanaci objektu.

## 9 Bibliografie

- [1] CIKRLÉ, Petr. *NDT Zkoušení ve stavebnictví*. Listopad 2010. Brno: Ústav stavebního zkušebnictví, Fakulta stavební VUT v Brně, 2010. ISBN 978-80-214-4198-9.
- [2] Pevnost betonu v tlaku na jádrových vývrtech. [Http://szk.fce.vutbr.cz](http://szk.fce.vutbr.cz) [online]. Brno: VUT, c2012–2016 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: [http://szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/2016/ESF\\_C2\\_N%C3%A1vod\\_v%C3%BDvrt.pdf](http://szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/2016/ESF_C2_N%C3%A1vod_v%C3%BDvrt.pdf)
- [3] *Karbonatace betonu (Carbonation of concrete)* [online]. ebeton.cz, b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/karbonatace-betonu>
- [4] *ČSN EN 12504-1 (731303) Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku*. 1. 11. 2009. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [5] *ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles*. 1. 10. 2009. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [6] *ČSN ISO 13822 (730038) Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí*. 1. 1. 2015. Praha: ÚNMZ, 2015.
- [7] *ČSN EN 13791 (731303) Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích*. 1. 7. 2007. Praha: ÚNMZ, 2007.
- [8] *ČSN ISO 1920-10 Zkoušení betonu - Část 10: Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku*. 1. 8. 2016. Praha: ÚNMZ, 2016.
- [9] *ČSN EN 12504-4 (731303) Zkoušení betonu - Část 4: Stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu*. 1. 4. 2005. Praha: ÚNMZ, 2005.
- [10] Časopis BUILD. *BUILD* [online]. 2015, **2015**(4), 30 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.buildinfo.cz/vyslo/a2015/a4-2015/>

- [11] ING.ANTON, Ondřej,, Petr, DOC.CIKRLE a Věra, ING.HEŘMÁNKOVÁ. Zkušenosti s georadarem při stavebně technických průzkumech. *Stavba.tzb-info.cz* [online]. Brno: FAST VUT v Brno, Ústav stavebního zkušebnictví, 2014 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/10800-zkusenosti-s-georadarem-pri-stavebne-technicky-pruzkumech>
- [12] Profometer 630 AI Application 01.jpg. In: *Www.proceq.com* [online]. b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: [https://www.proceq.com/uploads/tx\\_proceqproductcms/import\\_data/files/Profometer%20630%20AI%20Application%2001.jpg](https://www.proceq.com/uploads/tx_proceqproductcms/import_data/files/Profometer%20630%20AI%20Application%2001.jpg)
- [13] Original Schmidt Application 01.jpg. *Www.proceq.com* [online]. Switzerland: Proceq, 2001 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: [https://www.proceq.com/uploads/tx\\_proceqproductcms/import\\_data/files/Original%20Schmidt%20Application%2001.jpg](https://www.proceq.com/uploads/tx_proceqproductcms/import_data/files/Original%20Schmidt%20Application%2001.jpg)
- [14] Pundit PL-200 Application 01.jpg. In: *Www.proceq.com* [online]. Switzerland: Proceq, 2001 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: [https://www.proceq.com/uploads/tx\\_proceqproductcms/import\\_data/files/Pundit%20PL-200%20Application%2001.jpg](https://www.proceq.com/uploads/tx_proceqproductcms/import_data/files/Pundit%20PL-200%20Application%2001.jpg)
- [15] Pundit 2\_Operating Instructions\_English.pdf. In: *Www.proceq.com* [online]. Switzerland: Proceq, 2017 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: [https://www.proceq.com/uploads/tx\\_proceqproductcms/import\\_data/files/Pundit%202\\_Operating%20Instructions\\_English.pdf](https://www.proceq.com/uploads/tx_proceqproductcms/import_data/files/Pundit%202_Operating%20Instructions_English.pdf)
- [16] Pundit PL-2\_Sales Flyer\_English\_high.pdf. In: *Www.proceq.com* [online]. Switzerland: Proceq, 2017 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: [https://www.proceq.com/uploads/tx\\_proceqproductcms/import\\_data/files/Pundit%20PL-2\\_Sales%20Flyer\\_English\\_high.pdf](https://www.proceq.com/uploads/tx_proceqproductcms/import_data/files/Pundit%20PL-2_Sales%20Flyer_English_high.pdf)

## 10 Seznam obrázků

Obrázek 1 Pohled na odběr jádrových vývrtů	5
Obrázek 2 Popsaný odebraný jádrový vývrt s měřidlem	6
Obrázek 3 Jádrový vývrt po provedení zkoušky karbonatace	6
Obrázek 4 Vyhovující porušení zkušebních těles dle ČSN EN 12390-3	7
Obrázek 5 Nepřípustné porušení těles dle ČSN EN 12390-3	7
Obrázek 6 Provádění zkoušky tvrdoměrem Schmidt	14
Obrázek 7 Prozvučování betonového sloupu za pomoci dvou sond	14
Obrázek 8 Přímá metoda prozvučování	16
Obrázek 9 Polopřímá metoda prozvučování	16
Obrázek 10 Nepřímá metoda prozvučování	16
Obrázek 11 Princip odrazové sondy Pundit PL-200PE	16
Obrázek 12 Způsob prozáření trámu do šířky 250 mm	18
Obrázek 13 Použití Profometeru PM-630 v praxi	18
Obrázek 14 Použití georadaru HILTI PS1000 na železobetonovém průvlaku	20
Obrázek 15 Názorná ukázka provedení sekané sondy	21
Obrázek 16 Pohled na jedno z průčelí objektu	22
Obrázek 17 Schematický půdorys objektu	23
Obrázek 18 Pohled na vnitřní uspořádání nosných prvků	23
Obrázek 19 Pohled na vnitřní konstrukční uspořádání	24
Obrázek 20 Pohled na střešní konstrukční prvky	24
Obrázek 21 Železobetonový svislý sloup	25
Obrázek 22 Pohled na skořepinové desky mezi oblouky	25
Obrázek 23 Vodorovný železobetonový průvlak	26
Obrázek 24 Oblouková železobetonová žebra	26
Obrázek 25 Zakreslení jednotlivých odebraných jádrových vývrtů ze sloupu	28
Obrázek 26 Pohled na sloup D-7 s odebraným jádrovým vývrtem	29
Obrázek 27 Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtu ze sloupu D-7	29
Obrázek 28 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze sloupu D-7	29
Obrázek 29 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V1 fenolftaleinem	29

Obrázek 30	Pohled na sloup G-9 s odebraným jádrovým vývrtem	30
Obrázek 31	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu G-9	30
Obrázek 32	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu G-9	30
Obrázek 33	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V2 fenolftaleinem	30
Obrázek 34	Pohled na sloup M-7 s odebraným jádrovým vývrtem	31
Obrázek 35	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu M-7	31
Obrázek 36	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu M-7	31
Obrázek 37	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V3 fenolftaleinem	31
Obrázek 38	Pohled na sloup P-8 s odebraným jádrovým vývrtem	32
Obrázek 39	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu P-8	32
Obrázek 40	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu P-8	32
Obrázek 41	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V4 fenolftaleinem	32
Obrázek 42	Pohled na sloup M-7 s odebraným jádrovým vývrtem	33
Obrázek 43	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu M-7	33
Obrázek 44	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu M-7	33
Obrázek 45	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V5 fenolftaleinem	33
Obrázek 46	Pohled na sloup P-8 s odebraným jádrovým vývrtem	34
Obrázek 47	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu P-8	34
Obrázek 48	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu P-8	34
Obrázek 49	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V6 fenolftaleinem	34
Obrázek 50	Pohled na sloup F-9 s odebraným jádrovým vývrtem	35
Obrázek 51	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu F-9	35
Obrázek 52	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu F-9	35
Obrázek 53	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V13 fenolftaleinem	35
Obrázek 54	Pohled na sloup H-7 s odebraným jádrovým vývrtem	36
Obrázek 55	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu H-7	36
Obrázek 56	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu H-7	36
Obrázek 57	Zachycení zkoušky karbonatice vzorku z vývrtnu V14 fenolftaleinem	36
Obrázek 58	Pohled na sloup H-7 s odebraným jádrovým vývrtem	37
Obrázek 59	Foto-dokumentace hloubky jádrového vývrtnu ze sloupu H-7	37
Obrázek 60	Pohled do odebraného jádrového vývrtnu ze sloupu H-7	37

Obrázek 61 Zachycení zkoušky karbonatace vzorku z vývrtu V14 fenolftaleinem	37
Obrázek 62 Odebírání jádrových vývrtů ze střešních prvků	39
Obrázek 63 Zakreslení polohy jádrových vývrtů ze střešních prvků	40
Obrázek 64 Železobetonový průvlak na ose M v úseku mezi sloupy M-7 a M-9	41
Obrázek 65 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi sloupy M-7 a M-9	41
Obrázek 66 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi sloupy M-7 a M-9	41
Obrázek 67 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového průvlaku na ose M v úseku mezi sloupy M-7 a M-9	41
Obrázek 68 Místo odběru jádrových vývrtů ze skořepiny	42
Obrázek 69 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V8.1	42
Obrázek 70 Pohled do odebraného jádrového vývrtu V8.1	42
Obrázek 71 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V8.2	42
Obrázek 72 Pohled do odebraného vývrtu V8.2	42
Obrázek 73 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtu V8.1, V8.2	42
Obrázek 74 Místo odběru jádrových vývrtů ze železobetonového průvlaku na ose E	43
Obrázek 75 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V9.1	43
Obrázek 76 Pohled do odebraného jádrového vývrtu V9.1	43
Obrázek 77 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V9.2	43
Obrázek 78 Pohled do odebraného vývrtu V9.2	43
Obrázek 79 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtu V9.1, V9.2	43
Obrázek 80 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B-7 a C-7	44
Obrázek 81 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B-7 a C-7	44
Obrázek 82 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B-7 a C-7	44
Obrázek 83 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy B-7 a C-7	44
Obrázek 84 Místo odběru jádrových vývrtů ze železobetonové římsy průvlaku na ose F	45
Obrázek 85 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V11.1	45

Obrázek 86 Pohled do odebraného jádrového vývrtu V11.1	45
Obrázek 87 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V11.2	45
Obrázek 88 Pohled do odebraného jádrového vývrtu V11.2	45
Obrázek 89 Fenolftaleinové zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtu V11.1 a V11.2	45
Obrázek 90 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G-7 a H-7	46
Obrázek 91 Hloubka odebraného jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G-7 a H-7	46
Obrázek 92 Pohled do odebraného jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G-7 a H-7	46
Obrázek 93 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy G-7 a H-7	46
Obrázek 94 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy M-7 a N-7	47
Obrázek 95 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy M-7 a N-7	47
Obrázek 96 Pohled do odebraného jádrového vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy M-7 a N-7	47
Obrázek 97 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového oblouku na ose 7 v úseku mezi sloupy M-7 a N-7	47
Obrázek 98 Místo odběru jádrových vývrtů ze skořepiny	48
Obrázek 99 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V17.1	48
Obrázek 100 Pohled do odebraného jádrového vývrtu V17.1	48
Obrázek 101 Hloubka odebraného jádrového vývrtu V17.2	48
Obrázek 102 Pohled do odebraného jádrového vývrtu V17.2	48
Obrázek 103 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na vývrtu V17.1 a V17.2	48
Obrázek 104 Pohled na místo odběru jádrového vývrtu ze železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K-7	49
Obrázek 105 Hloubka odebraného jádrového vývrtu z železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K-7	49

Obrázek 106 Pohled do odebraného vývrtu ze železobetonového šikmého sloupku nad Sloupem K-7	49
Obrázek 107 Fenolftaleinová zkouška na hloubku karbonatace betonu na jádrovém vývrtu z železobetonového šikmého sloupku nad sloupem K-7	49
Obrázek 108 Pohled na sloup D-7 s provedenou sekanou sondou	56
Obrázek 109 Zachycení sekané sondy na delší straně sloupu D-7	56
Obrázek 110 Zachycení sekané sondy na kratší straně sloupu D-7	56
Obrázek 111 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu D-7	56
Obrázek 112 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu D-7	56
Obrázek 113 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže	56
Obrázek 114 Pohled na měření průměru třmínků	56
Obrázek 115 Pohled na sloup s provedenou sekanou sondou nad jeřábovou dráhou	58
Obrázek 116 Zachycení sekané sondy na delší straně sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou	58
Obrázek 117 Bližší foto sekané sondy sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou	58
Obrázek 118 Snímek výztuže s krytím 10 mm, u kterého je výraznější povrchová koroze	58
Obrázek 119 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu D-7	58
Obrázek 120 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou	58
Obrázek 121 Foto tloušťky krycí vrstvy na protější kratší straně sloupu D-7 nad jeřábovou dráhou	58
Obrázek 122 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže	58
Obrázek 123 Pohled na měření průměru třmínků	58
Obrázek 124 Pohled na sloup G-9 s provedenou sekanou sondou	60
Obrázek 125 Zachycení sekané sondy na delší straně sloupu G-9	60
Obrázek 126 Foto sekané sondy na kratší straně sloupu G-9	60
Obrázek 127 Bližší foto sekané sondy na kratší straně sloupu G-9	60
Obrázek 128 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu G-9	60
Obrázek 129 Foto tloušťky krycí vrstvy na protější kratší straně sloupu G-9	60
Obrázek 130 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže	60
Obrázek 131 Pohled na měření průměru třmínků	60
Obrázek 132 Pohled na sloup F-9 s provedenou sekanou sondou na přístupné straně	62

Obrázek 133 Zachycení sekané sondy na přístupné straně sloupu F-9	62
Obrázek 134 Foto sekané sondy na sloupu F-9	62
Obrázek 135 Bližší foto sekané sondy na sloupu F-9	62
Obrázek 136 Foto tloušťky krycí vrstvy na rohu sloupu F-9	62
Obrázek 137 Foto tloušťky krycí vrstvy na odkryté straně sloupu F-9	62
Obrázek 138 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže	62
Obrázek 139 Pohled na měření průměru třmínků	62
Obrázek 140 Pohled na sloup M-7 s provedenou sekanou sondou M-7.1	64
Obrázek 141 Zachycení sekané sondy M-7.1 na sloupu M-7	64
Obrázek 142 Foto sekané sondy na kratší straně sloupu M-7	64
Obrázek 143 Foto měření krycí vrstvy na kratší straně sloupu M-7	64
Obrázek 144 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu M-7	64
Obrázek 145 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.1	64
Obrázek 146 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.1	64
Obrázek 147 Pohled na měření průměru třmínků	64
Obrázek 148 Pohled na sloup M-7 s provedenou sekanou sondou M-7.2 nad jeřábovou dráhou	66
Obrázek 149 Zachycení sekané sondy M-7.2 na sloupu M-7 nad jeřábovou dráhou	66
Obrázek 150 Foto sekané sondy na kratší straně sloupu M-7	66
Obrázek 151 Foto měření krycí vrstvy na delší straně sloupu M-7 v sondě M-7.2	66
Obrázek 152 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu M-7 v sondě M-7.2	66
Obrázek 153 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.2	66
Obrázek 154 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě M-7.2	66
Obrázek 155 Pohled na měření průměru třmínku	66
Obrázek 156 Pohled na sloup P-8 s provedenou sekanou sondou P-8.1	68
Obrázek 157 Zachycení sekané sondy P-8.1 na sloupu P-8	68
Obrázek 158 Foto sekané sondy na delší straně sloupu P-8	68
Obrázek 159 Foto měření krycí vrstvy na delší straně sloupu P-8 v sondě P-8.1	68
Obrázek 160 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu P-8 v sondě P-8.1	68
Obrázek 161 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.1	68
Obrázek 162 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.1	68

Obrázek 163 Pohled na měření průměru třmínků	68
Obrázek 164 Pohled na sloup P-8 s provedenou sekanou sondou P-8.2	70
Obrázek 165 Zachycení sekané sondy P-8.2 na sloupu P-8	70
Obrázek 166 Foto sekané sondy na delší straně sloupu P-8	70
Obrázek 167 Foto měření krycí vrstvy na delší straně sloupu P-8 v sondě P-8.2	70
Obrázek 168 Foto tloušťky krycí vrstvy na kratší straně sloupu P-8 v sondě P-8.2	70
Obrázek 169 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.2	70
Obrázek 170 Pohled na měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.2	70
Obrázek 171 Pohled na měření průměru třmínků	70
Obrázek 172 Pohled na sloup P-8 s provedenou sekanou sondou P-8.3	72
Obrázek 173 Zachycení sekané sondy P-8.3 na sloupu P-8	72
Obrázek 174 Foto sekané sondy na delší straně sloupu P-8	72
Obrázek 175 Foto měření krycí vrstvy na kratší straně sloupu P-8 v sondě P-8.3	72
Obrázek 176 Foto tloušťky krycí vrstvy na delší straně sloupu P-8 v sondě P-8.3	72
Obrázek 177 Foto měření průměru hlavní nosné výztuže v sondě P-8.3	72
Obrázek 178 Pohled na skořepinu v úseku C, D-7, 9 s provedenou sekanou sondou D-1	75
Obrázek 179 Zachycení sekané sondy D-1 na skořepině v úseku C, D-7, 9	75
Obrázek 180 Foto měření krycí vrstvy šikmé výztužné vložky v sondě D-1	75
Obrázek 181 Foto měření krycí vrstvy svislé výztuže v sondě D-1	75
Obrázek 182 Měření krycí vrstvy vodorovné výztuže v sondě D-1	75
Obrázek 183 Foto měření průměru šikmé výztužné vložky v sondě D-1	75
Obrázek 184 Foto měření průměru svislé výztuže v sondě D-1	75
Obrázek 185 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D-1	75
Obrázek 186 Pohled na skořepinu v úseku G, F-7, 5 s provedenou sekanou sondou D-2	77
Obrázek 187 Zachycení sekané sondy D-2 na skořepině v úseku G, F-7, 5	77
Obrázek 188 Foto sekané sondy D-2 na skořepině v úseku G, F-7, 5	77
Obrázek 189 Foto sekané sondy D-2 na skořepině v úseku G, F-7, 5	77
Obrázek 190 Měření krycí vrstvy vodorovné výztuže v sondě D-2	77
Obrázek 191 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D-2	77
Obrázek 192 Pohled na skořepinu v úseku M, N-7, 8 s provedenou sekanou sondou D-3	79
Obrázek 193 Zachycení sekané sondy D-3 na skořepině v úseku M, N-7, 8	79

Obrázek 194 Foto měření krycí vrstvy výztuže ROXOR s průměrem 25 mm v sondě D-3	79
Obrázek 195 Foto měření krycí vrstvy hladké výztuže v sondě D-3	79
Obrázek 196 Měření průměru svislé hladké výztuže v sondě D-3	79
Obrázek 197 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D-3	79
Obrázek 198 Foto měření průměru vodorovné hladké výztuže v sondě D-3	79
Obrázek 199 Foto měření průměru hladké výztuže v sondě D-3	79
Obrázek 200 Pohled na skořepinu v úseku O, P-10, 11 s provedenou sekanou sondou D-4	81
Obrázek 201 Zachycení sekané sondy D-4 na skořepině v úseku O, P-10, 11	81
Obrázek 202 Foto měření krycí vrstvy vodorovné výztuže v sondě D-4	81
Obrázek 203 Foto měření krycí vrstvy svislé výztuže v sondě D-4	81
Obrázek 204 Měření průměru svislé hladké výztuže v sondě D-4	81
Obrázek 205 Foto měření průměru vodorovné výztuže v sondě D-4	81
Obrázek 206 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy E7-E9 s provedenou sekanou Sondou P-1	83
Obrázek 207 Zachycení sekané sondy P-1 na průvlaku v úseku mezi sloupy E7-E9	83
Obrázek 208 Foto měření krycí vrstvy třmínků v průvlaku v sondě P-1	83
Obrázek 209 Foto spodní části průvlaku	83
Obrázek 210 Foto měření průměru třmínků v sondě P-1	83
Obrázek 211 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P-1	83
Obrázek 212 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P-1	83
Obrázek 213 Foto měření průměru třmínků v průvlaku v sondě P-1	83
Obrázek 214 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy F7-F5 s provedenou sekanou Sondou P-2	85
Obrázek 215 Zachycení sekané sondy P-2 na průvlaku v úseku mezi sloupy F7-F5	85
Obrázek 216 Bližší foto sekané sondy boční stěny průvlaku mezi sloupy F7-F5	85
Obrázek 217 Bližší foto sekané sondy spodního líce průvlaku mezi sloupy F7-F5	85
Obrázek 218 Foto měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku	85
Obrázek 219 Foto měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku	85
Obrázek 220 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P-2	85
Obrázek 221 Foto měření průměru hlavní výztuže průvlaku v sondě P-2	85

Obrázek 222 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy M7-M9 s provedenou sekanou Sondou P-3	87
Obrázek 223 Zachycení sekané sondy P-3 na průvlaku v úseku mezi sloupy M7-M9	87
Obrázek 224 Měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku mezi sloupy M7-M9	87
Obrázek 225 Měření krycí vrstvy jedné z hlavních výztuží průvlaku mezi sloupy M7-M9	87
Obrázek 226 Foto měření průměru hlavní výztuže v sekané sondě P-3	87
Obrázek 227 Foto měření průměru hlavní výztuže v sekané sondě P-3	87
Obrázek 228 Pohled na průvlak v úseku mezi sloupy M9-M10	89
Obrázek 229 Zachycení sekané sondy P-4 na průvlaku v úseku mezi sloupy M9-M10	89
Obrázek 230 Bližší foto sekané sondy v průvlaku	89
Obrázek 231 Bližší foto sekané sondy spodního líce průvlaku mezi sloupy M9-M10	89
Obrázek 232 Foto měření krycí vrstvy od spodního líce jedné z hlavních výztuží průvlaku	89
Obrázek 233 Foto měření krycí vrstvy od bočního líce jedné z hlavních výztuží průvlaku	89
Obrázek 234 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě P-4	89
Obrázek 235 Foto měření průměru třmínků v sondě P-4	89
Obrázek 236 Pohled na obloukové žebro v úseku mezi sloupy C7-B7	91
Obrázek 237 Zachycení sekané sondy Ž-1 na spodním líci žebra v úseku mezi sloupy C7-B7	91
Obrázek 238 Foto měření šířky žebra přibližně v polovině rozpětí mezi sloupy C7-B7	91
Obrázek 239 Měření krycí vrstvy třmínků na boční stěně obloukového žebra střešní konstrukce	91
Obrázek 240 Foto měření krycí vrstvy od spodního líce jedné z hlavních výztuží žebra	91
Obrázek 241 Foto měření průměru jedné z hlavních výztuží v sondě Ž-1	91
Obrázek 242 Foto měření průměru třmínků v sondě Ž-1 na žebře mezi sloupy C7-B7	91
Obrázek 243 Pohled na obloukové žebro v úseku mezi sloupy H7-G7	93
Obrázek 244 Zachycení sekané sondy Ž-2 na žebře v úseku mezi sloupy H7-G7	93
Obrázek 245 Zachycení praskliny na žebře	93
Obrázek 246 Bližší foto sekané sondy spodního líce průvlaku mezi sloupy H7-G7	93
Obrázek 247 Zachycení zcela odpadané krycí vrstvy hlavní výztuže	93
Obrázek 248 Foto měření krycí vrstvy od spodního líce jedné z hlavních výztuží průvlaku	93
Obrázek 249 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě Ž-2	93

Obrázek 250 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě Ž-2	93
Obrázek 251 Pohled na šikmou vzpěru shedové konstrukce nad sloupem D7	95
Obrázek 252 Zachycení sekané sondy V-1 na vzpěře shedové konstrukce nad sloupem D-7	95
Obrázek 253 Měření šířky šikmé vzpěry	95
Obrázek 254 Bližší foto sekané sondy spodního líce vzpěry nad sloupem D-7	95
Obrázek 255 Zachycení měření krycí vrstvy hlavní výztuže od spodního líce	95
Obrázek 256 Foto měření krycí vrstvy od bočního líce jedné z hlavních výztuží vzpěry	95
Obrázek 257 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě V-1	95
Obrázek 258 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě V-1	95
Obrázek 259 Pohled na šikmou vzpěru shedové konstrukce nad sloupem K7	97
Obrázek 260 Zachycení sekané sondy V-2 na vzpěře shedové konstrukce nad sloupem K7	97
Obrázek 261 Měření šířky šikmé vzpěry	97
Obrázek 262 Měření krycí vrstvy od čelního líce vzpěry nad sloupem K7	97
Obrázek 263 Zachycení měření krycí vrstvy od bočního líce vzpěry	97
Obrázek 264 Foto měření průměru svislé výztuže posuvným měřítkem v sondě V-2	97
Obrázek 265 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě V-2	97
Obrázek 266 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě V-2	97
Obrázek 267 Pohled na obloukové žebro s provedenou sekanou sondou Ž-3 a jádrovým Vývrtem V-16 v úseku mezi sloupy N7-M7	99
Obrázek 268 Zachycení sekané sondy Ž-3 na spodním líci žebra, v žeburu je ukotven tak Závěs, tvořen dvojicí profilů typu ROXOR, průměru 10 mm	99
Obrázek 269 Měření šířky obloukového žebra s odkrytou krycí vrstvou hlavní výztuže na spodním líci	99
Obrázek 270 Zachycení odkrytého třmínku při horním líci prvku	99
Obrázek 271 Zachycení měření krycí vrstvy hlavní výztuže od spodního líce žebra	99
Obrázek 272 Foto měření krycí vrstvy žebra při horním líci	99
Obrázek 273 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě Ž-3	99
Obrázek 274 Foto měření průměru třmínků průvlaku v sondě Ž-3	99
Obrázek 275 Pohled na prosklení shedové střešní konstrukce v úseku mezi sloupy K7-K9	101
Obrázek 276 Bližší foto zkoumaného okenního sloupku (jedná se o prostřední sloupek)	101

Obrázek 277 Zachycení provedené sekané sondy za účelem zjištění skutečného vyztužení Sloupu	101
Obrázek 278 Detailní foto odkryté výztuže poblíž rohu sloupku	101
Obrázek 279 Měření šířky sloupku	101
Obrázek 280 Foto měření krycí vrstvy z čelního líce sloupku	101
Obrázek 281 Foto měření průměru hlavní výztuže v sondě V-3	101
Obrázek 282 Foto měření průměru třmíneků průvlaku v sondě V-3	101
Obrázek 283 Pohled na obloukové žebro v úseku mezi sloupy s označením M10-P10	103
Obrázek 284 Bližší foto zkoumaného žebra s provedenou sekanou sondou	103
Obrázek 285 Zachycení sekané sondy na spodním líci obloukového žebra za účelem zjištění Skutečného vyztužení	103
Obrázek 286 Detailní foto odkryté výztuže spodního povrchu s měřením šířky prvku	103
Obrázek 287 Detailní foto sekané sondy v horní části žebra zasahující i do skořepinové desky (výztuž nebyla nalezena)	103
Obrázek 288 foto měření průměru jedné z hlavních výztuží při spodním líci	103
Obrázek 289 Foto měření průměru jedné z hlavních výztuží při spodním líci	103
Obrázek 290 Foto měření průměru třmíneků průvlaku v sondě Ž-4	103
Obrázek 291 Pohled na železobetonové táhlo obloukového žebra mezi sloupy M10-P10	105
Obrázek 292 Bližší foto zkoumaného táhla s provedenou sekanou sondou při spodním líci	105
Obrázek 293 Zachycení sekané sondy na bočním líci s měřením jednotlivých vodorovných Výztuží	105
Obrázek 294 Detailní foto odkryté výztuže u spodního povrchu s měřením šířky prvku	105
Obrázek 295 Detailní foto měření krycí vrstvy nejspodnější vrstvy výztuže při spodním líci	105
Obrázek 296 Foto měření krycí vrstvy hlavní výztuže od bočního líce prvku	105
Obrázek 297 Foto měření průměru jedné z hlavních výztuží při spodním líci	105
Obrázek 298 Foto měření průměru třmíneků táhla v sondě T-1	105

## 11 Grafy

Graf 1 Histogram pevnosti betonu sloupu v tlaku	51
Graf 2 Histogram pevnosti betonu střešních prvků v tlaku	52

## 12 Tabulky

Tabulka 1 Převodní součinitel $K_{cyl,cube}$ pro převod válcové pevnosti na krychelnou dle ČSN EN 12390-3	9
Tabulka 2 Součinitel $K_{n,x}$ pro stanovení charakteristické hodnoty pevnosti materiálu v tlaku	9
Tabulka 3 Minimální hodnoty charakteristické pevnosti betonu v tlaku dle ČSN EN13791	11
Tabulka 4 Stanovení dílčích parametrů betonu na zkušebních tělesech vyrobených z vývrtů	38
Tabulka 5 Statistické vyhodnocení dílčích pevností v tlaku betonu, na základě zkušebních těles, vyrobených z jádrových vývrtů, ze sloupů se zatříděním do příslušné pevnostní třídy	39
Tabulka 6 Stanovení dílčích parametrů betonu na zkušebních tělesech vyrobených z vývrtů	
Tabulka 7 Statistické vyhodnocení dílčích pevností v tlaku betonu, na základě zkušebních těles, vyrobených z jádrových vývrtů, ze sloupů se zatříděním do příslušné pevnostní třídy	51

## 13 Schéma

Schéma 1 Rozměry svislých železobetonových sloupů	25
Schéma 2 Rozměry vodorovného železobetonového průvlaku	26
Schéma 3 Rozměry obloukových železobetonových žeber	26