



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

Posouzení stávající konstrukce uhelny

Příloha A

STAVEBNĚ-TECHNICKÝ PRŮZKUM

STAVBA:	Podzemní objekt – bývalá uhelna
MÍSTO:	Malinová 15, 17, 19, Praha 10 k.ú.: Záběhlice [732117], parc. č. 1855/3
VYPRACOVAL:	Bc. Jaroslav Koblunický
DATUM:	listopad 2016

Obsah:

Stavebně-technický průzkum	1
A. VSTUPNÍ DATA	3
A.1. Úvod	3
A.2. Charakteristika objektu	3
A.3. Podklady	4
A.4. Technické normy a jiné předpisy	4
A.5. Technická literatura a jiné podklady	4
B. POUŽITÉ METODY A POSTUPY	5
B.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA	5
B.2. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VAD A PORUCH	5
B.3. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY	9
B.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU	10
B.5. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE, KOROZNÍ STAV	10
B.6. HLOUBKA KARBONATACE BETONU	11
C. VYBRANÉ VADY A PORUCHY	12
D. CÍLE STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU	12
E. ZÁVĚR	13
F. SEZNAM PŘÍLOH	13
Příloha č. 1: Fotodokumentace objektu	14
Příloha č. 2: schéma polohy sond	16
Příloha č. 3: Fotodokumentace sond	17
Příloha č. 4: Zkoušky betonu – pevnost	23

A. VSTUPNÍ DATA

A.1. ÚVOD

Na základě požadavku bytového družstva, byla uskutečněna prohlídka, stavebně-technický průzkum a zdokumentování stávajícího stavebně-technického stavu zájmového objektu (bývalá uhelna v suterénu bytových domů v ulici Malinová č. o. 15, 17, 19). Průzkum se zaměřil na získání informací o mechanických a chemických vlastnostech betonových konstrukcí (kvalita betonu, pevnost, karbonatace, orientační vlhkost atd.), jejich vyztužení a celkový stavebně - technický stav z hlediska posouzení stávající konstrukce a posouzení jejího dalšího využití → hodnocení existující konstrukce.

Stavebně-technický průzkum bylo požadované vykonat na základě skutečnosti, že nosná konstrukce podzemního objektu bývalé uhelny je značně degradovaná a na první pohled je ve velmi špatném stavebně-technickém stavu (viz foto). Protože některé části nosné konstrukce vykazují významné poškození, lze se domnívat, že se jedná o havarijní stav konkrétních prvků či subsystému konstrukce. Posouzení objektu na základě vizuálního ohledání s využitím semi-empirických metod je v tomto případě nedostatečné, neboť tento přístup neřeší otázku materiálových charakteristik stávající konstrukce (a z toho vyplývajících rizik pro analýzu konstrukce). Tento stavebně-technický průzkum je zpracován pro účely získání dat pro stanovení parametrů a charakteristik vybraných částí nosné konstrukce podzemního objektu. Na základě těchto „tvrdých“ dat je provedeno statického posouzení stávajících betonových konstrukcí bývalé uhelny. Na závěr tohoto elaborátu jsou shrnuty výsledky a vyhodnocení zkoušek in-situ a laboratorních testů, z nichž vyplývají praktická doporučení.

A.2. CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Podzemní objekt bývalé uhelny na parc. č. 1855/3 navazuje na suterén bytového domu, který sestává ze 3 sekcí č. o. 15, 17, 19 (čtvrtá sekce č. 21 je již v majetku jiného subjektu). Bytový dům byl postavený v 50-tých letech minulého století, má jedno podzemní podlaží a 4 nadzemní podlaží; celkem jej tvoří 4 sekce. Střechu tvoří valbová střecha se skládanou krytinou. Konstrukční systém objektu je montovaný skeletový systém s vyzdívkami. Maximální půdorysné rozměry objektu jsou cca 73 x 13 m. Nejvyšší výška objektu nad přilehlým terénem je cca 17 m. Objekt je zasazen do rovinatého terénu.

Suterén bytového domu původně sloužil jako centrální kotelna, v současnosti se v tomto prostoru nachází výměňková stanice teplovodu. Směrem na sever k ulici Jahodová na suterén bytového domu navazuje řešený podzemní objekt bývalé uhelny, který v minulosti sloužil jako sklad uhlí. V současnosti jsou tyto prostory nevyužívané. Objekt o maximálních půdorysných rozměrech cca (22 x 18) m má 1 podzemní podlaží, strop na severní straně vystupuje cca 750 mm nad terén (místní komunikaci) a je využíván jako parkoviště. Konstrukční systém je monolitický železobetonový skelet s obousměrnými průvlastky založený plošně na základových patkách. Obvodové stěny jsou monolitické betonové, založené na základových pasech. Střechu objektu tvoří monolitická železobetonová stropní deska a skladba pojižděné plochy. Povrchová vrstva je provedená z asfaltu. V stropní desce jsou otvory, které sloužili jako shozy uhlí, v současné době jsou zaslepené. V objektu uhelny se nachází výtahová šachta, která sloužila pro odvoz popele z prostoru suterénu pod bytovým domem. Přes prostory uhelny (podél západní stěny) prochází teplovodní potrubí z ul. Jahodova do bytového objektu. Podél východní stěny prochází do objektu hlavní přípojka pitné vody. Přípojka vody je z litiny, zčásti kovová a má proměnnou dimenzi většího rozměru (cca DN 150). Přípojka je ve značně zanedbaném stavu a hrozí vysoké riziko škodné události. Z tohoto důvodu doporučujeme v brzké době přistoupit k její komplexní obnově (výměna potrubí až k hlavnímu řadu). Kolem

vodovodní přípojky byla zřejmá zvýšená vlhkost patrně z úniku vody z potrubí či jiné mimořádné události. V ostatních částech půdorysu byla rovněž vysoká relativní vlhkost a vysoká teplota (od teplovodu). Na některých místech konstrukce zatéká voda, což v kombinaci s teplotou na nevětraným prostorem způsobuje vysokou vnitřní vlhkost vzduchu.

Tento stav (vlhko, teplo, mírná agresivita prostředí, nefunkční větrání) je ideální pro podporu nastartovaných degradačních procesů, jejichž kinetika rozvoje se s časem prudce zvětšuje, a naopak velmi nepříznivý pro životnost nosné ŽB konstrukce. Na základě vizuální prohlídky byla vytipována vybraná místa (díleč sub-konstrukce či konstrukční prvky), která byla podrobeny souboru destruktivních či nedestruktivních zkoušek a tyto vyhodnoceny v předkládanému STP.

A.3. PODKLADY

- 1 Archivní projektová dokumentace, 1956
- 2 Laboratorní vyhodnocení vybraných zkoušek, Kloknerův ústav ČVUT, červenec 2016
- 3 Údaje sdělené objednatelem

A.4. TECHNICKÉ NORMY A JINÉ PŘEDPISY

ČSN EN 1990-1	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Zatížení konstrukcí (vlastní tíha, užité, klimatické zatížení)
ČSN EN 1992-1	Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 12504-2	Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 2: Nedestruktivní zkoušení - Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí
ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. (náhrada ČSN 73 0038).
ČSN EN 206-1	Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
ČSN EN 13791	Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích.
ČSN EN 12390-7	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu.
TKP 31	Opravy betonových konstrukcí.
TP SSBK III	Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí.
ČSN 73 2011	Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí.

A.5. POUŽITÁ LITERATURA A JINÉ PODKLADY

- Hořejší, J., Šafka J.: Statické tabulky, SNTL 1987, Praha
Procházka, J. a kol.: Navrhování podle EC 2, Praha 2009
Procházka, J. a kol.: Navrhování betonových konstrukcí 1, Praha 2007
Vaněk, T.: Rekonstrukce staveb, Praha 1985
Priganc, S., Bahleda, F.: Zosilňovanie betónových prvkov, Košice 2006

B. POUŽITÉ METODY A POSTUPY

B.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA

Vizuální prohlídka, i když ji nelze upřít subjektivnost, je jedním z nejdůležitějších postupů, neboť jen tento postup umožňuje odhalit nedostatky prakticky v celém zkoumaném objemu stavby resp. nosných konstrukcí. Vizuální prohlídka viditelných ploch konstrukcí je zaměřena na vyhledání vad a poruch např. trhlin betonu, průsaky, výkvěty atd. U doplňkového zdiva pak na jeho vazby, druhu zdících tvarovka podobně. U ŽB konstrukcí mapujeme rozsah korodující výztuže, poruch v betonu (např. štěrková hnízda apod.), trhlin atd. V rámci této prohlídky byl také prováděn odhad plošných rozsahů poruch a typu korozního napadení výztuže a betonu. S ohledem na to, že řada prvků konstrukcí je často hůře dostupná či nedostupná, je toto prováděno odborným odhadem (minimalizace použití invazivních metod průzkumu). Vizuální prohlídky jsou běžně doplněny postupy akustického trasování (poklepem kladívka), kdy jsou ve zkoumané ploše odhaleny i dutiny v betonu, které nejsou pouhým pohledem na povrchu betonu patrné. Obdobně se nechá diagnostikovat nesoudržná omítka na podkladě atd.

Pro stanovení vhodného postupu případných sanačních prací je hloubka narušení povrchu monolitického betonu (odpadlá krycí vrstva, vyluhování povrchu) tříděna v následujícím textu dle metodiky TP SSBK III (Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí) do následujících kategorií:

M - hloubka porušení Hp od 0 do 10 mm včetně

S - hloubka porušení Hp od 10 do 25 mm včetně,

V - hloubka porušení Hp od 25 do 40 mm včetně.

E - hloubka porušení Hp > 40 mm.

Zkoumané konstrukce lze zařadit do kategorií V nebo E.

B.2. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VAD A PORUCH

Nedestruktivně, pouze vizuálně, bez použití radaru a obdobné techniky.

Nasazení vyspělé techniky na diagnostiku nebylo třeba – jedná se o konstrukce z železového betonu dobře dostupné.

Průzkum byl proveden v 15 sondách, zkoumána byla kvalita betonu, hloubka karbonatáce a vyztužení (profil výztuže, její typ resp. druh oceli, osová vzdálenost prutů, krytí, rozsah poškození korozi atd).

Sonda S1 – Sloup

vlhkost betonu: $w = 5,7\%$; měřena orientační vlhkost konstrukčního prvku v %

hlavní výztuž: $8 \times \varnothing 19$ mm, (hlazenka), zkorodovaný profil, původně $\varnothing 20$ mm

třmínky: $\varnothing 7$ mm, $a = 300$ mm (hlazenka), zkorodovaný profil, původně $\varnothing 8$ mm

krytí: hl. výztuž: 27-35 mm

třmínky: 15-20 mm

karbonatáce: hloubka 35-45 mm → povrch betonu ztratil zásadité pH prostředí, výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.

Sonda S2 – Sloup

vlhkost betonu: $w = 3,8\%$

sloup je relativně zdravý, v dobrém stavu, ušetřen sondě, výztuž nevyčnívá, destruktivní zkoušky neprováděny

proveden pouze vryp, vrt

předpokládá se stejné vyztužení jako u sloupu S1

karbonatace: do hloubky 35 mm → výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.

Sonda S3 – Sloup

vlhkost betonu: $w = 5,1\%$

sloup je relativně zdravý, v dobrém stavu, ušetřen sondě, výztuž nevyčnívá, destruktivní zkoušky neprováděny

vrt hloubky 180 mm

předpokládá se stejné vyztužení jako u sloupu S1

Sonda S4 – Sloup (sonda u paty sloupu)

vlhkost betonu: $w = 5,6\%$

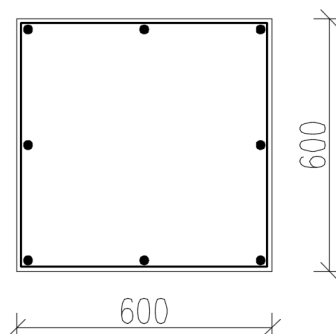
hlavní výztuž: 8x R 19 mm (roxor), zkorodovaný profil

třmínky: R 7 mm, $a = 300$ mm, (roxor), zkorodovaný profil, původně Rox 8 mm

krytí: hl. výztuž: 10-20 mm

třmínky: 5-15 mm

karbonatace: hloubka 30-40 mm → výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.



Sonda ST1 – Stěna severní (čelní)

vlhkost betonu: $w = 7,0\%$

vrt $\varnothing 20$ mm, hloubka vrtu 420 mm, stěna provrtaná skrz (naražena přízdívka z CP)

karbonatace: hloubka 76 mm! To představuje cca $\frac{1}{4}$ šířky nominálního průřezu!

stěna z prostého betonu bez výztuže!

Sonda ST2 – Stěna západní (levá)

vlhkost betonu: $w = 4,1\%$

vrt $\varnothing 20$ mm, hloubka vrtu 420 mm, stěna provrtaná skrz (naražena přízdívka z CP)

karbonatace: hloubka 140 mm

stěna z prostého betonu bez výztuže

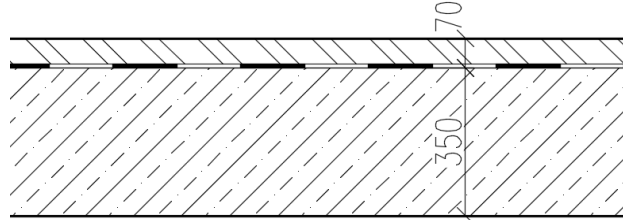
Sonda ST3 – Stěna východní (pravá)

vlhkost betonu: $w = 4,2\%$

vrt $\varnothing 20$ mm, hloubka vrtu 420 mm, stěna provrtaná skrz (naražena přizdívka z CP)

karbonatace: hloubka 80 mm

stěna z prostého betonu bez výztuže



Sonda T1 – Trám

vlhkost betonu: $w = 6,4\%$

dolní hlavní výztuž: 6x R 15-16 mm (roxor), zkorodovaný profil

třmínky: R 7-8 mm, $\acute{a} = 270$ mm, (roxor), 4-střížné třmínky, v důsledku koroze třmínky po bocích trámu porušené, tj. zcela přerušeny → neplní původní statickou funkci.

vzdálenost třmínků od sloupu: 300, 240, 240, 270, 220, 300... mm

horní výztuž nezjištěna

karbonatace: hloubka 35 mm → výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.

Sonda T2 – Trám

vlhkost betonu: $w = 4,7\%$

dolní hlavní výztuž: 6x R 14-16 mm (roxor), zkorodovaný profil

třmínky: R 7 mm, $\acute{a} = 270$ mm, (roxor), 4-střížné třmínky, zkorodovaný profil, původně ROX 8 mm, v důsledku koroze třmínky po bocích trámu porušené (zcela přerušeny → neplní původní statickou funkci).

vzdálenost třmínků od sloupu: 250, 220, 290, 200, 270, 330, 200, 230, 250... mm

krytí: hl. výztuž: 10-15 mm

třmínky: 0-5 mm

horní výztuž nezjištěna (nebyla přístupná)

Sonda T3 – Trám

vlhkost betonu: $w = 3,8\%$

dolní hlavní výztuž: 6x R 15-16 mm (roxor), zkorodovaný profil

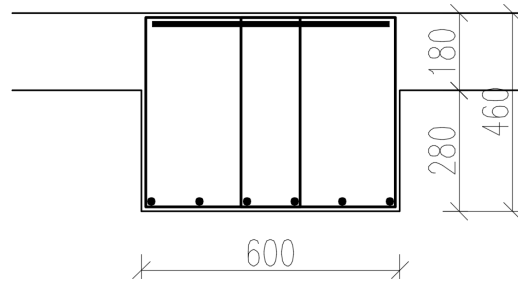
třmínky: R 7-8 mm, $\acute{a} = 270$ mm, (roxor), 4-střížné třmínky, v důsledku koroze třmínky po bocích trámu porušené

krytí: hl. výztuž: 15 mm

třmínky: 0-5 mm

horní výztuž nezjištěna

karbonatace: hloubka > 50 mm (výztuž v nealkalickém prostředí) → výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.



Sonda T4 – Trám

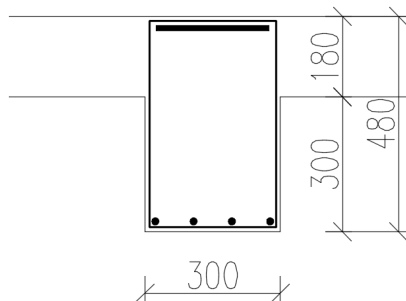
vlhkost betonu: $w = 6,5\%$

profil trámu: 300 x 300 mm

dolní hlavní výztuž: 4x R 11-12 mm (roxor), zkorodovaný profil

třmínky: R 7-8 mm, $\acute{a} = 300$ mm, (roxor), 2-střížné třmínky, zkorodovaný profil

horní výztuž nezjištěna (nebyla přístupná)



Sonda D1 – Stropní deska

vlhkost betonu: $w = 3,0\%$

vrt $\varnothing 20$ mm, hloubka vrtu 210 mm, porézní beton, při vrtu objevena dutina v hl. cca 150 mm,

dolní výztuž (1. vrstva): 6x R 11-12 mm / m', (roxor), zkorodovaný profil

dolní výztuž (2. vrstva): 6x R 11-12 mm / m', (roxor), zkorodovaný profil

horní výztuž nezjištěna

karbonatice: hloubka > 50 mm → výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.

Sonda D2 – Stropní deska

vlhkost betonu: $w = 6,3\%$

dolní výztuž (1. vrstva): 6x R 10-12 mm / m', (roxor), zkorodovaný profil,

krytí: 10 mm

dolní výztuž (2. vrstva): 6x R 11-12 mm / m', (roxor), zkorodovaný profil,

krytí: 22 mm

horní výztuž nezjištěna

karbonatice: hloubka 29 mm → výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.

Sonda D3 – Stropní deska (snižená)

vlhkost betonu: $w = 4,4\%$

Deska:

dolní výztuž (1. vrstva): R 11-12 mm, $\acute{a} = 300$ mm (roxor), zkorodovaný profil

dolní výztuž (2. vrstva): R 11-12 mm, $\acute{a} = 300$ mm (roxor), zkorodovaný profil

karbonatice desky: hloubka 22 mm

Trám desky:

dolní hlavní výztuž: 4 \varnothing 20 mm + ohyby 2 \varnothing 20 mm, (hlazenka), zkorodovaný profil, původně \varnothing 22, 25 mm
třmínky: R 7-8 mm, $a = 270$ mm (roxor), velmi zkorodovaný profil, v důsledku koroze třmínky po bocích trámu porušené (již neplní původní statickou funkci)

vzdálenost třmínků od sloupu: 220, 280, 250, 255, 280, 230... mm

krytí: hl. výztuž: 10-15 mm

třmínky: 0-5 mm

horní výztuž nezjištěna

karbonatace trámu desky: hloubka 52 mm \rightarrow výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.

Sonda D4 – Stropní deska

vlhkost betonu: $w = 3,8\%$

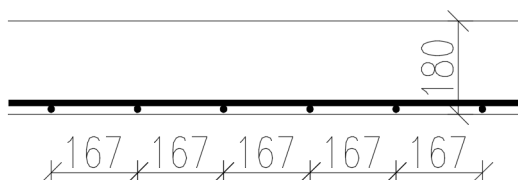
dolní výztuž (1. vrstva): 3x R 6-8 mm / m', (roxor) krytí: 0-5 mm

dolní výztuž (2. vrstva): 3x R 6-8 mm / m', (roxor) krytí: 10-13 mm

použity ohyby R 6-8 mm (roxor)

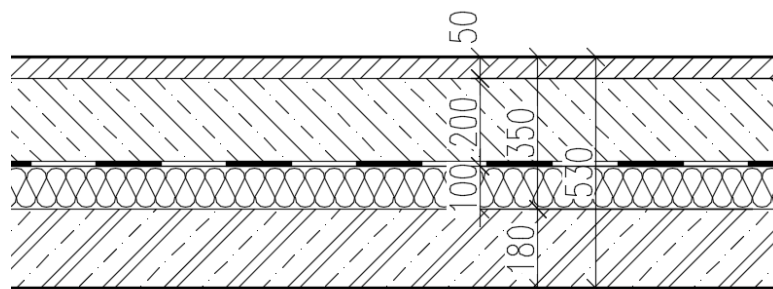
horní výztuž nezjištěna

karbonatace: hloubka 27 mm \rightarrow výztuž není dostatečně chráněna proti korozi.



Skladba na stropní desce

- Asfaltová plocha 50 mm
- Vrstvy betonové mazaniny 200 mm
- Hydroizolace
- Tepelná izolace 100 mm
- Železobetonová stropní deska 180 mm



B.3. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY

Pro účely technické podpory nebyly požadovány ani provedeny destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku v laboratoři. Byly provedeny orientační zkoušky na stavbě v rámci provedených sond, které jsou v souladu s výsledky získanými Schmidtovým kladivem. Vyhodnocení naměřených hodnot Schmidtových kladivem bylo provedeno s využitím statistických metod.

B.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Pro nedestruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku byla použita tvrdoměrná metoda Schmidtova tvrdoměru (typu N). Zkoušky a jejich vyhodnocení byly provedeny v souladu s ČSN 73 1373, ČSN EN 12504-2 a ČSN ISO 13822.

Metoda je založena na principu pružného rázu dvou těles. Při zkoušce válcové pevnosti betonu v tlaku Schmidtovým tvrdoměrem se zjišťuje velikost odrazu x úderného ocelového beranu vyvolaného pružinou od ocelového razníku opřeného o povrch betonu. Měřeným parametrem je velikost odrazu x zachycená ukazatelem na stupnici umístěná pouzdru tvrdoměru.

Velikost odrazu x je závislá na pružnosti a tvrdosti betonu. Naměřené hodnoty odrazu x se převedou dle obecného kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 1373 na krychelnou pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností f_{be} , která se vynásobí součiniteli α_k a α_w zohledňujícími stáří a vlhkost betonu.

Zpracování výsledků pro stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku f_{ck} , resp. pevnostní třídy betonu, bylo provedeno dle ČSN ISO 13822 a ČSN EN 13791 na základě statistického vyhodnocení měřených vzorků. Vzhledem k obecně nízkým naměřeným hodnotám odrazu x je při vyhodnocení postupováno s drobnou modifikací postupu vyhodnocení pro konkrétní podmínky zkoušky. Hodnoty odrazu x jsou převedeny na válcovou pevnost f_c [MPa]. Z jednoho souboru měření je stanovena průměrná hodnota válcové pevnosti m a vyjádřena směrodatná odchylka s z daného zkušebního vzorku 15-ti měření. Z těchto hodnot se vyjádří variační koeficient V a určí se součinitel k pro stanovení 5% kvantilu. Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku je pak podle ČSN ISO 13822 vypočtena vztahem $f_{ck} = m \cdot (1 - k \cdot V)$, přičemž součinitele α jsou uvažovány hodnotou 1,0 (starý vyzrálý beton). Výsledná komparativní třída betonu je konzervativně stanovena na základě porovnání s ČSN EN 206-1 jako nejbližší nižší třída betonu.

Na základě nedestruktivního měření pevnosti betonu v tlaku pomocí Schmidtova kladiva je jednotlivým betonovým konstrukcím s přihlédnutím ke karbonataci přiřazena pevnostní třída betonu:

- Sloupy: C12/15
- Trámy: C10/12
- Desky: C12/15
- Stěny: C8/10

Podrobné vyhodnocení jednotlivých měření pevnosti betonu viz příloha.

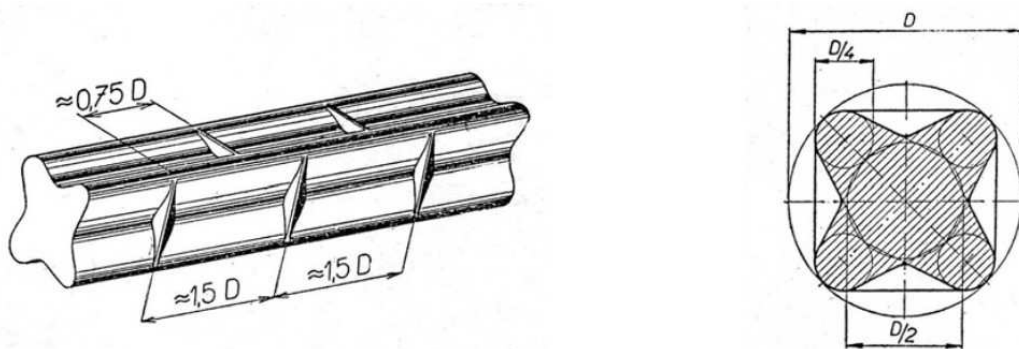
B.5. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE, KOROZNÍ STAV

Objekt bývalé uhelny je tvořen železobetonovou konstrukcí, ve které byla použita betonářská výztuž. Ocelová výztuž byla použita ve sloupech, trámech a stropní desce. V obvodových stěnách a podkladním betonu výztuž nebyla nalezena. Při průzkumu byli zjištěny 2 druhy výztuže. Na základě data vzniku objektu a tvaru průřezu prutu byl druh výztuže identifikován jako 10 370 (hlazenka) a 10 512 (roxor).

V současné době je konstrukce v nedobré stavebně-technické stavu, jen některé sloupy jsou v relativně dobrém stavu. Konstrukce nese známky korozivního rozpínání výztuže spojeného s poruchou krycí vrstvy betonu. Na více místech stropní desky a trámů důsledkem degradace betonu a koroze výztuže už krycí vrstva docela chybí, případně je krytí jen ve velmi malé tloušťce cca 10 mm. Výztuž je významně zkorodována, došlo k zmenšení průměru profilů, na některých místech trámů koroze způsobila až přerušování tlmíků.

U vybraných prvcích konstrukce byli provedeny sondy, u kterých byla lokalizovaná a identifikovaná výztuž. Sondy se provedly z dolního povrchu konstrukce, horní výztuž v sondách nebyla zjištěna. U sloupů bylo zjištěno 8 výztužných prutů hlavní výztuže průměru 19 až 20 mm a tříminky průměru 7 mm po vzdálenostech cca 300 mm. U dolního povrchu trámů bylo zjištěno 6 výztužných vložek průměru 14 až 16 mm a 4-střížné tříminky průměru 7 až 8 mm po vzdálenostech cca 270 mm. Na některých místech byli tříminky po stranách trámů v důsledku koroze zcela přerušené. U trámů byly použity šikmé ohyby hlavních nosných prutů. Stropní deska je obousměrně vyztužená, u dolního povrchu v obou směrech bylo zjištěno uprostřed pole desky 6 prutů, na krajích desky 3 pruty na běžný metr s průměrem profilů 6 až 8 nebo 11 až 12 mm. U stropní desky byly použity ohýbané pruty.

Množství a průměry použitých výztužných vložek v jednotlivých konstrukčních prvcích je uveden v popisu jednotlivých sond.



Obr. 5.2 Výztuž do betonu 10 512 „Roxor“

B.6. HLOUBKA KARBONATACE BETONU

Karbonatace betonu je dlouhodobý proces, ve kterém hraje rozhodující úlohu vzdušný CO_2 . Jeho intenzita je závislá na řadě vnějších podmínek (kvalita betonu, vlhkost, teplota, apod.). Primární riziko karbonatace nespočívá ve snižování konečné pevnosti betonu, ale obecně v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. pórový roztok betonu*, ztrácí svoji alkalitu ($\text{pH} < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozí.

Hloubka karbonatace se stanovuje kolorimetrickým fenolftaleinovým testem, kdy se na míru karbonatace usuzuje ze zabarvení betonu smočeného roztokem fenolftaleinu v etanolu.

Zkarbonatovaný beton rovněž vykazuje vyšší tvrdost, což může vést k nadhodnocení výsledků tvrdoměrných zkoušek pevnosti betonu zjištěných u jednotlivých prvcích konstrukce.

Všechny zkoumané betonové prvky vykazovali snížené pH betonu zasahující u sloupů do hloubek 30 až 45 mm, u stěn 80 až 140 mm, u trámů 35 až > 50 mm a u stropní desky do hloubek 22 až > 50 mm, (různé dle sondy) – viz příloha.

C. VYBRANÉ VADY A PORUCHY

Nutno konstatovat, že některé konstrukce jsou v nevyhovujícím stavu s ohledem na skutečnost, že v současné době plocha na stropní desce bývalé uhelny slouží jako parkoviště pro obyvatelé bytového domu. Zejména se jedná o trámy a stropní desku.

Významnou část tvoří vady, které byly způsobeny špatnou technologií výstavby, tj. stavební nekázní při provádění stavebních prací v době vzniku stavby. Jedná se především o beton nízkých pevnostních tříd s velmi proměnnou kvalitou směsi, její ukládání, případně hutnění. V kombinaci s malou tloušťkou krycí vrstvy betonu, absence účinné hydroizolace, způsob výroby, přepravy a ukládání se jedná kvalitativně velmi proměnný beton základních konstrukčních tříd.

Za zmínku stojí i skutečnost, že stavba má za sebou již více než 50 let existence a tudíž stavba a její konstrukční prvky již teoreticky i prakticky dosáhly své projektované životnosti. Konstrukce vykazuje významnou korozi ocelové výztuže a krycí vrstva betonu je značně poškozená, nebo na některých místech zcela chybí. Na více místech konstrukce lze pozorovat, že do vnitřních prostorů zatéká voda. Další skupinu vad tvoří fakt, že stavba byla navržena dle dříve platných norem a standardů při využití tehdejších materiálů a výrobků. Stávající konstrukce bývalé uhelny pak nevyhovuje v dílčích parametrech mechanické odolnosti a rovněž nevyhovuje z hlediska tepelně-technických na ochranu budov.

D. CÍLE STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Průzkumné práce byly provedeny v souladu se zadáním průzkumu. Cílem STP je charakteristika stavebně-technického stavu stávajících betonových konstrukcí bývalé uhelny přiléhající k suterénu bytového domu s uvedením případných poruch či vad a doporučení nápravných opatření. Tento stavebně-technický průzkum je zpracován pro účely statického posouzení stávajících betonových konstrukcí bývalé uhelny.

V rámci průzkumu a souvisejících prací bylo zjištěno a provedeno:

- studium dostupných podkladů,
- vizuální prohlídka objektu se záznamem vad a poruch,
- rekognoskace a vlastní zaměření stávajícího stavu,
- provedení sond a testů in-situ,
- pevnost betonu v tlaku nedestruktivními zkouškami,
- rozsah a hloubka karbonatace betonových konstrukcí,
- lokalizace a identifikace výztuže betonových konstrukcí,
- vyhodnocení kvality betonových konstrukcí,
- fotografická dokumentace,
- výkresová dokumentace,
- a závěrečná zpráva.

E. ZÁVĚR

Cílem prací je poskytnout relevantní informace o skutečném stavebně-technickém stavu betonových konstrukcí bývalé uhelny přiléhající k suterénu bytového domu. Dále poskytnout podklady pro statické posouzení stávajících betonových konstrukcí a další projekční práce tak, aby bylo možno správně navrhnout sanaci stávající konstrukce, případně její zbourání v závislosti na zvoleném funkčním využitím a kvalitativním požadavkům na vzniklý prostor. Průzkumné práce proběhly v červenci 2016. Výsledky průzkumu jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách zprávy, v přílohách je provedeno vyhodnocení zkoušek kvality betonu. Z laboratorních zkoušek vybraných vzorků betonu a vody provedených v Kloknerově ústavu vyplývá, že obsah chloridů, síranů a dusičnanů nepřesahuje nadlimitní hodnoty. Vyhodnocení laboratorních zkoušek je uvedeno v samostatném protokole viz příloha.

Objekt stářím překonal lhůtu návrhové životnosti pozemních staveb (50 let) a je zřejmé, že jako celek vyžaduje důkladnou sanaci, případně i odstranění konstrukce, což závisí na budoucím funkčním využití objektu a ekonomickém zhodnocení obou postupů (sanace, demolice). Na základě výstupů tohoto STP bude vypracováno statické posouzení stávající ŽB konstrukce, které rozhodně o způsobilosti stávající nosné konstrukce pro další užívání objektu.

V souvislosti s provedeným STP v objektu bývalé uhelny se doporučí nápravná opatření na základě statické analýzy nosné konstrukce objektu s využitím dat získaných tímto STP a jeho vyhodnocením.

Doporučená nápravná opatření budou předmětem statického posudku objektu.

Poznámka:

Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků diagnostických prací a zkoušek provedených v určitých místech (provedených sondách).

V Praze dne 4.11.2016

Bc. Jaroslav Koblunický

F. SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA č. 1: Fotodokumentace objektu

PŘÍLOHA č. 2: Schéma polohy sond

PŘÍLOHA č. 3: Fotodokumentace sond

PŘÍLOHA č. 4: Zkoušky betonu – charakteristická pevnost

PŘÍLOHA č. 5: Laboratorní vyhodnocení vybraných zkoušek, Kloknerův ústav ČVUT, červenec 2016

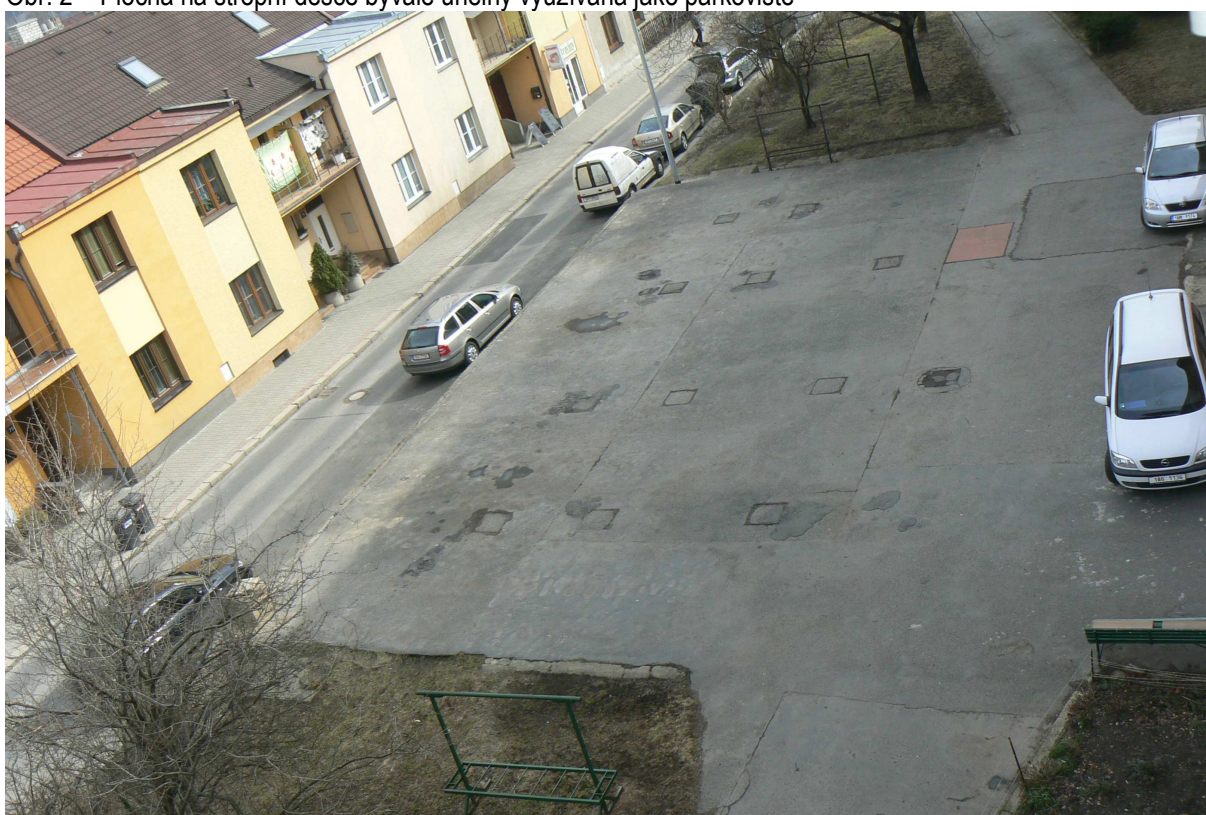
PŘÍLOHA č. 6: Výkresová dokumentace

PŘÍLOHA Č. 1: FOTODOKUMENTACE OBJEKTU

Obr. 1 Pohled na vystupující část podzemního objektu z ulice Jahodová (parkoviště)



Obr. 2 Plocha na stropní desce bývalé uhelny využívaná jako parkoviště



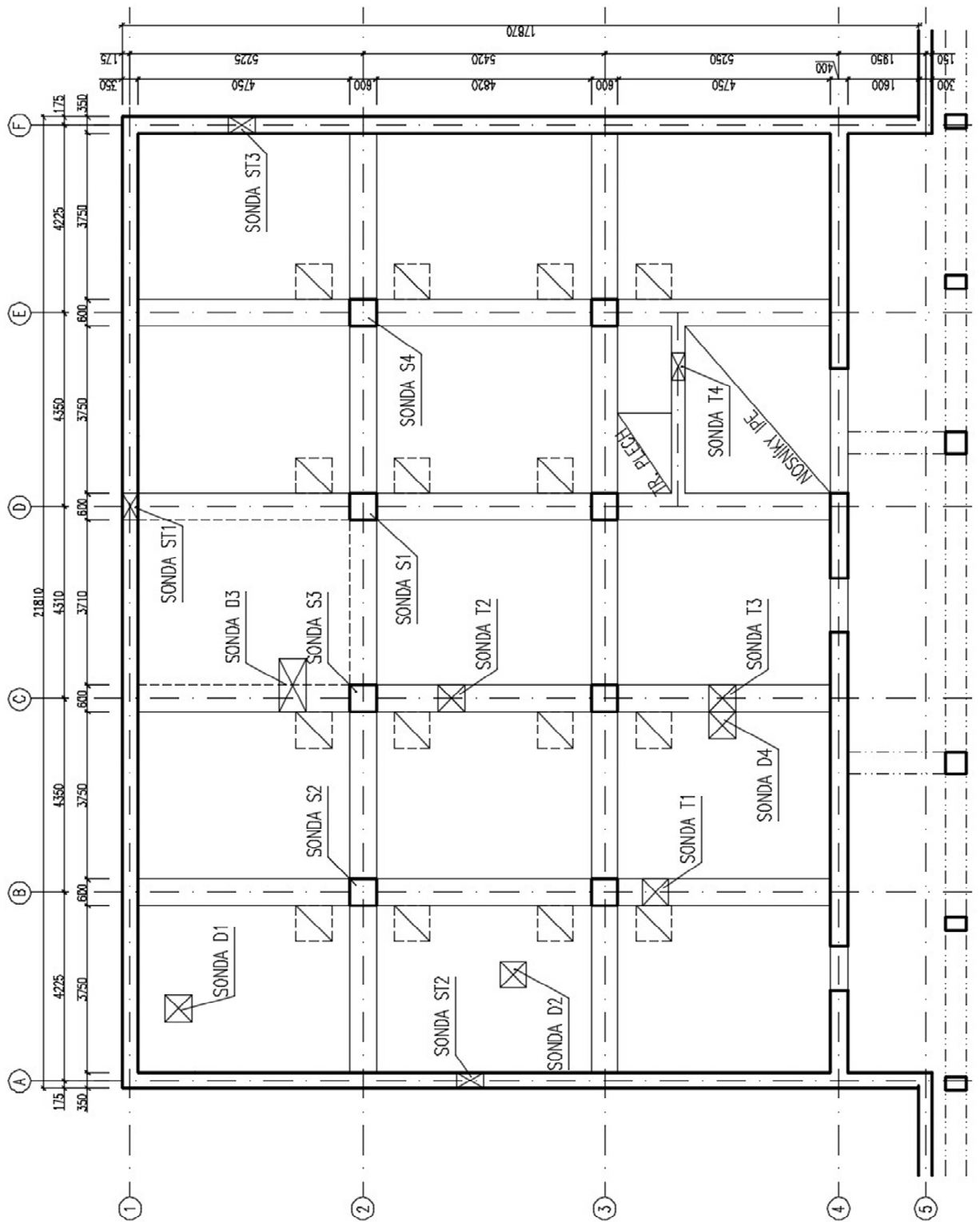
Obr. 3 Nevyužitý prostor bývalé uhelny



Obr. 4 Zastropení otvoru IPE nosníky v poli, kde se nachází výtahová šachta



PŘÍLOHA Č. 2: SCHÉMA POLOHY SOND



PŘÍLOHA Č. 3: FOTODOKUMENTACE SOND

Obr. 5 Pohled na sondu S1



Obr. 6 Pohled na sondu S4



Obr.7 Pohled na sondu ST1



Obr.8 Pohled na sondu ST3



Obr.9 Pohled na sondu T1



Obr.10 Pohled na sondu T2 (trám se standardním provedením podélné výztuže)



Obr.11 Pohled na sondu T3 (trám v místě stykování podélné výztuže; vybrané tříminky jsou zcela poškozeny)



Obr.12 Pohled na sondu T4 (trám u výtahový šachty)



Obr.13 Pohled na sondu D1



Obr.14 Pohled na sondu D2 (stykování hlavní výztuže desky; distančníky tvoří příčné pruty Rox)



Obr.15 Pohled na sondu D3 (stropní deska s lokálním zesílením – oblast bývalé nájezdové rampy z ulice)



Obr.16 Pohled na sondu D4 a trám T3



PŘÍLOHA Č. 4: ZKOUŠKY BETONU – CHARAKTERISTICKÁ PEVNOST

Sonda S1:

Zpráva o měření			
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí			List 1
Sonda S1 - Sloup			
Pevnost betonu a karbonatice			sonda S1
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N		
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor		
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman		
Datum:	02.07.2016		
Počasí:	polojasno; vánek.		
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (kolmo na sloup)		
Rozsah karbonatice betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.			
Měření č.	1		
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	
1	26,0	17,5	
2	30,0	23,3	
3	32,0	26,5	
4	35,0	31,8	
5	28,0	20,3	
6	28,0	20,3	
7	32,0	26,5	
8	26,0	17,5	
9	20,0	10,3	
10	32,0	26,5	
11	38,0	37,5	
12	28,0	20,3	
13	30,0	23,3	
14	27,0	18,9	
15	36,0	33,6	
průměr m	29,9	23,6	
median	30,0	23,3	
odchyka	4,39	6,79	
variční koeficient V		0,288	
součinitel k		1,70	
X = m (1-k V) =		12,06	
Karbonatice: Hloubka karbonatice 35-45 mm			
Poznámky:			
Rekapitulace: Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)			
	Měření č. 1:	12,1 MPa	→ C 12/15
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 12/15.			

Sonda S2:

Zpráva o měření			
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí			List: 2
Sonda S2 - Sloup			
Pevnost betonu a karbonatace			sonda S2
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N		
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor		
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman		
Datum:	02.07.2016		
Počasí:	polojasno; vánek.		
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (kolmo na sloup)		
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.			
Měření č.	1		
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	
1	32,0	26,5	
2	34,0	30,0	
3	33,0	28,2	
4	28,0	20,3	
5	30,0	23,3	
6	26,0	17,5	
7	33,0	28,2	
8	38,0	37,5	
9	35,0	31,8	
10	31,0	24,9	
11	34,0	30,0	
12	24,0	14,9	
13	27,0	18,9	
14	33,0	28,2	
15	37,0	35,5	
průměr	31,7	26,4	
median	33,0	28,2	
odchyka	3,88	6,26	
variační koeficient V		0,237	
součinitel k		1,70	
$X = m (1 - k V) =$		15,74	
Karbonatace: Hloubka karbonatace 35 mm			
Poznámky:			
Rekapitulace: Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)			
	Měření č. 1:	15,7 MPa	→ C 12/15
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C12/15.			

Sonda S3:

Zpráva o měření			
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí			List: 3
Sonda S3 - Sloup			
Pevnost betonu a karbonatace			sonda S3
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N		
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor		
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman		
Datum:	02.07.2016		
Počasí:	polojasno; vánek.		
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (kolmo na sloup)		
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.			
Měření č.	1		
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	
1	36,0	33,6	
2	32,0	26,5	
3	37,0	35,5	
4	40,0	41,6	
5	30,0	23,3	
6	36,0	33,6	
7	40,0	41,6	
8	36,0	33,6	
9	37,0	35,5	
10	30,0	23,3	
11	36,0	33,6	
12	30,0	23,3	
13	33,0	28,2	
14	34,0	30,0	
15	30,0	23,3	
průměr	34,5	31,1	
median	36,0	33,6	
odchyka	3,38	6,10	
variační koeficient V	0,196		
součinitel k	1,70		
$X = m (1 - k V) =$	20,73		
Karbonatace: Hloubka karbonatace 35 mm			
Poznámky:			
Rekapitulace:	Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)		
	Měření č. 1:	20,7 MPa	→ C 20/25
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C20/25.			

Sonda T1:

Zpráva o měření			válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí			List: 4		
Sonda T1 - Trám								
Pevnost betonu a karbonatace								sonda T1
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N							
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor							
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman							
Datum:	02.07.2016							
Počasí:	polojasno; vánek.							
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (z boku trámu)							
	Měření č. 2 - Svisle nahoru (zespodu trámu)							
	Měření č. 3 - Vodorovně (z boku trámu)							
	Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.							
Měření č.	1		Měření č.	2		Měření č.	3	
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]
1	36,0	33,6	1	36,0	39,9	1	37,0	35,5
2	40,0	41,6	2	34,0	36,1	2	30,0	23,3
3	50,0	x	3	32,0	32,5	3	38,0	37,5
4	44,0	50,4	4	32,0	32,5	4	30,0	23,3
5	42,0	45,9	5	35,0	38,2	5	30,0	23,3
6	44,0	50,4	6	35,0	38,2	6	32,0	26,5
7	38,0	37,5	7	42,0	52,5	7	25,0	16,2
8	45,0	52,7	8	37,0	42,0	8	20,0	10,3
9	38,0	37,5	9	30,0	29,1	9	30,0	23,3
10	50,0	x	10	32,0	32,5	10	33,0	28,2
11	44,0	50,4	11	33,0	34,4	11	35,0	31,8
12	48,0	x	12	33,0	34,4	12	35,0	31,8
13	47,0	57,5	13	34,0	36,1	13	34,0	30,0
14	45,0	52,7	14	38,0	43,9	14	28,0	20,3
15	21,0	x	15	33,0	34,4	15	28,0	20,3
průměr	42,1	46,4	průměr	34,4	37,1	průměr	31,0	25,4
median	44,0	50,4	median	14,0	36,1	median	30,0	23,3
odchylka	6,98	7,36	odchylka	2,87	5,59	odchylka	4,55	7,04
variační koeficient V	0,159		variační koeficient V	0,151		variační koeficient V	0,277	
součinitel k	1,70		součinitel k	1,70		součinitel k	1,70	
$X = m (1-k V) =$	33,87		$X = m (1-k V) =$	27,61		$X = m (1-k V) =$	13,48	
Karbonatace: Hloubka karbonatace 35 mm								
Poznámky:	Z důvodu chyb měření některé hodnoty x-faktoru nebyly uvažovány.							
Rekapitulace:	Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)							
	Měření č. 1:		33,9 MPa	→	C 30/37			
	Měření č. 2:		27,6 MPa	→	C 25/30			
	Měření č. 3:		13,5 MPa	→	C 12/15			
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 16/20.								

Sonda T2:

Zpráva o měření									
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí								List: 5	
Sonda T2 - Trám									
Pevnost betonu a karbonatice								sonda T2	
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N								
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor								
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman								
Datum:	02.07.2016								
Počasí:	polojasno; vánek.								
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (z boku trámu)								
	Měření č. 2 - Svisle nahoru (zespodu trámu)								
	Měření č. 3 - Vodorovně (z boku trámu)								
	Rozsah karbonatice betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.								
Měření č.	1			2			3		
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	
1	26,0	17,5	1	24,0	20,0	1	32,0	26,5	
2	28,0	20,3	2	28,0	25,9	2	33,0	28,2	
3	24,0	14,9	3	30,0	29,1	3	27,0	18,9	
4	22,0	12,5	4	30,0	29,1	4	29,0	21,8	
5	18,0	x	5	20,0	14,9	5	24,0	14,9	
6	22,0	12,5	6	17,0	x	6	28,0	20,3	
7	17,0	x	7	16,0	x	7	16,0	x	
8	26,0	17,5	8	30,0	29,1	8	27,0	18,9	
9	19,0	x	9	35,0	38,2	9	22,0	12,5	
10	22,0	12,5	10	30,0	29,1	10	21,0	11,4	
11	24,0	14,9	11	32,0	32,5	11	23,0	13,7	
12	18,0	x	12	28,0	25,9	12	20,0	10,3	
13	28,0	20,3	13	21,0	16,2	13	23,0	13,7	
14	30,0	23,3	14	20,0	14,9	14	24,0	14,9	
15	22,0	12,5	15	28,0	25,9	15	23,0	13,7	
průměr	23,1	16,2	průměr	25,9	25,4	průměr	24,8	17,1	
median	22,0	14,9	median	14,0	25,9	median	24,0	14,9	
odchylka	3,87	3,64	odchylka	5,63	6,82	odchylka	4,40	5,31	
variační koeficient V	0,224		variační koeficient V	0,268		variační koeficient V	0,310		
součinitel k	1,70		součinitel k	1,70		součinitel k	1,70		
$X = m (1-k V) =$	10,06		$X = m (1-k V) =$	13,86		$X = m (1-k V) =$	8,10		
Karbonatice: Hloubka karbonatice 35 mm									
Poznámky:	Některé hodnoty x-faktoru jsou příliš nízké a nelze je vyhodnotit, proto nebyli uvažováni.								
Rekapitulace:	Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)								
	Měření č. 1:		10,1 MPa	→	C 10/12				
	Měření č. 2:		13,9 MPa	→	C 12/15				
	Měření č. 3:		8,1 MPa	→	C 8/10				
Závěr:	Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 10/12.								

Sonda T3:

Zpráva o měření					
válnocvé pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí					List: 6
Sonda T3 - Trám					
Pevnost betonu a karbonatace					sonda T3
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N				
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor				
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman				
Datum:	02.07.2016				
Počasí:	polojasno; vánek.				
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (z boku trámu)				
	Měření č. 2 - Vodorovně (z boku trámu)				
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.					
Měření č.	1		Měření č.	2	
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]
1	20,0	10,3	1	28,0	20,3
2	22,0	12,5	2	28,0	20,3
3	22,0	12,5	3	29,0	21,8
4	21,0	11,4	4	28,0	20,3
5	18,0	x	5	26,0	17,5
6	16,0	x	6	24,0	14,9
7	28,0	20,3	7	28,0	20,3
8	19,0	x	8	26,0	17,5
9	22,0	12,5	9	28,0	20,3
10	27,0	18,9	10	27,0	18,9
11	18,0	x	11	26,0	17,5
12	22,0	12,5	12	28,0	20,3
13	22,0	12,5	13	26,0	17,5
14	26,0	17,5	14	28,0	20,3
15	22,0	12,5	15	28,0	20,3
průměr	21,7	13,9	průměr	27,2	19,2
median	22,0	12,5	median	14,0	20,3
odchyška	3,24	3,16	odchyška	1,28	1,76
variační koeficient V	0,227		variační koeficient V	0,092	
součinitel k	1,70		součinitel k	1,70	
$X = m (1 - k V) =$	8,57		$X = m (1 - k V) =$	16,20	
Karbonatace: Hloubka karbonatace > 50 mm					
Poznámky:	Některé hodnoty x-faktoru jsou příliš nízké a nelze je vyhodnotit, proto nebyli uvažováni.				
Rekapitulace:	Válnocvá charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)				
	Měření č. 1:		8,6 MPa	→	C 8/10
	Měření č. 2:		16,2 MPa	→	C 16/20
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 10/12.					

Sonda D1:

Zpráva o měření						
válnové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí						List: 7
Sonda D1 - Stropní deska						
Pevnost betonu a karbonatace						sonda D1
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N					
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor					
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman					
Datum:	02.07.2016					
Počasí:	polojasno; vánek.					
Popis:	Měření č. 1 - Svisle nahoru (zespodu desky)					
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.						
Měření č.	1					
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]				
1	34,0	36,1				
2	38,0	43,9				
3	30,0	29,1				
4	37,0	42,0				
5	32,0	32,5				
6	35,0	38,2				
7	36,0	39,9				
8	28,0	25,9				
9	32,0	32,5				
10	36,0	39,9				
11	28,0	25,9				
12	26,0	22,8				
13	36,0	39,9				
14	33,0	34,4				
15	29,0	27,6				
průměr	32,7	34,0				
median	33,0	34,4				
odchyka	3,63	6,40				
variační koeficient V		0,188				
součinitel k		1,70				
$X = m (1 - k V) =$		23,16				
Karbonatace: Hloubka karbonatace > 50 mm						
Poznámky:						
Rekapitulace: Válková charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)						
	Měření č. 1:	23,2 MPa	→	C 20/25		
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 20/25.						

Sonda D2:

Zpráva o měření					
válnové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí					List: 8
Sonda D2 - Stropní deska					
Pevnost betonu a karbonatace					sonda D2
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N				
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor				
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman				
Datum:	02.07.2016				
Počasí:	polojasno; vánek.				
Popis:	Měření č. 1 - Svisle nahoru (zespodu desky)				
	Měření č. 2 - Svisle nahoru (zespodu desky)				
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.					
Měření č.	1		Měření č.	2	
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]
1	38,0	43,9	1	42,0	52,5
2	50,0	60,0	2	44,0	57,0
3	50,0	60,0	3	40,0	48,1
4	45,0	59,5	4	42,0	52,5
5	45,0	59,5	5	48,0	60,0
6	44,0	57,0	6	43,0	54,8
7	48,0	60,0	7	44,0	57,0
8	50,0	60,0	8	48,0	60,0
9	40,0	48,1	9	44,0	57,0
10	50,0	60,0	10	42,0	52,5
11	47,0	60,0	11	43,0	54,8
12	44,0	57,0	12	40,0	48,1
13	40,0	48,1	13	30,0	29,1
14	50,0	60,0	14	47,0	60,0
15	40,0	48,1	15	45,0	59,5
průměr	45,4	56,1	průměr	42,8	53,5
median	45,0	59,5	median	44,0	54,8
odchylka	4,18	5,61	odchylka	4,18	7,57
variační koeficient V	0,100		variační koeficient V	0,141	
součinitel k	1,70		součinitel k	1,70	
$X = m (1 - k V) =$	46,54		$X = m (1 - k V) =$	40,66	
Karbonatace: Hloubka karbonatace 29 mm					
Poznámky:					
Rekapitulace: Válnová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)					
	Měření č. 1:		46,5 MPa	→	C 45/55
	Měření č. 2:		40,7 MPa	→	C 40/50
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 40/50.					

Sonda D3:

Zpráva o měření			List: 9		
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí					
Sonda D3 - Stropní deska					
Pevnost betonu a karbonatce			sonda D3		
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N				
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhlice; Uhelna - podzemní prostor				
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman				
Datum:	02.07.2016				
Počasí:	polojasno; vánek				
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (z boku desky)				
	Měření č. 2 - Vodorovně (z boku desky)				
	Měření č. 3 - Svisle nahoru (zespodu desky)				
	Rozsah karbonatce betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.				
Měření č.	1		Měření č.	2	
					Měření č.
					3
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]
1	30,0	23,3	1	26,0	17,5
2	34,0	30,0	2	30,0	23,3
3	22,0	12,5	3	32,0	26,5
4	24,0	14,9	4	28,0	20,3
5	24,0	14,9	5	28,0	20,3
6	28,0	20,3	6	30,0	23,3
7	20,0	10,3	7	28,0	20,3
8	28,0	20,3	8	23,0	13,7
9	32,0	26,5	9	14,0	x
10	29,0	21,8	10	32,0	26,5
11	13,0	x	11	24,0	14,9
12	24,0	14,9	12	26,0	17,5
13	38,0	37,5	13	35,0	31,8
14	33,0	28,2	14	29,0	21,8
15	30,0	23,3	15	28,0	20,3
průměr	27,3	21,3	průměr	27,5	21,3
median	28,0	21,1	median	14,0	20,3
odchylka	6,06	7,29	odchylka	4,70	4,66
variační koeficient V	0,342		variační koeficient V	0,219	
součinitel k	1,70		součinitel k	1,70	
$X = m (1-k V) =$	8,94		$X = m (1-k V) =$	13,36	
					průměr
					26,3
					23,6
					median
					14,0
					22,8
					odchylka
					3,11
					4,57
					variační koeficient V
					0,193
					součinitel k
					1,70
					$X = m (1-k V) =$
					15,86
Karbonatce: Hloubka karbonatce desky 22 mm, hloubka karbonatce trámu desky 52 mm					
Poznámky:	Některé hodnoty x-faktoru jsou příliš nízké a nelze je vyhodnotit, proto nebyli uvažováni.				
Rekapitulace:	Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)				
	Měření č. 1:	8,9 MPa	→	C 8/10	
	Měření č. 2:	13,4 MPa	→	C 12/15	
	Měření č. 3:	15,9 MPa	→	C 12/15	
Závěr:	Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 10/12.				

Sonda D4:

Zpráva o měření			
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí			List: 10
Sonda D4 - Stropní deska			
Pevnost betonu a karbonatace			sonda D4
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N		
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor		
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman		
Datum:	02.07.2016		
Počasí:	polojasno; vánek.		
Popis:	Měření č. 1 - Svisle nahoru (zespodu desky)		
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.			
Měření č.	1		
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]	
1	37,0	42,0	
2	36,0	39,9	
3	36,0	39,9	
4	30,0	29,1	
5	30,0	29,1	
6	25,0	21,5	
7	32,0	32,5	
8	30,0	29,1	
9	33,0	34,4	
10	34,0	36,1	
11	30,0	29,1	
12	28,0	25,9	
13	31,0	30,9	
14	34,0	36,1	
15	30,0	29,1	
průměr	31,7	32,3	
median	31,0	30,9	
odchyka	3,17	5,50	
variační koeficient V	0,170		
součinitel k	1,70		
$X = m (1 - k V) =$	22,96		
Karbonatace: Hloubka karbonatace 27 mm			
Poznámky:			
Rekapitulace:	Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)		
	Měření č. 1:	23,0 MPa	→ C 20/25
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy C 20/25.			

Sonda ST2:

Zpráva o měření		
válnové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí		List: 11
Sonda ST2 - Stěna obvodová		
Pevnost betonu a karbonatace		sonda ST2
Přístroj:	original SCHMIDT kladivo, typ N	
Lokalita:	BD Malinova 15, 17, 19, Praha 10 Záběhllice; Uhelna - podzemní prostor	
Měřil:	J. Koblunický, M. Zeman	
Datum:	02.07.2016	
Počasí:	polojasno; vánek.	
Popis:	Měření č. 1 - Vodorovně (z boku stěny)	
Rozsah karbonatace betonového průřezu stanoven kolorimetrickou zkouškou.		
Měření č.	1	
Ozn.	SCHMIDT x [faktor]	Napětí σ [MPa]
1	20,0	10,3
2	21,0	11,4
3	20,0	10,3
4	32,0	26,5
5	19,0	x
6	18,0	x
7	22,0	12,5
8	26,0	17,5
9	21,0	11,4
10	27,0	18,9
11	27,0	18,9
12	19,0	x
13	18,0	x
14	18,0	x
15	19,0	x
průměr	21,8	15,3
median	20,0	12,5
odchyka	4,09	5,21
variační koeficient V	0,341	
součinitel k	1,70	
$X = m (1 - k V) =$	6,44	
Karbonatace: Hloubka karbonatace 140 mm		
Poznámky:	Některé hodnoty x-faktoru jsou příliš nízké a nelze je vyhodnotit, proto nebyli uvažováni.	
Rekapitulace:	Válnová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)	
	Měření č. 1:	6,4 MPa → < C 8/10
Závěr: Stávající beton lze podle ČSN EN 206-1 komparativně zařadit jako beton třídy < C 8/10.		

Rekapitulace:

Zpráva o měření				
válcové pevnosti betonu a indexu kvality betonových konstrukcí				List: 12
Rekapitulace				
Válcová charakteristická pevnost betonu (dolní 5% kvantil)				
Sloupy				
Sonda S1	měření č. 1	12,1 MPa	C 12/15	
Sonda S2	měření č. 1	15,7 MPa	C 12/15	
Sonda S3	měření č. 1	20,7 MPa	C 20/25	
Vyhodnocení	Průměr	16,2 MPa	C 12/15	
Trámy				
Sonda T 1	měření č. 1	33,9 MPa	C 30/37	
	měření č. 2	27,6 MPa	C 25/30	
	měření č. 3	13,5 MPa	C 12/15	
Sonda T 2	měření č. 1	10,1 MPa	C 10/12	
	měření č. 2	13,9 MPa	C 12/15	
	měření č. 3	8,1 MPa	C 8/10	
Sonda T 3	měření č. 1	8,6 MPa	C 8/10	
	měření č. 2	16,2 MPa	C 16/20	
Vyhodnocení	Průměr	16,5 Mpa	C 10/12	
Desky				
Sonda D1	měření č. 1	23,2 MPa	C 20/25	
Sonda D2	měření č. 1	46,5 MPa	C 45/55	
	měření č. 2	40,7 MPa	C 40/50	
Sonda D3	měření č. 1	8,9 MPa	C 8/10	
	měření č. 2	13,4 MPa	C 12/15	
	měření č. 3	15,9 MPa	C 12/15	
Sonda D4	měření č. 1	23,0 MPa	C 20/25	
Vyhodnocení	Průměr	24,5 MPa	C 12/15	
Stěny				
Sonda ST2	měření č. 1	6,4 MPa	< C 8/10	
Vyhodnocení	Průměr	6,4 MPa	C 8/10	

České vysoké učení technické v Praze

Kloknerův ústav

Experimentální oddělení



PROTOKOL O ZKOUŠCE

Číslo protokolu : 70 / 16 / EXPO
Číslo zakázky : 1600J232
Datum vydání : 14.7.2016
Počet stran protokolu : 3
Objednatel zkoušky : ProjektyZeman.cz – Projektová
a konstrukční kancelář, s.r.o.
Bojanovická 2715/11
141 00 Praha 4 - Záběhlice
Předmět zkoušky : Stanovení chloridů, síranů a dusičnanů
v dodaných vzorcích betonu a vody
z podzemního objektu BD Malinová
Počet výtisků / poř. č. výtisku : 4 / 1 2 3 4
Odpovědný pracovník : Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.
Provedení zkoušky : Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.
Vedoucí oddělení : Ing. Lukáš Balík, Ph.D.
Ředitel : Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

1. Předmět zkoušky

Na základě objednávky společnosti ProjektyZeman.cz – Projektová a konstrukční kancelář, s.r.o, byla provedena chemická analýza v práškových vzorcích betonu odebraných z podzemního objektu BD Malinová 1655 a 1 vzorku vody odebrané z výtahové šachty předmětného objektu. Vzorky do Kloknerova ústavu dodal zadavatel.

2. Podklady

- [1] ČSN EN ISO 10304-1 – Jakost vod - Stanovení rozpuštěných aniontů metodou kapalinové chromatografie iontů - Část 1: Stanovení bromidů, chloridů, fluoridů, dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů a síranů.
- [2] ČSN EN 206 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [3] Piter, P. a kol., Hydrochemické tabulky, SNTL, Praha, 1987.

3. Stanovení chloridů, síranů v betonu

Z objednatelům dodaných prachových vzorků byly připraveny vodné výluhy v destilované vodě v poměru 1:10 (vzorek : voda). Doba vyluhování byla 24 hodin. Ve vyluzích se stanovoval obsah ve vodě rozpustných chloridových iontů (Cl^-) a síranových iontů (SO_4^{2-}) dle ČSN EN ISO 10304-1 [1]. Výsledky chemického rozboru vodných výluhů jsou uvedeny v tabulce 1. Přepočtení obsahu Cl^- ve vzorku betonu na obsah k hmotnosti cementu byl proveden za odhadnutého předpokladu, že v betonu je cca 350 kg cementu/ m^3 a že objemová hmotnost betonu je přibližně 2300 kg/m^3 .

Tabulka 1: Výsledek stanovení obsahu chloridových a síranových iontů ve vzorcích betonu

Označení vzorku	Chloridy Cl^- v % hmotnosti suchého vzorku	Přepočtení obsahu Cl^- na cement v množství přibližně 350 kg v 1 m^3 betonu [%]	Sírany SO_4^{2-} v % hmotnosti suchého vzorku
Stěna ST1	0,003	0,02	0,140
Stěna ST2	0,006	0,04	0,850
Stěna ST3	0,001	0,01	0,053
Sloup S3	0,002	0,01	0,034
Trám T1	0,007	0,05	0,011
Deska D1	0,026	0,17	0,360
Trám T3, deska D4	0,015	0,10	0,032

Limitní hodnota pro obsah chloridů v betonu dle ČSN EN 206 [2] je pro beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami 0,4 %. **Z tabulky 1 tedy vyplývá, že všechny vzorky betonu dosahují podlimitních hodnot obsahu chloridů v betonu.** Ve vzorcích betonu stěna ST2 a deska D1 je vyšší obsah síranů (0,850 a 0,360 % hmot.), avšak tyto hodnoty nejsou nijak alarmující. Síraný mohou pocházet z atmosféry (do objektu zatéká - kyselá dešť nebo z dřívějšího provozu objektu – bývalá uhelna).

4. Chemický rozbor vody

Ve vzorku vody z výtahové šachty bylo stanovováno množství chloridových, síranových, dusičnanových iontů a pH. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Výsledek chemického rozboru vody

Označení vzorku	pH	Chloridy (Cl) [mg/l]	Síraný (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	Dusičnany (NO ₃) [mg/l]
V1	7,1	74,3	150,0	50,5

Na základě výsledků v tabulce 2 lze konstatovat, že voda nemá agresivní charakter pro beton, ale množství síranů je zvýšené. Podle tabulky 135 na str. 245 v [3] viz obr. 1 je směrná hodnota pro síraný pro agresivitu vody v klidu (prostředí okolo betonu) max. 200 mg/l.

Tabulka 135. Směrné hodnoty pro posuzování agresivity náporové vody pro nejméně odolný beton připravený z portlandského cementu

Veličina	Jednotka	Prostředí okolo betonu		
		značné množství proudící vody ve velmi propustné půdě	značné množství vody v klidu nebo menší množství vody proudící propustnou půdou	málo propustná půda nebo občasný styk s vodou
KNK _{4,5}	mmol l ⁻¹	min. 2,0	min. 1,4	min. 0,7
pH	–	min. 7,0	min. 7,0	min. 6,5
obsah agresivního CO ₂ (při KNK _{4,5} pod 2,0 mmol l ⁻¹)	mg l ⁻¹	–	–	max. 5,0
obsah agresivního CO ₂ (při KNK _{4,5} nad 2,0 mmol l ⁻¹)	mg l ⁻¹	max. 2,0	max. 6,0	max. 10,0
obsah síranů (SO ₄ ²⁻)	mg l ⁻¹	max. 80	max. 200	max. 250
obsah hořčíku (Mg ²⁺)	mg l ⁻¹	max. 200	max. 400	max. 1 000

Obr. 1 Tabulka 135 z Hydrochemických tabulek [3]

5. Shrnutí

Na základě objednávky společnosti ProjektyZeman.cz – Projektová a konstrukční kancelář, s.r.o, byla provedena chemická analýza v práškových vzorcích betonu odebraných z podzemního objektu bytového domu Malinová 1655 a 1 vzorku vody odebrané z výtahové šachty předmětného objektu. Vzorky do Kloknerova ústavu dodal zadavatel.

Výsledky provedených chemických analýz lze shrnout následovně:

- všechny vzorky betonu dosahují podlimitních hodnot obsahu chloridů v betonu,
- ve vzorcích betonu stěna ST2 a deska D1 je vyšší obsah vodou rozpustných síranů (0,850 a 0,360 % hmot.), avšak tyto hodnoty nejsou nijak alarmující. Síraný mohou pocházet z atmosféry (do objektu zatéká - kyselá dešť) nebo z dřívějšího provozu objektu – bývalá uhelna,
- z provedeného chemického rozboru vody vyplývá, že voda nemá agresivní charakter pro beton, ale množství síranů je zvýšené.

PROHLÁŠENÍ

Výsledky zkoušky se týkají jen předmětu zkoušky popsaného v oddíle "Předmět zkoušky". Výsledky tohoto protokolu nenahrazují jiné dokumenty, např. dokumenty správního charakteru. Protokol o zkoušce může být reprodukován jen jako celek. Části protokolu o zkoušce mohou být reprodukovány a ty publikovány nebo jinak použity jen po písemném schválení Kloknerovým ústavem ČVUT.